

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
НЕЙРОХИРУРГИИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н.Н. БУРДЕНКО»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Холматов Мухаммаджон Басирхонович

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИКИ КЛИПИРОВАНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АНЕВРИЗМ НА
КЛИНИЧЕСКИЕ И АНГИОГРАФИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАЦИИ

3.1.10. Нейрохирургия

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук Пилипенко Юрий Викторович

Москва - 2026

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1 Обзор литературы.....	12
1.1 Эпидемиология и распространённость церебральных аневризм.....	12
1.2 Морфология и классификация церебральных аневризм.....	15
1.3 Современные методы диагностики церебральных аневризм.....	16
1.4 Тактика при церебральных аневризмах.....	18
1.5 Микрохирургические техники клипирования церебральных аневризм.....	21
1.6 Клинические результаты и осложнения микрохирургического клипирования.....	27
1.7 Степень разработанности темы.....	28
Глава 2 Материал и методы исследования.....	30
2.1 Общая характеристика пациентов.....	30
2.2 Предоперационные исследования.....	32
2.3 Общая характеристика исследуемых церебральных аневризм.....	33
2.4 Тактика выбора хирургического доступа и оценка исходов микрохирургического лечения церебральных аневризм.....	34
2.5 Классификация осложнений хирургического лечения церебральных аневризм.....	35
2.6 Классификация и общая характеристика сосудистых клипс.....	36
2.7 Принцип одной линии при клипировании церебральных аневризм.....	38
2.8 Классификация методов реконструктивного клипирования согласно принципу «одной линии».....	40
2.9 Классификация степени выраженности кровотечения при интервенционных вмешательствах.....	50
2.10 Радикальность клипирования.....	50

2.11 Методы статистического анализа.....	53
Глава 3 Выбор техники микрохирургического клипирования в зависимости от топографо-анатомических особенностей церебральных аневризм	55
3.1 Методы клипирования в зависимости от локализации церебральных аневризм	55
3.2 Влияние размера церебральных аневризм на технику клипирования.....	62
3.3 Влияние формы церебральных аневризм на технику клипирования	66
3.4 Методы клипирования в зависимости от наличия тромбов в церебральных аневризм	67
3.5 Способ клипирования в зависимости от клинического течения церебральных аневризм	69
3.6 Особенности клипирования при интраоперационных разрывах	70
3.7 Многомерный анализ влияния факторов на выбор метода клипирования.....	72
Глава 4 Количество и виды клипс при микрохирургическом лечении церебральных аневризм	76
4.1 Количество и виды клипс в зависимости от методов клипирования	76
4.2 Количество и виды клипс в зависимости от локализации церебральных аневризм	81
4.3 Количество и виды клипс в зависимости от размеров церебральных аневризм	86
4.4 Количество и виды клипс в зависимости от формы церебральных аневризм..	88
4.5 Количество и виды клипс в зависимости от наличия тромбов	88
4.6 Особенности применения различных типов клипс	89
Глава 5 Клинические результаты	93
5.1 Общие клинические исходы	93
5.2 Клинические исходы в зависимости от техники клипирования	95

5.3 Многомерный анализ факторов риска послеоперационных осложнений	99
Глава 6 Ангиографические результаты.....	102
6.1 Влияние методов клипирования на ангиографические результаты	102
6.2 Влияние локализации церебральных аневризм на ангиографические результаты	104
6.3 Влияние размера церебральных аневризм на ангиографические результаты	106
6.4 Влияние формы церебральных аневризм на ангиографические результаты..	107
6.5 Влияние наличия тромбов в полости церебральных аневризм на ангиографические результаты	108
6.6 Влияние интраоперационного разрыва церебральных аневризм на ангиографические исходы	109
6.7 Влияние сложных церебральных аневризм на ангиографические исходы.....	110
Резюме по главе 6.....	111
Заключение	112
Выводы	121
Практические рекомендации.....	123
Список сокращений.....	125
Список литературы	126

Введение

Актуальность исследования

Микрохирургическое клипирование церебральных аневризм (ЦА) остаётся одним из базовых и надёжных методов хирургического лечения ЦА, применяемом более чем полвека. Методика была тщательно разработана ведущими нейрохирургами, включала последовательное совершенствование доступа, техники наложения клипсы, средств визуализации, контроля сосудистой проходимости и профилактики ишемических осложнений [20].

В настоящее время хирургическое клипирование рассматривается как «золотой стандарт» в ряде ситуаций, особенно при ЦА переднего отдела Виллизиева круга и когда эндоваскулярные методы менее предпочтительны [13].

Тем не менее, появление новых тенденций в диагностике и лечении ЦА требует пересмотра подходов и дополнительного анализа техники клипирования. Ниже перечислены ключевые закономерности, обосновывающие актуальность данного исследования.

Во-первых, наблюдается значительное увеличение количества операций у пациентов с неразорвавшимися бессимптомными ЦА. С развитием и широким внедрением неинвазивных методов нейровизуализации (МР-ангиография, КТ-ангиография) всё больше ЦА выявляется случайно, что порождает необходимость принятия решения о превентивном лечении. В крупных исследованиях показывается, что доля неразорвавшихся ЦА в общей серии растёт [14]. Это создаёт новые клинические ситуации, когда необходимо выбрать оптимальную тактику лечения и соответствующую ей хирургическую технику.

Во-вторых, наблюдается стабильный рост доли эндоваскулярных операций (окклюзия спиралями без или со стент-ассистенцией или имплантация потокперенаправляющего стента) с благоприятными ангиографическими и клиническими результатами. Так, в исследовании M. Salem [122] проанализирована крупная база: из 121 882 пациентов с ЦА 65,3 % были пролечены эндоваскулярно

и только 34,7% микрохирургически. Это означает, что микрохирургическое клипирование вынуждено конкурировать с внутрисосудистыми методами, которые становятся всё более предпочтительными в ряде клиник. В этой ситуации важным остаётся анализ: при каких анатомических и клинических условиях методы клипирования дают лучшие результаты и как техника вмешательства влияет на исход.

В-третьих, развивается направление реваскуляризирующих операций, при которых в ряде случаев рассматривается выбор между клипированием и байпасом, либо осуществляется комбинированный подход (клипирование + байпас).

В опубликованных исследованиях подчёркивается, что при сложных морфологических формах ЦА и низком резерве коллатерального кровотока, особенно при аномалиях Вилизиевого круга, применение реваскуляризирующей техники становится актуальным, но риски таких операций выше [58, 131]. Поэтому отставание позиций классического клипирования ЦА в ряде ситуаций является целесообразным.

Степень разработанности темы

Указанные тенденции в совокупности создают обоснование того, что, несмотря на кажущуюся изученность метода микрохирургического клипирования, он по-прежнему требует дальнейшего совершенствования, в том числе в части выбора наиболее оптимальной техники клипирования с учётом индивидуальных анатомических, клинических и ангиографических условий.

В связи с этим проведение исследования влияния различных техник клипирования на клинические и ангиографические результаты операций представляется особенно важным и перспективным.

Полученные данные могут способствовать выработке более обоснованных критериев выбора техники, улучшению хирургической тактики, повышению безопасности и эффективности лечения пациентов с ЦА.

Цель исследования

Оценить влияние различных техник микрохирургического клипирования церебральных аневризм на клинические и ангиографические результаты операций для выработки оптимальной хирургической тактики, направленной на повышение радикальности выключения церебральных аневризм при сохранении безопасности вмешательства.

Задачи исследования

1. Оценить распространённость различных микрохирургических техник клипирования церебральных аневризм.
2. Проанализировать влияние топографо-анатомических характеристик церебральных аневризм (локализация, размер, форма, частичный тромбоз) и типа клинического течения на выбор хирургической техники клипирования.
3. Определить количество, размерные типы и конфигурации сосудистых клипс при различных техниках клипирования и определить факторы, влияющие на их выбор.
4. Оценить клинические результаты микрохирургического лечения церебральных аневризм в зависимости от используемых техник клипирования.
5. Определить влияние различных микрохирургических техник на радикальность клипирования, выявить закономерности её изменения в зависимости топографо-анатомических характеристик церебральных аневризм.

Научная новизна

Впервые на большом клиническом материале проведён комплексный сравнительный анализ десяти микрохирургических техник клипирования церебральных аневризм с определением частоты их применения, показаний и взаимосвязи с топографо-анатомическими характеристиками церебральных аневризм.

Установлено, что именно размер и топография церебральных аневризм определяют тактику клипирования, тогда как клинические проявления и тяжесть

состояния пациента не оказывают значимого влияния на выбор метода.

Впервые выявлена количественная зависимость между морфологической сложностью церебральных аневризм и разновидностями используемых клипс, включая переход от миниклипс к стандартным и фенестрированным моделям при увеличении размера, фузиформной форме и частичном тромбозе.

Показана связь выбора техники клипирования с расположением церебральных аневризм, что позволило выделить локализации, требующие фрагментированных техник и комбинации клипс.

Установлено, что тип микрохирургической техники клипирования сам по себе не влияет на частоту послеоперационных осложнений, что имеет важное практическое значение при выборе более сложных методов клипирования для нетипичных церебральных аневризм.

Впервые оценена радикальность микрохирургических операций в зависимости от используемых техник клипирования.

Методология и методы исследования

Проведен проспективный анализ результатов обследования и лечения 574 пациентов с 678 интракраниальными церебральными аневризмами, оперированных методом микрохирургического клипирования с 1 января по 31 декабря 2024 г. на базе 3 нейрохирургического отделения (сосудистая нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

Критериями включения в исследование являлись: пациенты с микрохирургическим клипированием неразорвавшейся и разорвавшейся (во всех периодах кровоизлияния) церебральных аневризм.

Критериями невключения в исследование являлись: ранее оперированные церебральные аневризмы (как микрохирургическим, так и эндоваскулярным методом); деконструктивное клипирование, где ЦА выключается вместе с несущей артерией; клипирование с реваскуляризацией; консервативная тактика ведения пациента (без операции).

Для оценки клинических и ангиографических результатов в зависимости от

примененной техники клипирования осуществлена систематизация данных предоперационного обследования, оценены интраоперационные осложнения и результаты послеоперационного контроля согласно разработанному протоколу исследования. Регистрировались анамнестические, клиничко-неврологические, морфологические характеристики церебральных аневризм, особенности хирургической техники, методы клипирования, тип и количество использованных клипс. Ангиографическая эффективность вмешательства оценивалась по классификации радикальности выключения церебральных аневризм, разработанной в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко, на основании контрольной компьютерно-томографической ангиографии.

При обработке полученных данных применялись методы сравнительного, корреляционного и статистического анализа с использованием современных программных комплексов. Для визуализации данных использовались табличные методы представления.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Выбор микрохирургической техники клипирования церебральных аневризм определяется их локализацией и размером, тогда как клиническое состояние пациента (в том числе факт кровоизлияния) не оказывает существенного влияния на технику клипирования.

2. Сплошные методы клипирования (простое одиночное, усиленное) являются оптимальными для небольших мешотчатых церебральных аневризм без тромбоза, обеспечивая высокую частоту радикального выключения, тогда как при крупных и гигантских церебральных аневризм доказательно возрастает необходимость применения фрагментированных методов, доля которых достигает 80-87,5%.

3. Количество и тип используемых клипс прямо зависят от морфологической сложности церебральных аневризм и выбранной техники клипирования: по мере увеличения размеров и усложнения формы закономерно возрастает среднее число клипс и частота применения стандартных и фенестрированных моделей.

4. Микрохирургическое клипирование обладает высокой безопасностью, обеспечивая благоприятный функциональный исход у 96,5% пациентов; риск осложнений определяется прежде всего периодом субарахноидального кровоизлияния, а тип хирургической техники (сплошная или фрагментированная) не влияет на частоту послеоперационных осложнений.

5. Радикальность выключения церебральных аневризм достоверно зависит от их морфологических характеристик: лучшие результаты достигаются при небольших мешотчатых церебральных аневризм, тогда как при крупных и фузиформных формах частота тотального выключения существенно снижается независимо от применяемой техники.

Внедрение результатов работы в практику

Уточненная тактика обследования и выбора метода хирургического лечения пациентов с церебральными аневризмами внедрены в практику 3 нейрохирургического отделения (сосудистая нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

Оценка достоверности результатов исследования

Достоверность полученных результатов подтверждается репрезентативным объемом выборки (678 церебральных аневризм) и применением современных статистических методов исследования. Полученные данные статистически значимы и согласуются с современными представлениями о микрохирургическом лечении ЦА, описанными в работах отечественных и зарубежных авторов. Результаты исследования воспроизводимы и могут быть использованы для формирования клинических рекомендаций.

Апробация материалов диссертации

Основные материалы диссертации доложены на: IV Ежегодной научно-практической конференции «Дагнейро», посвященной памяти профессора Рашидбега Умахановича Умаханова (Махачкала, 6 декабря 2026 г.); XXV

Всероссийской конференции нейрохирургов с международным участием «Поленовские Чтения» (Санкт-Петербург, 15-17 апреля 2026 г.); расширенном заседании проблемной комиссии «Сосудистая нейрохирургия» ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 19.12.2025.

Публикации

По теме работы опубликовано 3 статьи в научных рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых полностью отражены основные результаты диссертационного исследования.

Структура и объем диссертации

Диссертация представлена в виде рукописи, изложена на 141 странице машинописного текста, иллюстрирована 47 таблицами, 46 рисунками. Работа состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы. Библиографический указатель содержит 156 источников, из них 16 отечественных и 140 зарубежных.

Глава 1 Обзор литературы

1.1 Эпидемиология и распространённость церебральных аневризм

Церебральные аневризмы (ЦА) представляют собой патологические выпячивания стенки артерий и являются одной из ведущих причин внутричерепных кровоизлияний [29]. Наиболее часто они возникают в области передних отделов Виллизиева круга (до 85% по данным N. Kassell, 1990) [6, 78], в то время как на вертебро-базиллярный бассейн (ВББ) приходится лишь 8-12% случаев [22, 78].

Вопрос о частоте встречаемости ЦА остается предметом обсуждения. Так, в публикации J. Jakubowski [72] утверждается, что внутричерепные ЦА встречаются у 1-2% населения, составляя около 0,2-9,0% от всех сосудистых заболеваний головного мозга и являются причиной нетравматического субарахноидального кровоизлияния в 80-85% случаев. В то же время, согласно данным E. Connolly [30], при аутопсии частота выявления ЦА головного мозга варьирует от 1 до 5% среди взрослого населения, причем от 50 до 80% ЦА небольших размеров не приводят к кровоизлиянию на протяжении жизни.

В крупном исследовании J. Fox [61] на основании 20 патологоанатомических серий (более 160 тыс. случаев) было сделано заключение, что частота ЦА составляет 0,8%. К похожим выводам пришли J. Rosenorn [120] и M. Romy и соавт. [119] (11 696 аутопсий): по их данным, распространенность ЦА составляет 0,6 и 1,2% соответственно. W. McCormick и J. Nofzinger [92] на основании серии из 7650 аутопсий сделали заключение, что распространенность неразорвавшиеся ЦА составляет 2%.

В исследованиях J. L. Chason (1958) [40] отмечается, что неразорвавшиеся внутричерепные аневризмы чаще встречаются у женщин, соотношение мужчин и женщин составляет 3:1 [40].

Неразорвавшиеся ЦА часто выявляются у пожилых пациентов [68] и крайне редко у детей [11, 97, 134]. По данным J. Rinne (1994), около 20% пациентов имеют

более одной ЦА [117].

Наиболее распространенным проявлением внутричерепных аневризм является субарахноидальное кровоизлияние [35]. V.M. Morreale и I. Meissner (1998) сообщили, что субарахноидальное кровоизлияние (САК) в результате разрыва ЦА чаще наблюдается у лиц в возрасте от 40 до 70 лет, со средним возрастом 58 лет [1].

Согласно данным V. S. Alg (2013) [23], САК в два раза чаще встречается у женщин, чем у мужчин, с пиком заболеваемости в возрасте от 50 до 60 лет.

Исследования В.В. Крылова (2011) [1] показывают, что частота разрыва ЦА увеличивается с 3 на 100 000 населения среди лиц до 30 лет до 30 на 100 000 среди лиц старше 60 лет. Установлено, что примерно 10-15% пациентов умирают от кровоизлияния после разрыва ЦА до получения медицинской помощи, летальность в течение первых 2-3 недель после разрыва составляет от 20 до 30%, а в течение месяца после кровоизлияния достигает 46%, при этом около 20-30% становятся инвалидами.

D.J. Nieuwkamp (2009) сообщает о схожих данных, отмечая, что летальность при САК может достигать 30-40%, а 3 из 5 выживших становятся инвалидами с выраженными функциональными нарушениями [106].

M. Greenberg в своей монографии «Нейрохирургия» указывает, что риск повторного кровоизлияния составляет от 2 до 4% в первые 24 часа после первого разрыва ЦА и примерно 15-20% в течение следующих двух недель [63]. Отдаленные риски повторного разрыва ЦА в течение месяца после кровоизлияния достигают 33%, а в течение 6 месяцев - 50%. Далее риск значительно снижается и составляет примерно 3% в год [145].

По данным метаанализа, охватывающего 19 исследований [145], выделены ключевые факторы, связанные с высоким риском разрыва ЦА. К ним относятся: возраст старше 60 лет, размер ЦА более 5 мм, женский пол, расположение ЦА в задних отделах Виллизиева круга и наличие симптоматики. Другой метаанализ [143], включивший 68 исследований с участием 94912 человек из 21 страны, из

которых 1450 имели интракраниальные аневризмы, выявил дополнительные факторы риска формирования ЦА. К ним относятся женский пол, пожилой возраст, семейная история ЦА и аутосомно-доминантный поликистоз почек.

Помимо пола и возраста, которые упоминаются в большинстве исследований [138, 141, 145], многие авторы также выделяют следующие факторы, способствующие возникновению, увеличению и разрыву ЦА: размер ЦА [77, 145, 147, 150], конфигурация [37, 65], локализация [147], курение [76, 77], артериальная гипертензия в анамнезе [37, 76], а также наличие аутосомно-доминантного поликистоза почек [62, 116], синдрома Элерса-Данло IV типа [110], акромегалии [38], серповидно-клеточной анемии [89], коарктации аорты [149, 151] и двустворчатого аортального клапана [28].

Большинство авторов согласны с тем, что неблагоприятное естественное течение более характерно для ЦА, расположенных в задних отделах Виллизиева круга [145, 147, 150], а также для случаев, когда у пациента есть родственники первой степени родства с выявленными ЦА [30, 37, 116, 143, 147, 150].

Множественные ЦА (две и более) обнаруживались у 15%-30% пациентов с неразорвавшимися ЦА [16, 62, 75, 87, 102]. К факторам, способствующим выявлению таких ЦА, относятся: женский пол, курение, наличие артериальной гипертензии, семейная предрасположенность, цереброваскулярная заболевания и использование гормональной заместительной терапии в постменопаузальном периоде [28, 127].

Международное проспективное исследование неразорвавшихся внутричерепных аневризм ISUIA (2003), включившее 1692 пациента с неразорвавшимися внутричерепными ЦА размером 2 мм и более (1077 без признаков перенесенного САК в анамнезе), показало, что суммарный риск разрыва ЦА составляет 0,7% [147].

Большинство авторов указывают, что артериальная гипертензия и размер ЦА более 7 мм значительно увеличивают риск кровоизлияния. К другим факторам риска разрыва ЦА относятся возраст пациента до 50 лет, локализация на передней или задней соединительной артерии, в вертебро-базилярном бассейне, наличие

дочерних камер или дивертикулов, женский пол и курение [101, 145]. Риск внутричерепного кровоизлияния у пациентов, у которых ЦА проявляются такими симптомами, как поражение черепных нервов или дисфункция ствола головного мозга, достигает 6% в год, что также обосновывает необходимость хирургического лечения [43, 101].

1.2 Морфология и классификация церебральных аневризм

В рамках традиционной классификации ЦА выделяются две ключевые формы: мешотчатая и фузиформная [99, 154]. Термин «фузиформный» происходит от латинского *fusiformis*, что означает «веретенообразный».

Sacho R.H. и соавторы считают фузиформными ЦА, при которых расширение стенки сосуда превышает 50% его окружности [121].

Атеросклеротические бляшки в стенках ЦА чаще всего отмечаются при гигантских ЦА передней мозговой артерии (ПМА) ($n=4,67\%$), тогда как гигантские ЦА (ВСА) продемонстрировали наименьшую частоту кальцификации ($n=19,38\%$) [107].

Полость ЦА может быть частично или полностью заполнена тромбами, и существует прямая зависимость между размером ЦА и вероятностью её тромбирования: чем больше ЦА, тем выше вероятность наличия внутрипросветного тромба [19, 27]. Около 40-50% ЦА, как крупных, так и гигантских, содержат внутрисосудистые тромбы [2, 53, 108, 111]. Процентное соотношение внутрипросветного тромбоза в зависимости от локализации: 67% для ПМА, 63% для средней мозговой артерии (СМА) и 63% для вертебро-базилярной системы. Исключение составляют гигантские ЦА ВСА, где внутрипросветные тромбы выявляются лишь в 40% случаев [135].

Существует значительная вариабельность в определениях размеров ЦА. В литературе представлены различные классификации, отражающие эту неоднородность. По данным различных авторов мы выявили 13 определений для классификации «малых» ЦА (0-5 мм), 4 определения для «средних» ЦА, 15 определений для «больших» ЦА и одно определение для гигантских ЦА [95].

Современные тенденции в классификации размеров ЦА смещаются в сторону следующих категорий: малые ЦА - от 5 мм до 10 мм, большие ЦА - от 10 мм до 25 мм, и гигантские ЦА - более 25 мм. Эти определения соответствуют классификации, предложенной в японском исследовании UCAS [41, 95]

Существует понятие простой и сложной ЦА. Термин «сложная ЦА» впервые применил Насеin-Веу L. [64]. В последующем это определение поддержали другие авторы [24, 85, 105, 144]. Сложной считается ЦА, требующая повторной операции, имеющая диаметр купола более 25 мм, широкую шейку, наличие ветки, отходящей от купола ЦА, частичное тромбирование полости, атеросклеротически измененные стенки, и расположенная в труднодоступной при микрохирургическом подходе локализации [24, 57, 105, 144].

1.3 Современные методы диагностики церебральных аневризм

Ключевыми методами нейровизуализации для диагностики ЦА являются компьютерная томографическая ангиография (КТ-ангиография), магнитно-резонансная ангиография (МР-ангиография) и цифровая субтракционная ангиография (ЦСА), которая выполняется через катетеризацию бедренной артерии и ранее считалась «золотым» стандартом в диагностике этой патологии [142]. В ряде исследований проводилось сравнение точности выявления ЦА с использованием КТ-ангиографии, МР-ангиографии и ЦСА [46].

Метод КТ-ангиография основан на использовании тонких срезов с контрастированием, позволяя получить трехмерные изображения сосудов головного мозга. Эти реконструированные изображения могут быть получены за короткое время и помогают в оценке сосудистой структуры в контексте мозга и костей основания черепа, что упрощает планирование хирургического вмешательства [153]. Чувствительность КТ-ангиографии варьируется от 77% до 97%, а специфичность - от 87% до 100% [39]. Однако при ЦА меньше 3 мм чувствительность метода снижается до 40-91% [146]. Применение КТ-ангиографии у пациентов с нарушениями функции почек ограничено, так как требует введения значительных объемов контрастного вещества.

МР-ангиография обладает высокой чувствительностью и специфичностью для идентификации ЦА, с показателями чувствительности от 70% до 99% и 100% специфичности для ЦА диаметром 3 мм и более [98]. Она представляет собой наиболее эффективный способ визуализации тромбированных участков ЦА и потенциальных ишемических зон в головном мозге [15]. При подготовке к эндоваскулярному вмешательству на ЦА использование МР-ангиографии зачастую оказывается достаточным, поскольку в этом случае взаимосвязь ЦА с окружающими костными структурами не имеет такого значения, как при планировании микрохирургического вмешательства [125]. Отсутствие костных элементов на изображениях МР-ангиографии улучшает видимость ЦА в проксимальных сегментах внутренней сонной артерии.

Что касается визуализации ЦА, ранее закрытых платиновыми спиралями, МР-ангиография является приемлемым и наиболее распространенным методом диагностики благодаря минимальному количеству артефактов, возникающих от этих спиралей. Однако для очень мелких ЦА (менее 3 мм) чувствительность снижается до 40% [146]. Выполнение МР-ангиографии может быть затруднено у пациентов в критическом состоянии из-за необходимости больше времени на процедуру [22].

ЦСА предоставляет расширенные возможности трехмерной диагностики, обеспечивающей детальную оценку ЦА относительно окружающих сосудов [140]. В диагностике ЦА, частично клипированных от кровотока, ЦСА оказывается даже более важной и предпочтительной, чем при выявлении неразорвавшихся ЦА [155]. Одним из ключевых достоинств ЦСА является возможность использования субтракции, что позволяет исключить из изображения все плотные костные структуры и металлические элементы, такие как сосудистые клипсы и внутрисосудистые спирали [140]. Кроме того, ЦСА предоставляет наиболее детальное представление о анатомии мелких артерий, включая перфорантные артерии, что может оказать значительное влияние на выбор лечебной тактики и хирургического подхода к лечению ЦА [46]. Однако она является более дорогой и инвазивной по сравнению с МР-ангиографией и СКТ-АГ и сопряжена с рисками,

включая неврологические осложнения (1-2,5%), местные осложнения в области пункции (до 6,9%) и нарушения функции почек из-за токсичного воздействия контрастного вещества (до 2%) [115].

В общем, МР-ангиография и КТ-ангиография являются предпочтительными методами для скрининга неразорвавшихся ЦА благодаря своей малой инвазивности [39]. Тем не менее, ЦСА иногда применяется для более детального изучения ЦА. Следует отметить, что точность морфометрических данных, получаемых с помощью МР-ангиографии и КТ-ангиографии, постоянно улучшается [34]. Для пациентов, которым противопоказано введение контрастного вещества (например, при почечной недостаточности), МР-ангиография является альтернативным методом [98].

1.4 Тактика при церебральных аневризмах

Существует три варианта ведения пациентов с ЦА [12] [130]:

- 1) наблюдение и медикаментозное лечение,
- 2) микрохирургическая операция,
- 3) эндоваскулярная операция.

Наблюдение и медикаментозное лечение возможно у больных с тяжелыми системными заболеваниями в стадии декомпенсации, а также возрастных пациентов [13]. Кроме того, если имеются только аневризматические выпячивания небольших размеров (1-2 мм) в форме полусферы, рекомендуется проводить наблюдение за пациентами всех возрастных групп [13, 56]. Динамическое наблюдение при ЦА является стратегией, применяемой в определённых клинических ситуациях, когда риск разрыва ЦА или необходимость хирургического вмешательства не превышает потенциальные риски, связанные с операцией [93]. Ниже представлены основные показания и условия, при которых может быть обосновано динамическое наблюдение.

Динамическое наблюдение часто рекомендуется для ЦА диаметром менее 2 мм, так как исследования показывают, что риск разрыва таких ЦА значительно ниже по сравнению с более крупными ЦА [93].

У пожилых пациентов (обычно старше 70 лет) с сопутствующими заболеваниями, которые могут увеличить риск хирургического вмешательства, предпочтение может быть отдано наблюдению, особенно если ЦА малых размеров [56, 93].

Пациенты с неразорвавшейся ЦА сосудов головного мозга, не подвергшиеся хирургическому вмешательству, должны проходить регулярное нейровизуализационное обследование для исключения роста ЦА, изменения ее формы и появления других факторов, способствующих риску разрыва [34, 36, 59, 98].

Первое динамическое обследование после обнаружения неразорвавшейся ЦА следует проводить через 6-12 месяцев [32, 90, 148]. Если не наблюдается роста ЦА в динамике или изменения других морфологических параметров (формы, расположения относительно основного сосуда и т. д.), то рекомендуется проводить обследование раз в год или раз в два года [148].

Микрохирургическое клипирование и эндоваскулярное вмешательство являются основными методами нейрохирургического лечения как разорвавшихся, так и неразорвавшихся ЦА [29, 30, 155].

Параллельно с развитием традиционного клипирования ЦА активно развивалась эндоваскулярная хирургия [29, 155]. По данным Крылова В.В. [3], в последние годы наблюдается широкое распространение эндоваскулярных и микрохирургических методов лечения ЦА. В 2017 году в РФ с использованием микрохирургической методики было прооперировано 60% пациентов, тогда как эндоваскулярным методом - 40%.

Современные методы улучшения визуализации, разработка новых катетеров, микрокатетеров, различных микроспиралей и баллонов, а также потоковых стентов позволили полностью выключить ЦА из кровотока в 77-80% случаев [29, 34, 43, 56, 68, 119]. Оба подхода - микрохирургическое клипирование и эндоваскулярное вмешательство - демонстрируют высокую эффективность при правильном выборе метода [12, 13, 29, 142]. В настоящее время критериями выбора методов лечения ЦА являются их локализация, размер и форма, характер кровоизлияния, тяжесть

состояния и возраст пациента. Однако выбор методов лечения для больших и гигантских ЦА, а также для ЦА с широкой шейкой и атеросклеротическими изменениями в области шейки и несущей артерии, а также наличием артериальных ветвей в области тела и купола ЦА представляет собой значительные трудности и зачастую основан на индивидуальных критериях [59, 66, 103, 114, 150].

Применение внутрисосудистого метода лечения интракраниальных ЦА имеет свои показания и ограничения, которые следует учитывать при выборе подходящей тактики [142].

Приоритет внутрисосудистого метода лечения:

1. ЦА, расположенные в труднодоступных местах для микрохирургического вмешательства [12, 87];
2. возраст (старше 75 лет) [12, 87];
3. пациенты в тяжелом состоянии (IV-V степень по Hunt-Hess) [12, 87];
4. фузиформные и раслаивающиеся ЦА ВСА и ПА [12, 87].

Относительные показания для внутрисосудистого метода [12, 87]:

1. неудачно клипированные ЦА;
2. оценка хирурга, указывающая на серьезные технические трудности или невозможность клипирования ЦА.

Относительные противопоказания для внутрисосудистого метода [21, 51]:

1. малые ЦА (диаметром менее 2 мм);
2. крупные и гигантские ЦА с выраженным масс-эффектом;
3. необходимость имплантации стента для окклюзии ЦА в остром периоде кровоизлияния [21, 51].

В прошлом основной акцент в клинических исследованиях и практической медицине ставился на достижение положительных клинических результатов при лечении ЦА. Однако с течением времени внимание стало смещаться и в сторону радикальности выключения ЦА. Это изменение в подходах связано с развитием более детализированных классификаций радикальности клипирования ЦА [8, 132]. Оставление остаточной части ЦА увеличивает риски, связанные с её ростом и возможным разрывом, а также повышает вероятность необходимости повторной

операции из-за нерадикального выключения. В соответствии с масштабным исследованием, проведенным Daleida Т. и его коллегами, частота повторных операций после микрохирургического лечения неразорвавшихся ЦА может достигать 4,6% [45]. В мировой литературе доля радикально выключенных ЦА варьируется от 78,6% до 96% [55, 141], при этом большинство изученных нами источников указывает на показатели свыше 90%.

Для ЦА с явно визуализированным остатком на послеоперационной ангиографии риск повторного кровоизлияния колеблется от 7,1% до 8,3%, с ежегодным риском разрыва примерно 1,9% [49, 139]. Однако этот риск может значительно варьироваться в зависимости от анатомических характеристик остаточной ЦА. Некоторые остаточные ЦА остаются стабильными при контрольных ангиографических исследованиях в долгосрочной перспективе и не требуют повторного вмешательства [31, 49] [60]. David С. и его коллеги [49] описывали такие остаточные части шейки ЦА как «ухо собаки» (dog-ear), при этом остаток с широким основанием имеет более высокий риск повторного кровоизлияния.

В мировой литературе также отмечается, что изначально одинаковые остатки ЦА могут увеличиваться с разной скоростью. В некоторых исследованиях установлено, что вероятность формирования крупной рекуррентной ЦА у молодых пациентов выше, чем у пожилых [88, 104]. Это связано с продолжительностью жизни и, как следствие, более длительным послеоперационным наблюдением, что делает молодых пациентов более вероятными кандидатами на повторные операции даже при наличии небольшого остатка ЦА. В целом, средняя скорость увеличения остаточной части, если она наблюдается, составляет примерно 0,3-0,4 мм в год [33].

1.5 Микрохирургические техники клипирования церебральных аневризм

История прямого хирургического лечения ЦА ведет свой отсчет с пионерской работы Вальтера Дэнди, который в 1937 году успешно наложил серебряную клипсу на шейку ЦА внутренней сонной артерии [47]. Этот прорыв стал возможен благодаря развитию базовых нейрохирургических принципов Харви

Кушинга и созданию первых клипс.

Дальнейшая эволюция методики была направлена на совершенствование дизайна клипс и инструментов. Так, клипсы Мэйфилда-Киса, появившиеся в 1950-х годах, стали золотым стандартом на десятилетия благодаря своей надежности и миниатюрности [74]. Разработанные Дрейком фенестрированные клипсы применяются при аневризмах с широкой, плотной или кальцинированной шейкой, а также при сложных анатомических взаимоотношениях, когда через пришеечную зону проходят функционально значимые артерии. Их использование позволяет выполнять включение в просвет клипсы артерий, избегая их компрессии, и переносить основную силу сжатия клипсы на пришеечную часть аневризмы, минимизируя воздействие на купол [54].

Современная эра микрохирургии ЦА характеризуется переходом к использованию клипс из чистого титана, которые обладают малой ферромагнитностью и вызывают минимальные артефакты при последующих МРТ- и КТ-исследованиях, что крайне важно для послеоперационного контроля [67, 129]. Многообразие современных клипс включает прямые, изогнутые, фенестрированные и гибридные модели, что позволяет хирургу индивидуально подбирать инструмент под сложную анатомию каждой конкретной ЦА [152].

В современных условиях микрохирургическому клипированию все чаще подвергаются ЦА сложной морфологии (с широкой шейкой, с кальцифицированными стенками), которые зачастую признаны неблагоприятными для эндоваскулярного лечения [48, 100]. Эта тенденция закономерно повысила актуальность использования комбинаций клипс различных конфигураций. Стандартное клипирование оказывается неэффективным у 30-40% пациентов, что диктует необходимость применения более сложных техник [118].

Анализ литературных источников выявляет отсутствие единой терминологии в описании техник клипирования. Клипирование, при котором на шейку аневризмы накладывается одна клипса, различными авторами обозначается как простое [4, 10, 83], стандартное [126], прямое [52, 156] или обычное [80, 82, 96] клипирование.

В случаях, когда выключение аневризмы одной клипсой невозможно, в

литературе используются термины «сложное», «реконструктивное» клипирование [109, 156], а также клипирование «с формированием или ремоделированием просвета артерии» [10, 105]. Эти понятия не являются строгими синонимами, однако объединяются общей целью - формированием нового сосудистого контура с сохранением проходимости несущей и отходящих артерий.

Одной из наиболее распространенных и практико-ориентированных является классификация М. Т. Lawton [83], в которой клипирование подразделяется на:

1. простое клипирование - наложение одной клипсы на шейку аневризмы;
2. множественное клипирование с параллельно уложенными клипсами;
3. множественное клипирование с пересекающимися клипсами - наложение нескольких клипс встык для перекрытия широкой шейки;
4. множественное клипирование с перекидывающимися клипсами с применением стандартных и фенестрированных клипс.

Исследования показывают, что использование множественного клипирования в случаях с широкой шейкой обеспечивает более равномерное распределение гемодинамического давления и исключает «остаток по типу собачьего уха» (dog-ear remnant) [44]. Стандартное клипирование, при котором одна клипса накладывается на шейку, возможно в 60-70% случаев [81]. Однако при сложной морфологии ЦА (широкая шейка, включение в шейку устьев перфорирующих артерий, атеросклеротические стенки) требуется применение реконструктивных техник с использованием нескольких клипс [124].

Одной из признанных техник является «этапное клипирование», детально описанное M.G. Yasargil [154]. Ее суть заключается в первоначальной мобилизации аневризматического мешка с последующей его временной окклюзией крупной клипсой. После прекращения кровотока выполняется вскрытие и редукция купола ЦА с применением биполярной коагуляции. Заключительным этапом служит снятие временной клипсой, инверсия оставшейся культы и тщательная ревизия комплекса для исключения дополнительных аневризматических образований. При необходимости производится финальное прецизионное выделение шейки и ее окклюзия миниатюрной постоянной клипсой.

В случаях сложных ЦА, характеризующихся широким основанием, склерозированными стенками или неоднородной структурой шейки, а также при наличии функционально значимых ветвей, отходящих от купола, Н. Sano обосновал применение техники «множественного клипирования» [25, 124]. Данная стратегия предполагает отказ от попыток клипирования одной клипсой в пользу наложения нескольких клипс. Первоначально клипируется наиболее дистальная часть ЦА, а оставшиеся сегменты поэтапно исключаются из кровотока дополнительными клипсами, что позволяет сохранить проходимость всех критически важных сосудов.

Особый интерес представляют ЦА, располагающиеся в области бифуркации. Концепция «идеальной линии клипирования», предложенная Т. Ishikawa [70], предполагает, что линия смыкания бранш клипсы должна восстанавливать естественную геометрию бифуркации.

Согласно их исследования выделено три типа аневризм:

- 1) бифуркационный - линия клипирования ориентирована перпендикулярно отходящим ветвям;
- 2) стволовой - линия клипирования ориентирована параллельно одной из ветвей;
- 3) смешанный - теоретически требующий Т-образной линии закрытия, что на практике достигается использованием комбинаций изогнутых и фенестрированных клипс.

Для реализации этого принципа часто требуется комбинация изогнутых и фенестрированных клипс. Соблюдение принципов идеальной линии закрытия, по мнению авторов, снижает риск формирования резидуальных участков аневризмы. Ограничениями данной концепции являются гигантские и фузиформные аневризмы, а также выраженные атеросклеротические изменения шейки.

Важным аспектом является ориентация клипсы относительно сосудов. Так, М.Т. Lawton [94] для ЦА с концентрацией перфорирующих артерий в области шейки рекомендует устанавливать клипсы параллельно линии их отхождения. Для бифуркационных ЦА предпочтительной считается установка клипсы

перпендикулярно несущей артерии и параллельно эфферентным ветвям. Схожего мнения относительно ЦА устья крупных боковых ветвей придерживаются и другие исследователи [71, 123, 136], указывая на целесообразность параллельного клипирования по отношению к несущему сосуду.

В противоположность этому Н. Sano [25, 124] продемонстрировал, что для многих бифуркационных ЦА оптимальной может быть установка клипсы перпендикулярно как к несущей артерии, так и к отводящим ветвям. Такой подход, изменяя пространственную конфигурацию бифуркации, способствует устранению слабых зон сосудистой стенки и снижает риск формирования рецидива. Таким образом, выбор тактики может определяться локализацией патологических изменений стенки сосуда. Если шейка аневризмы распространяется на отводящие ветви, логичным представляется ее клипирование параллельно им, тогда как при вовлечении несущей артерии более оправданной может быть методика с перпендикулярной установкой клипсы.

Значительные изменения в представлении о технике клипирования произошли после появления публикаций С. G. Drake о концепции «тандемного» наложения клипс. Будучи опытным сосудистым нейрохирургом, он столкнулся с фундаментальной проблемой при лечении аневризм с широкой шейкой: стандартные прямые клипсы либо деформировали и перекрывали устья артерий, либо соскальзывали из-за избыточного напряжения браншей. Техническое решение начало формироваться в 1969 году, когда в сотрудничестве с Фрэнком Мэйфилдом и инженером Джорджем Кисом Дрейк разработал первую окончатую (фенестрированную) клипсу Drake-Kees [91]. Полноценное внедрение методики тандемного использования клипс, когда окончатая и прямая клипсы работают в единой связке, происходило в 1970-х годах и было детально обобщено в его фундаментальных работах, посвященных хирургии задней циркуляции. Окончательные результаты применения этого подхода были представлены в его итоговом анализе хирургического лечения 1767 аневризм вертебро-базиллярной системы, опубликованном в 1996 году [54].

Суть техники тандемного клипирования заключается в последовательном

наложении нескольких клипс для реконструкции сложной или широкой шейки аневризмы, где применение одной длинной клипсы неизбежно приведет к эффекту расхождения концов браншей или компрессии прилежащих перфорантов. В классическом варианте первой накладывается окончатая клипса. Ее кольцо охватывает несущую или эфферентную артерию, сохраняя ее просвет, а бранши закрывают дистальную часть шейки аневризмы. Затем в тандеме устанавливается вторая клипса, как правило прямая или с иной конфигурацией браншей. Эта вторая клипса закрывает проксимальную часть шейки и одновременно перекрывает саму фенестрацию первой клипсы, предотвращая ретроградное заполнение аневризматического мешка через окно. Особенность данного подхода состоит в модульном распределении механического давления. Длинная шейка гигантской аневризмы обладает значительной толщиной стенки, часто с атеросклеротическими изменениями, и испытывает высокое гемодинамическое воздействие. Распределение этой нагрузки между двумя и более клипсами значительно снижает риск их миграции или соскальзывания в послеоперационном периоде. Кроме того, тандемная техника обеспечивает высокую степень свободы при реконструкции развилки: хирург может комбинировать позиционирование второй клипсы над окном или под окном (*under-stacked* или *over-stacked*) фенестрированной клипсы, адаптируя конструкцию под индивидуальную анатомию сосудов и распространение шейки аневризмы. Это позволяет добиться радикального исключения аневризмы из кровотока при строгом соблюдении принципа сохранения проходимости функционально значимых ветвей [20, 50, 137].

В случаях с кальцинированными и атеросклеротически измененными стенками применяются методы «устранения массы» (*mass reduction*), когда часть купола ЦА помещается в окно фенестрированной клипсы для облегчения клипирования шейки, или техника *riggyback*, усиливающая силу сжатия [112]. При работе с ЦА, имеющими плотную или неоднородную по толщине шейку, стратегия также требует адаптации. Для склерозированных образований эффективным может быть наложение клипсы вдоль наибольшего диаметра шейки, что облегчает ее окклюзию.

Арсенал технических приемов включает и более сложные варианты, такие как «блокирующее» клипирование, техники с формированием прямого и обратного тоннеля через отводящие ветви, перекрывающее и сочетанное клипирование [73, 94]. Эти же методы находят применение для ремоделирования устьев перфорирующих и других значимых артерий, отходящих в непосредственной близости от аневризматического мешка [94, 123, 124, 128].

Ключевым фактором успеха является интраоперационный контроль. Внедрение индоцианиновой зеленой видеоангиографии (ICG-VA) позволяет в реальном времени оценить проходимость сосудов и полноту исключения ЦА [113].

Несмотря на расширенные технические возможности, существует категория ЦА, при которых прямое клипирование сопряжено с неприемлемо высоким риском ишемических осложнений или технически невыполнимо. К таким случаям относятся гигантские ЦА (>2.5 см) фузиформные поражения без выраженной шейки, ЦА с выраженным кальцинозом или тромбозом, а также те, при окклюзии которых невозможно сохранить проходимость дистальных артерий [82, 84]. В этих ситуациях методом выбора становятся реконструктивные шунтирующие операции (байпасы).

Решение о выборе стратегии - попытка клипирования или планирование байпаса - должно приниматься на основе мультимодальной оценки, включая данные ангиографии с баллон-окклюзионной пробой, оценку коллатерального резерва и индивидуальных анатомических особенностей [84].

1.6 Клинические результаты и осложнения микрохирургического клипирования

Анализ крупных современных хирургических серий демонстрирует высокую эффективность микрохирургического клипирования. Частота хороших функциональных исходов (оценка по шкале Рэнкина 0-2) при клипировании неразорвавшихся ЦА достигает 90-95% [17, 147]. При лечении разорвавшихся ЦА в остром периоде субарахноидального кровоизлияния этот показатель, по данным последних метаанализов, составляет 70-85% [86, 133, 138].

Среди наиболее частых послеоперационных осложнений выделяют ишемические нарушения вследствие непреднамеренного клипирования крупной артерии, тромбоза или окклюзии перфорантных артерий (5-10% случаев) [42].

Важное значение имеет интраоперационный разрыв (ИР) ЦА, частота которого колеблется от 5,9% до 11,4% в зависимости от размера и локализации, оставаясь значимым предиктором неблагоприятного исхода [26, 69, 79].

Послеоперационная гематома встречается в 2-4%, инфекционные осложнения в 1-3% случаев [21].

В российской крупной серии микрохирургического клипирования разорвавшихся ЦА в остром периоде субарахноидального кровоизлияния [5] (n = 517) ближайшие результаты через 1 месяц после операции по модифицированной шкале Рэнкина составили: mRS 0 - 22%, mRS 1 - 17%, mRS 2 - 19,4%, mRS 3 - 6,2%, mRS 4 - 2,6%, mRS 5 - 1%, послеоперационная летальность - 6,4%. В отдалённом периоде наблюдения (12 месяцев) доля пациентов с благоприятным функциональным исходом (mRS 0) увеличилась до 67%, mRS 1 отмечен у 15%, mRS 2 - у 8%, mRS 3 - у 3%, mRS 4 - у 0,4% пациентов, к прежней трудовой деятельности не вернулись - 8,3%.

По данным многоцентрового российского исследования РИХА II [3], включившего 6135 пациентов, прооперированных в 22 нейрохирургических центрах РФ, общая послеоперационная летальность снизилась с 6,3 % в 2017 г. до 5,6 % в 2021 г. При разорвавшихся аневризмах летальность составила 10,3 % и 11,5% соответственно. Доля микрохирургических вмешательств уменьшилась с 60% до 48%, тогда как доля эндоваскулярных методов увеличилась с 40% до 52%. Количество операций, выполненных в первые 14 суток после разрыва аневризмы, возросло с 61% до 70%. В центрах с высоким хирургическим объёмом (>100 операций в год) послеоперационная летальность была ниже и составляла около 3%.

1.7 Степень разработанности темы

Проведенный анализ демонстрирует, что современный нейрохирург обладает широким арсеналом микрохирургических техник и огромным

разнообразием сосудистых клипс для лечения ЦА.

Исторически эволюционировав от простого лигирования к сложным реконструктивным методикам, клипирование стало высокоточным и эффективным методом, демонстрирующим превосходные долгосрочные результаты. Однако в условиях смещения показаний в сторону лечения сложных морфологических форм это многообразие порождает ключевую проблему: в отсутствие единых стандартизированных алгоритмов выбор между простым и сложным клипированием, а также определение оптимальной комбинации клипс остается сложной, во многом эмпирической задачей. Данная задача требует от нейрохирурга не только виртуозного владения техникой, но и глубокого понимания гемодинамических последствий того или иного варианта клипирования.

На сегодняшний день в хирургии ЦА остро ощущается потребность в систематизации методов клипирования. Существующий арсенал хирургических техник варьируется от наложения единственной клипсы до сложных комбинаций нескольких клипс, однако выбор оптимальной стратегии часто остается субъективным. Недостаточно разработаны объективные критерии, позволяющие на основе морфологии ЦА, состояния ее стенок и характеристик кровотока определить, когда достаточно простого клипирования для достижения радикального результата, а когда необходимо прибегать к сложным комбинациям для обеспечения долговременной надежности и безопасности.

В связи с этим, изучение методов клипирования и их влияние на клинические и ангиографические результаты операции является крайне актуальным.

Глава 2 Материал и методы исследования

2.1 Общая характеристика пациентов

В настоящее исследование было включено 574 пациента, которым в период с 1 января по 31 декабря 2024 года на базе 3 нейрохирургического отделения (сосудистая нейрохирургия) НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко выполнены оперативные вмешательства по поводу 678 церебральных аневризм.

Критериями включения в исследование являлись: пациенты с микрохирургическим клипированием неразорвавшейся и разорвавшейся (во всех периодах кровоизлияния) церебральных аневризм.

Критериями невключения в исследование являлись: ранее оперированные церебральные аневризмы (как микрохирургическим, так и эндоваскулярным методом); деконструктивное клипирование, где ЦА выключается вместе с несущей артерией; клипирование с реваскуляризацией; консервативная тактика ведения пациента (без операции).

Соотношение пациентов мужского и женского пола в данной группе составило 198 (34,5%) и 376 (65,5%) соответственно (Рисунок 2.1).

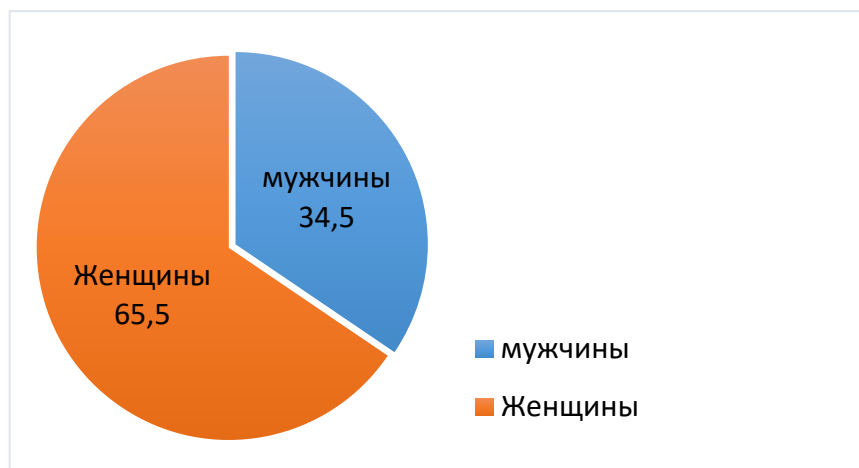


Рисунок 2.1 - Соотношение пациентов мужского и женского пола

Возраст пациентов варьировал от 19 до 78 лет. Средний возраст составил 55 ± 11,6.

Множественные ЦА диагностированы у 198 (34,5%) пациентов.

Одноэтапное микрохирургическое лечение множественных ЦА было выполнено в 104 случаях, что составляет 15,3% от общего числа ЦА.

Для объективизации тяжести состояния пациентов на момент поступления использовался дифференцированный подход, основанный на клиническом периоде заболевания.

У пациентов с неразорвавшимися аневризмами и пациентов в подостром или «холодном» периоде САК (n=525) функциональный статус оценивался по модифицированной шкале Рэнкина (МШР). Подавляющее большинство пациентов этой группы - 520 человек (99,05%) - имели благоприятный статус (0-2 балла). У 5 пациентов (0,95%) дефицит соответствовал 3-4 баллам по МШР. Пациентов в крайне тяжелом состоянии (5 баллов) в данной группе не было (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Распределение пациентов в подостром, «холодном» периоде САК и с неразорвавшимися аневризмами по шкале МШР

МШР	Пациенты (%)
0-2	520 (99,05)
3-4	5 (0,95)
5	-
Итого (%)	525 (100)

Состояние пациентов, поступивших в остром периоде САК (n=49), оценивалось комплексно по шкалам Hunt-Hess и МШР. По шкале Hunt-Hess более половины пациентов (55,1%) соответствовали II степени тяжести (Таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Распределение пациентов в остром периоде САК по шкале Hunt-Hess

Hunt-Hess	Пациенты (%)
I	2 (4,1)
II	27 (55,1)
III	14 (28,6)
IV	1 (2,0)
V	5 (10,2)
Итого (%)	49 (100)

При оценке функционального статуса по шкале МШР в этой же группе (острый период САК) преобладали пациенты с выраженным неврологическим дефицитом (3-4 балла), что составило 63,3% случаев (Таблица 2.3).

Таблица 2.3 - Распределение пациентов в остром периоде САК по шкале МШР

МШР	Пациенты (%)
0-2	17 (34,7)
3-4	31 (63,3)
5	1 (2,0)
Итого (%)	49 (100)

2.2 Предоперационные исследования

Всем пациентам с верифицированным диагнозом после поступления проводился стандартный нейрохирургический комплекс обследования с оценкой неврологического и соматического статуса, уточнялся факт перенесённого внутричерепного кровоизлияния. В диагностический процесс были вовлечены нейрохирург, невролог, офтальмолог и терапевт.

Первичная диагностика ЦА на догоспитальном этапе включала КТ-ангиографию, выполненную у 529 пациентов (97,2%), а также в отдельных случаях ЦАГ - 4 (0,7%) и МР-ангиографию - 11 (2,0%). Для последующего анализа применялись серии КТ и МРТ, обрабатываемые в DICOM-просмотрщике компании «Инобитек» и программе Blender.

Просмотр ангиографических режимов, построение трёхмерных реконструкций и использование сегментации по DICOM-сериям позволяли детально визуализировать ЦА.

Создавались комбинированные 3D-модели, где мягкие ткани, костные и сосудистые структуры получали по данным КТ, а мозговые - по МРТ, что было особенно полезно при планировании хирургического доступа, выборе вида и количества клипс и определении тактики клипирования.

2.3 Общая характеристика исследуемых церебральных аневризм

В каротидном бассейне ЦА локализовались в 524 (96,3%) наблюдений, в ВББ – в 20 (3,7%).

Размеры ЦА определялись согласно классификации Yasargil G.M. [18]: миллиарные = 2 мм и менее, маленькие = 3-5 мм, средние = 6-14 мм, крупные = 15-24 мм и гигантские = 25 мм и более.

По морфологической форме ЦА классифицированы следующим образом:

- 1) мешотчатые: четко сформированы шейка, тело, дно (Рисунок 2.2 А);
- 2) фузиформные: диффузное расширение стенок сосуда (Рисунок 2.2 Б);

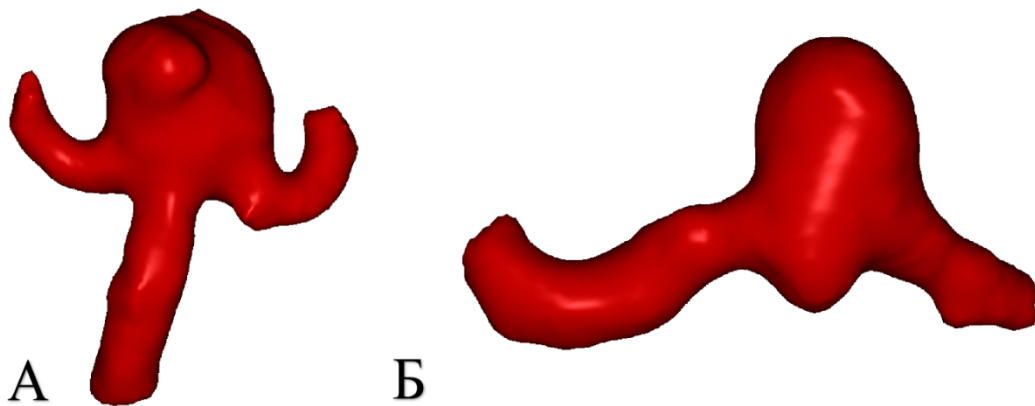


Рисунок 2.2 - Формы ЦА.: А - Мешотчатая; Б - фузиформная

В зависимости от наличия тромботических масс в полости ЦА были разделены на следующие группы:

- 1) ЦА без тромбов (Рисунок 2.3 А);
- 2) частично тромбированные ЦА (Рисунок 2.3 Б).

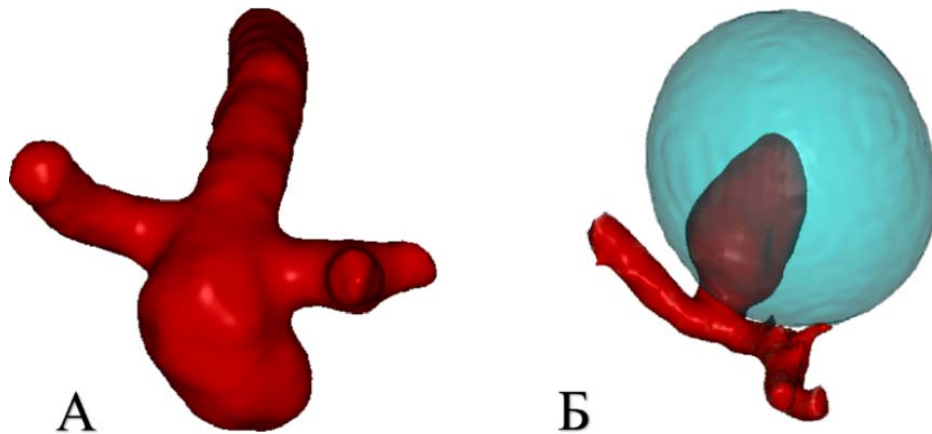


Рисунок 2.3 - Степени тромбирования ЦА: А - ЦА без тромба; Б - частично тромбированная ЦА

В группу сложных ЦА включали аневризмы со следующими характеристиками: крупный (15-24 мм) или гигантский (от 25 мм) размер; фузиформная конфигурация; частичное тромбирование полости или склерозирование стенки при размере ЦА от 10 мм и более [14].

2.4 Тактика выбора хирургического доступа и оценка исходов микрохирургического лечения церебральных аневризм

При аневризмах переднего отдела Виллизиева круга использовались 2 вида доступов (Рисунок 2.4):

1. птериональный доступ - при локализации в ПСА, СМА, А1 сегмента ПМА;
2. передний межполушарный доступ - при локализации в дистальных отделах ПМА.

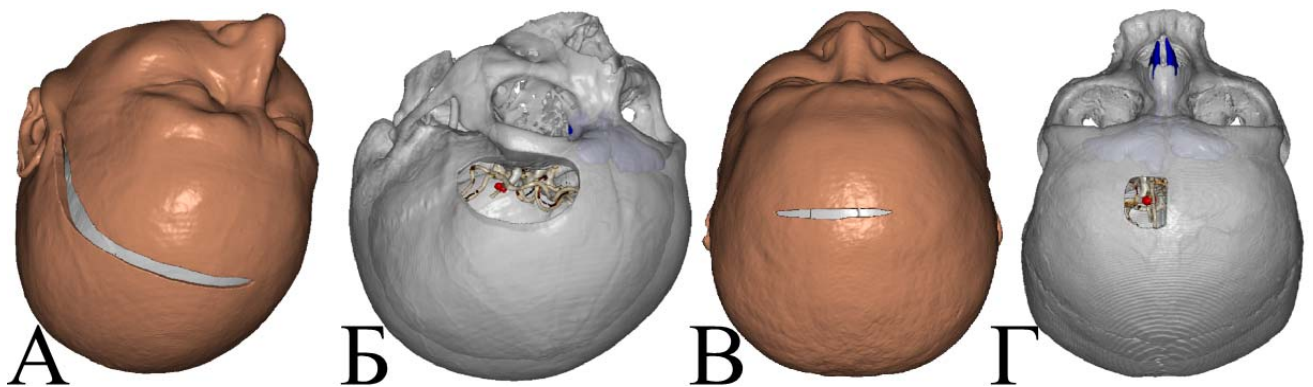


Рисунок 2.4 - Реконструкция доступов при ЦА передних отделов Виллизиева круга: А - Разрез кожи при птериональном доступе; Б. трепанация при птериональном доступе; В - разрез кожи при межполушарном доступе; Г - трепанация при переднем межполушарном доступе

При ЦА заднего отдела Виллизиева круга использовались 3 вида доступов (Рисунок 2.5):

1. субвисочный доступ: при локализации в задней мозговой артерии (ЗМА);
2. ретросигмовидный доступ: при локализации в проксимальном сегменте задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА) (ПА устья ЗНМА);
3. срединный субоксипитальный доступ: при локализации в дистальном сегменте ЗНМА.

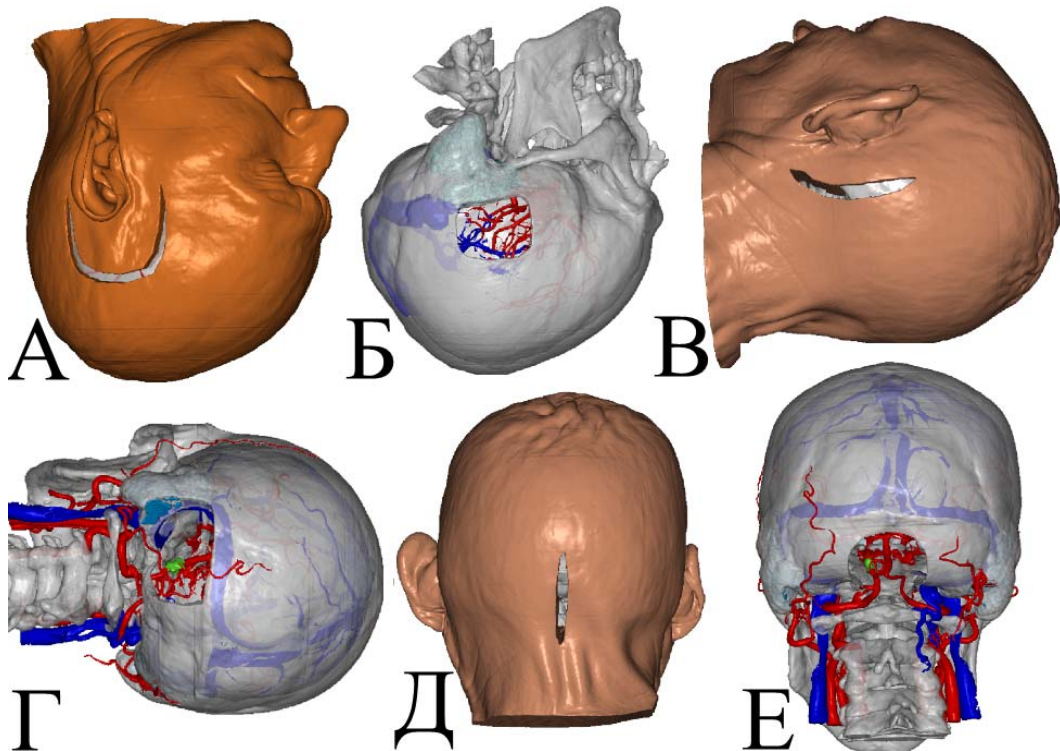


Рисунок 2.5 - Реконструкция доступов при ЦА задних отделов Виллизиева круга:
 А - Разрез кожи при субвисочном доступе; Б - трепанация при субвисочном доступе; В - разрез кожи при ретросигмовидном доступе; Г - ретросигмовидный доступ; Д - разрез кожи при срединном субоксипитальном доступе; Е - срединный субоксипитальный доступ

2.5 Классификация осложнений хирургического лечения церебральных аневризм

Все осложнения хирургического лечения ЦА разделены на церебральные и экстрацеребральные. К экстрацеребральным осложнениям относили менингит и ликворею, а к церебральным осложнениям относили неврологические нарушения (снижение памяти, обоняния, когнитивное нарушение), ишемии и гематомы.

Все виды ишемии мы разделили на лакунарный инфаркт (нарушение кровообращения в бассейне перфорирующей артерии), ишемию в бассейне крупной ветви и венозную ишемию.

Для оценки исходов пациентов после микрохирургического клипирования ЦА была использована модифицированная шкала Рэнкина (МШР) [14]. Дальнейший анализ проводился с градацией на благоприятные исходы (МШР 0-2), исходы с инвалидизацией (МШР 3-4) и с глубокой инвалидизацией (МШР 5).

Для оценки динамики неврологического статуса после оперативного вмешательства все пациенты были распределены на три группы в зависимости от изменения их состояния по сравнению с дооперационным периодом: улучшение, без изменения и ухудшение.

Таблица 2.4 - Сравнительная оценка неврологического статуса после операции

Категория	Интерпретация
Улучшение	Частичный или полный регресс симптоматики с «3-4» до «0-2» баллов по МШР
Без изменения	Неврологический статус по МШР в п/о периоде соответствовал дооперационному
Ухудшение	Появление неврологической симптоматики или усугубление уже имеющейся симптоматики
Смерть	Летальный исход

2.6 Классификация и общая характеристика сосудистых клипс

В рамках исследования применялись сосудистые клипсы от трех различных производителей:

1) «Нейрон-Н»: модели из кобальтового сплава 40КХНМ-ПН (соответствует ГОСТ 14118-85) и титанового сплава ВТ6 (соответствует ГОСТ 19807), тип Yasargil;

2) Aescular: из титанового сплава (соответствует ISO 5832-3), тип Yasargil;

3) Mizuho: титановые клипсы модели Sugita II (соответствует ISO 5832-3).

По размеру клипсы делились на «миниклипсы» и «стандартные клипсы». Для каждого из этих размеров использовался отдельный клипсодержатель.

По конфигурациям клипсы поделены на обычные и фенестрированные. В нашем материале мы использовали обычные клипсы в миниразмерах и в стандартных размерах. Фенестрированные клипсы были только стандартных размеров.

Для обычных клипс выделено 3 основных конфигурации, общих для всех производителей.

1) **Прямые.** Характеризуются параллельными прямыми браншами, расположенными в единой плоскости со сжимающим механизмом (Рисунок 2.6).

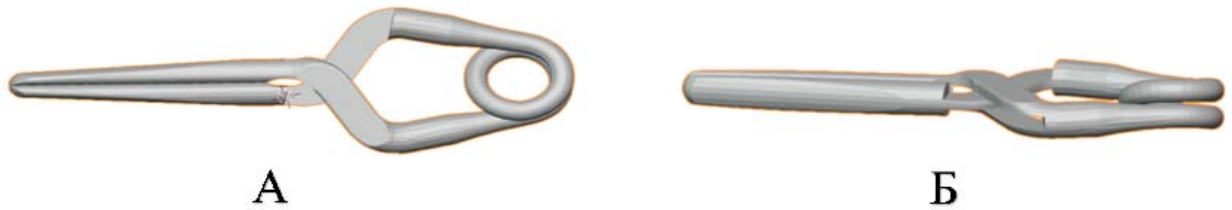


Рисунок 2.6 - Прямая обычная клипса: А - Вид сверху; Б - вид сбоку

К этому же типу также отнесены схожие конфигурации клипс, которые применяются более редко - прямые байонетные клипсы.

2) **Изогнутые вбок.** Бранши плавно изгибаются симметрично друг другу, оставаясь в плоскости сжимающего механизма (Рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 - Изогнутая вбок обычная клипса: А - Вид сбоку в слегка повернутой проекции; Б - вид сверху

К этому же типу также отнесены схожие конфигурации клипс, которые применяются более редко - изогнутые вбок под углом.

3) **Изогнутые вверх.** Плавный изгиб бранш осуществляется вне плоскости сжимающего механизма (Рисунок 2.8).

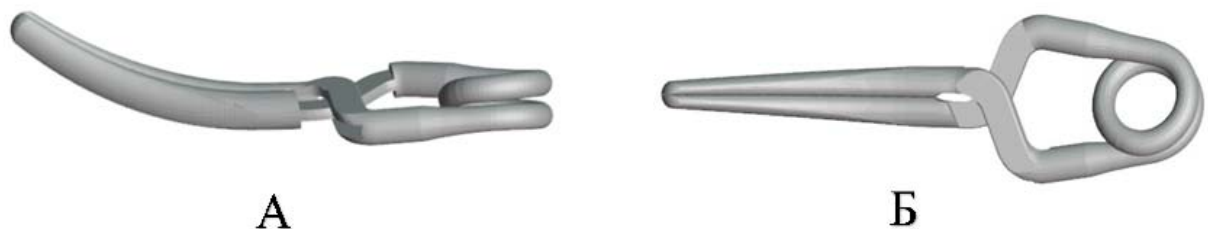


Рисунок 2.8 - Изогнутая вверх обычная клипса: А - Вид сбоку; Б - вид сверху

К этому же типу также отнесены схожие конфигурации клипс, которые применяются более редко - изогнутые вверх под углом, в том числе под прямым углом (L-образные), изогнутые по типу «крючка».

Среди фенестрированных клипс также выделено 3 конфигурации: 1) прямые; 2) изогнутые вверх (под углом 30-60° или под прямым (90°) углом), 3) изогнутые вбок под углом 30° (Рисунок 2.9).

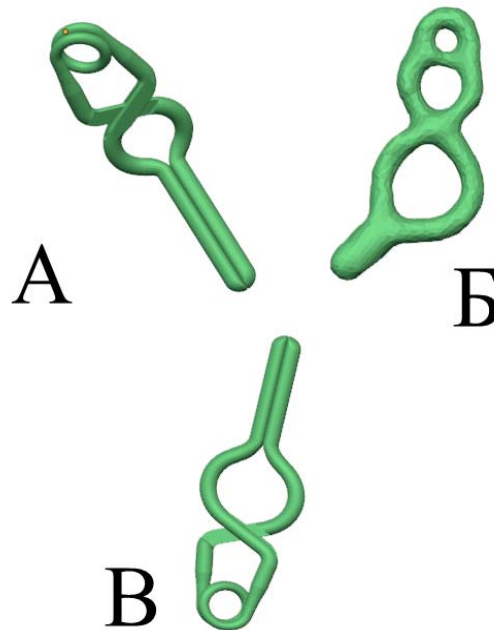


Рисунок 2.9 - Разновидности фенестрированных клипс: А - Изогнутая вверх под углом 30°; Б - изогнутая вбок; В – прямая

2.7 Принцип одной линии при клипировании церебральных аневризм

Клипса, наложенная на шейку аневризмы в месте смыкания её бранш, образует линию, вдоль которой происходит сопоставление растянутых стенок артерии. Кривизна и протяженность этой линии зависят от величины дефекта и числа артерий, на которые он распространяется.

Артерии в области аневризмы делятся на несущие (приходящие, афферентные) и отходящие (отводящие, эфферентные). При аневризмах, расположенных вне области развилки, кривизна линии клипирования определяется изгибом несущей артерии. В случае аневризм в области развилки артерий кривизна линии может быть определена изгибами как несущей, так и отходящих артерий.

Для исключения резидуальных частей аневризмы оптимальным вариантом является наложение клипсы на шейку аневризмы по её максимальной протяженности (Рисунок 2.10).

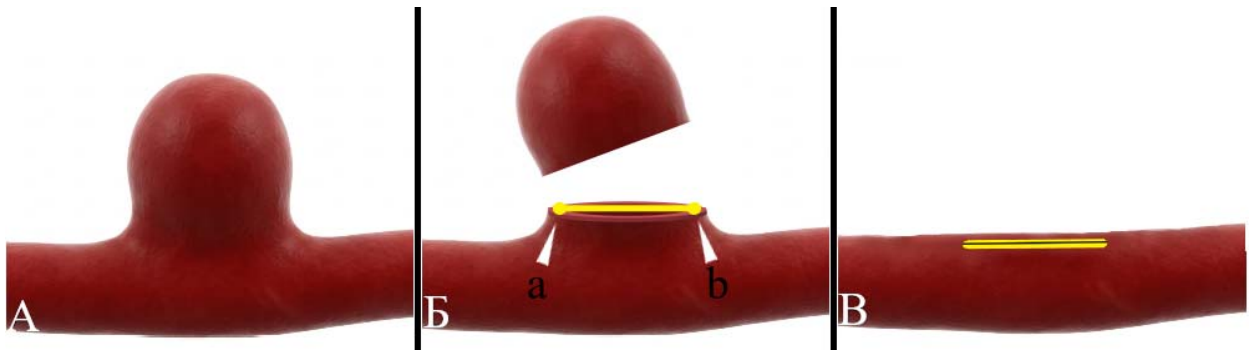


Рисунок 2.10 - Схема наложения одной клипсы по линии соответствующей максимальной протяженности шейки аневризмы: А - Вид классической аневризмы; Б - для визуализации дефекта в области шейки произведено виртуальное отсечение купола аневризмы. Отрезок ab соответствует максимальной величине шейки; В - линия перекрытия дефекта вдоль оси несущей/отходящих артерий, которая образуется после наложения одной клипсы

В некоторых случаях невозможно использовать одну клипсу, чтобы перекрыть аневризму на всем протяжении дефекта артерии. Для полного исключения аневризмы могут быть использованы несколько клипс, наложенных на различные участки шейки вдоль одной линии - прямой, кривой или ломанной. Ломанная линия предполагает выключение частей аневризмы на разных поверхностях артерии (Рисунок 2.11).

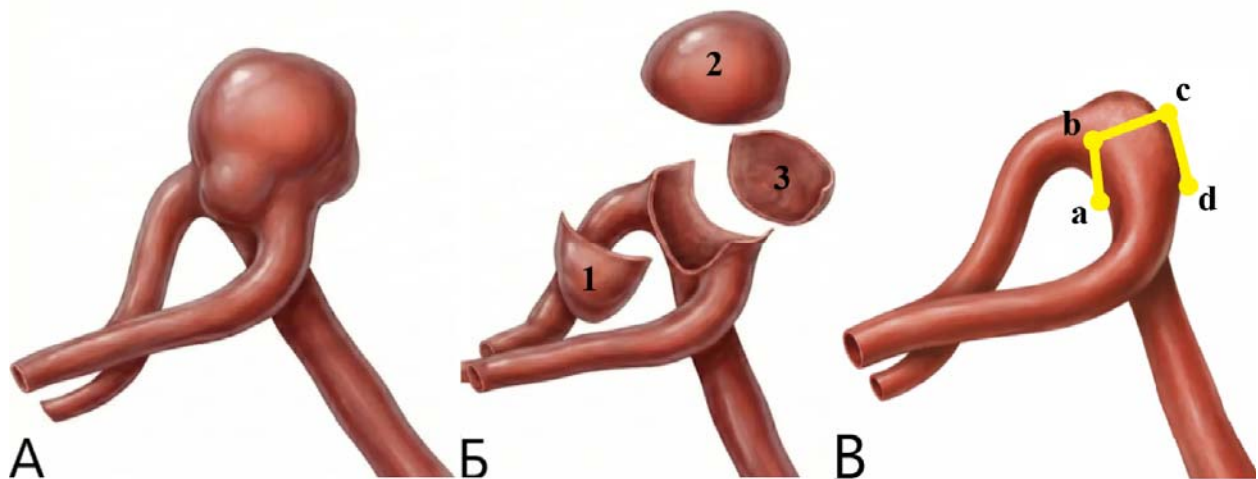


Рисунок 2.11 - Схема фрагментированного клипирования вдоль ломанной линии, каждый из отрезков которой предполагает выключение аневризмы на разных поверхностях: А - Бифуркационная аневризма с широкой шейкой; Б - для визуализации дефекта в области шейки произведено виртуальное отсечение частей аневризмы с трех сторон; В. ломанная линия, образованная в результате перекрытия дефекта артерии разными клипсами на трех отрезках, соответствующих разным поверхностям: ab - выключение части аневризмы №1, bc - выключение части аневризмы №2, cd - выключение части аневризмы №3

2.8 Классификация методов реконструктивного клипирования согласно принципу «одной линии»

В нашей работе мы использовали классификацию, представленную Пилипенко Ю.В. и соавт. [9].

I. Клипирование с одной линией:

1. Простое:

O1 - одиночное;

O1R - с дистальным усилением;

O1B - с бустерными клипсами.

2. Тандемное:

F1 - классическое по Drake;

F1R - с дистальным усилением;

F2 - обычное;

F3 - через купол угловыми фенестрированными клипсами.

3. Встречное:

F4 - обычное;

F4R1 - с центральным прямым усилением;

F4R2 - с параллельным усилением.

4. Перекрестное:

F5 - обычное;

F5R - с дистальным усилением;

F6 - двойное перекрестное.

5. С туннелированием отходящей артерии:

O2 - одной клипсой;

O2R1 - усиленное фенестрированными клипсами;

O2R2 - усиленное обычными клипсами.

6. С туннелированием несущей артерии:

O3 - одной клипсой;

F7 - тандемным способом по Sugita;

F8 - встречным способом;

- F8R1 - встречным способом с центральным усилением;
- F8R2 - встречным способом с параллельным усилением;
- F9 - перекрестным способом.

7. Перпендикулярное клипирование:

- F10 - обычное (частоколом);
- F11 - фенестрированными клипсами через купол ЦА;
- F12 - фенестрированными клипсами с туннелированием несущей артерии.

8. Комбинированное клипирование:

- F13 - сочетания F1-F12.

II. Раздельное клипирование:

- D1 - с непересекающимися линиями;
- D2 - с пересекающимися линиями.

Простое одиночное клипирование подразумевает наложение на шейку ЦА одной клипсы. Схема данного метода приведена на рисунке 2.12.



Рисунок 2.12 - Простое одиночное клипирование (O1)

Клипированием с дистальным усилением называется техника, когда дистальнее первой (основной) клипсы накладывается одна или несколько клипс с целью исключения остаточного кровенаполнения купола (Рисунок 2.13).

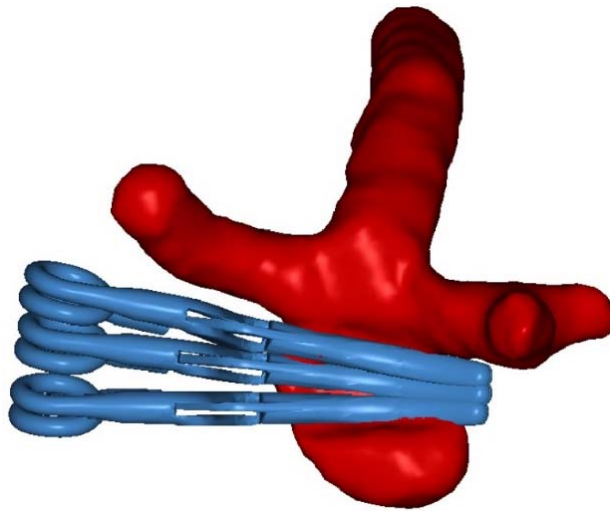


Рисунок 2.13 - Простое клипирование с дистальным усилением (O1R)

Другой вариант усиливающего клипирования - наложение поверх бранш первой клипсы бустерной клипсы. Бустерные клипсы имеют усиленный пружинный механизм сжатия и борозду на внутренней поверхности бранш (Рисунок 2.14).

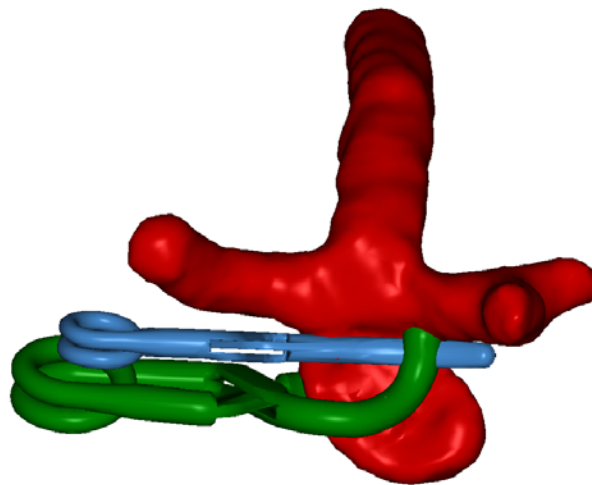


Рисунок 2.14 - Простое клипирование с бустерными клипсами (O1B)

Фрагментация шейки ЦА несколькими клипсами может потребоваться, когда не хватает длины основной клипсы или когда шейка распространяется на несколько поверхностей артерии. Подходящая техника в таких ситуациях - тандемное клипирование. Одна линия сжатия шейки образуется в результате наложения нескольких клипс встык друг к другу. Для этого может быть использовано две или более клипс. При этом замки всех клипс находятся с одной стороны. В

оригинальном варианте, предложенном Drake C.G. [53], тандемное клипирование достигалось путем наложения прямой фенестрированной клипсы, бранши которой закрывали дальнюю часть шейки, в то время как ближняя часть оставалась в открытом проеме. Затем эта невыключенная часть шейки перекрывалась второй обычной клипсой, наложенной дистальнее или проксимальнее открытого проема (Рисунок 2.15 А). В ряде ситуаций для этого способа может потребоваться дистальное усиление (Рисунок 2.15 Б).

Тандемное клипирование может быть выполнено и обычными нефенестрированными клипсами (Рисунок 2.15 В).

Еще один вариант тандемного клипирования - использование нескольких угловых фенестрированных клипс, наложенных подряд таким образом, чтобы бранши смыкали шейку ЦА, а в фенестрированную часть заключался купол ЦА (Рисунок 2.15 Г). Идея такого клипирования - создать акцент пережатия непосредственно в области шейки и исключить потерю силы сжатия при соприкосновении начальных отделов клипс с куполом ЦА.

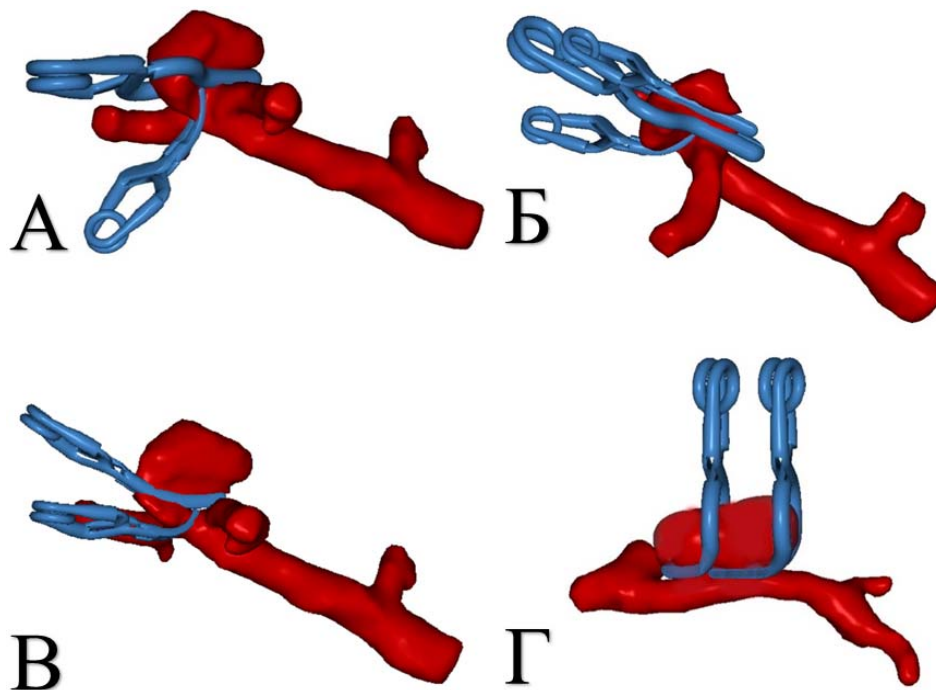


Рисунок 2.15 - Тандемное клипирование. А. Классическое по Drake (F1); Б. с дистальным усилением (F1R); В. обычными клипсами (F2); Г. через купол угловыми фенестрированными клипсами (F3)

При встречном клипировании концы бранш клипс обращены друг к другу, а замки расположены с противоположных сторон. При обычном встречном клипировании накладываются только две клипсы (Рисунок 2.16 А). Чтобы не допустить просачивания крови в ЦА, при встречном клипировании могут использоваться два варианта дистального усиления: на место стыка по центру накладывается прямая клипса через купол ЦА (Рисунок 2.16 Б) или усиливающие клипсы накладываются параллельно предыдущим (Рисунок 2.16 В).

Перекрестное клипирование чаще используется в тех случаях, когда шейка ЦА распространяется на противоположные поверхности артерии. Первой накладывается обычная клипса на часть шейки ЦА, вдоль одной поверхности артерии. Далее устанавливается фенестрированная клипса, бранши которой выключают остаточную часть шейки на другой поверхности артерии, а в кольцо клипсы заключаются бранши первой клипсы (Рисунок 2.17 А). Иногда при перекрестном клипировании также может потребоваться дистальное усиление (Рисунок 2.17 Б). При распространении ЦА на три поверхности артерии возможен вариант двойного перекрестного клипирования (Рисунок 2.17 В).

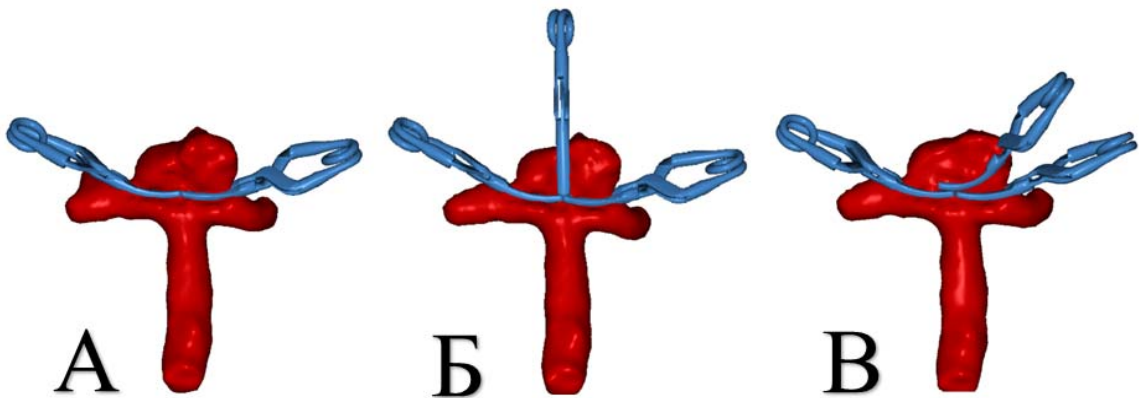


Рисунок 2.16 - Встречное клипирование. А. Обычными клипсами (F4); Б. с центральным усилением (F4R1); В. с параллельным усилением (F4R2)

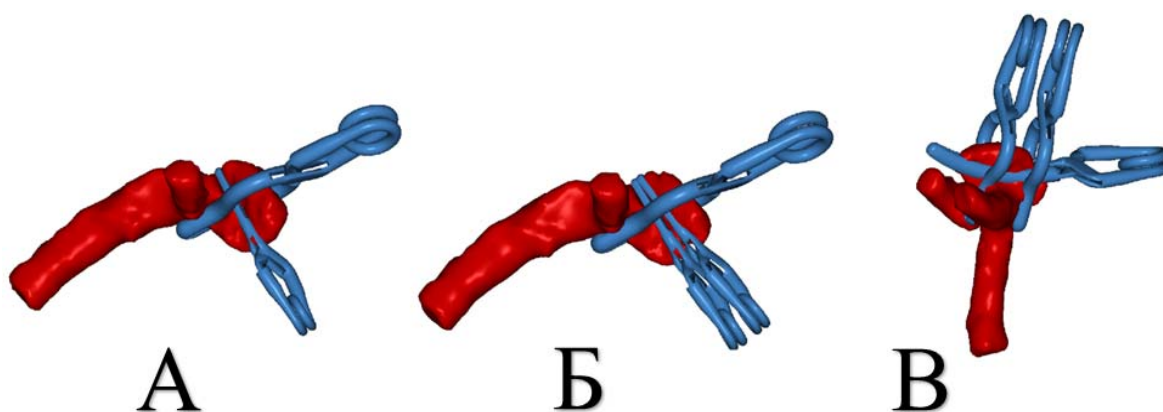


Рисунок 2.17 - Перекрестное клипирование. А. Обычное (F5); Б. с дистальным усилением (F5R); В. двойное перекрестное (F6)

Клипированием с туннелированием отходящей артерии называется техника, когда фенестрированная клипса накладывается таким образом, чтобы в кольцо клипсы заключалась отходящая артерия, а бранши смыкались на шейке ЦА (Рисунок 2.18 А). Если такая фенестрированная клипса полностью захватывает шейку, но купол ЦА продолжает кровоснабжаться, то для усиливающего эффекта дистальнее и параллельно первой клипсе накладываются одна или несколько фенестрированных клипс схожей конфигурации (Рисунок 2.18 Б).

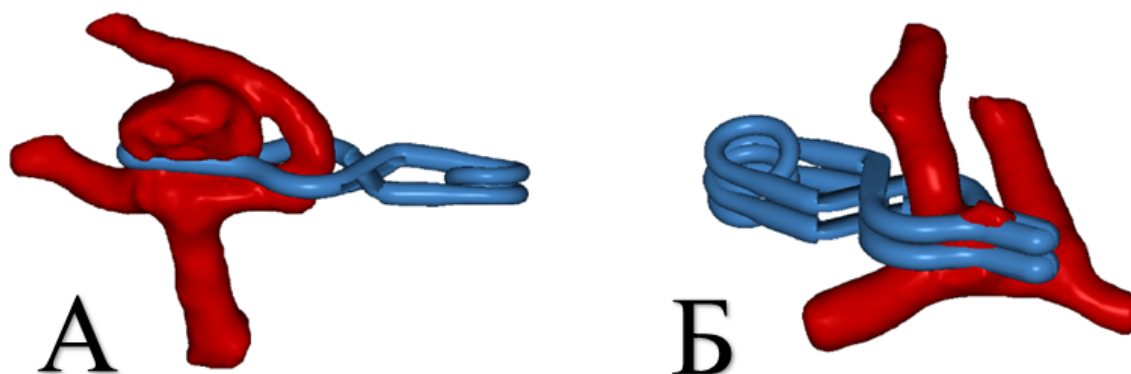


Рисунок 2.18 - Клипирование с туннелированием отходящей артерии. А. одной клипсой (O2); Б. усиленное фенестрированными клипсами (O2R1)

Клипирование с туннелированием несущей артерии подразумевает технику, где в кольцо фенестрированных клипс заключается приносящая артерия, а бранши выключают купол ЦА. Существует 6 вариантов данной техники: с туннелированием несущей артерии одной угловой фенестрированной клипсой (Рисунок 2.19 А), с туннелированием несущей артерии тандемным способом

(Рисунок 2.19 Б), встречным (Рисунок 2.19 В) и перекрёстным способом (Рисунок 2.19 Е). Встречное клипирование с туннелированием несущей артерии может потребовать дистального усиления: центрального (Рисунок 2.19 Г) или параллельного (Рисунок 2.19 Д).

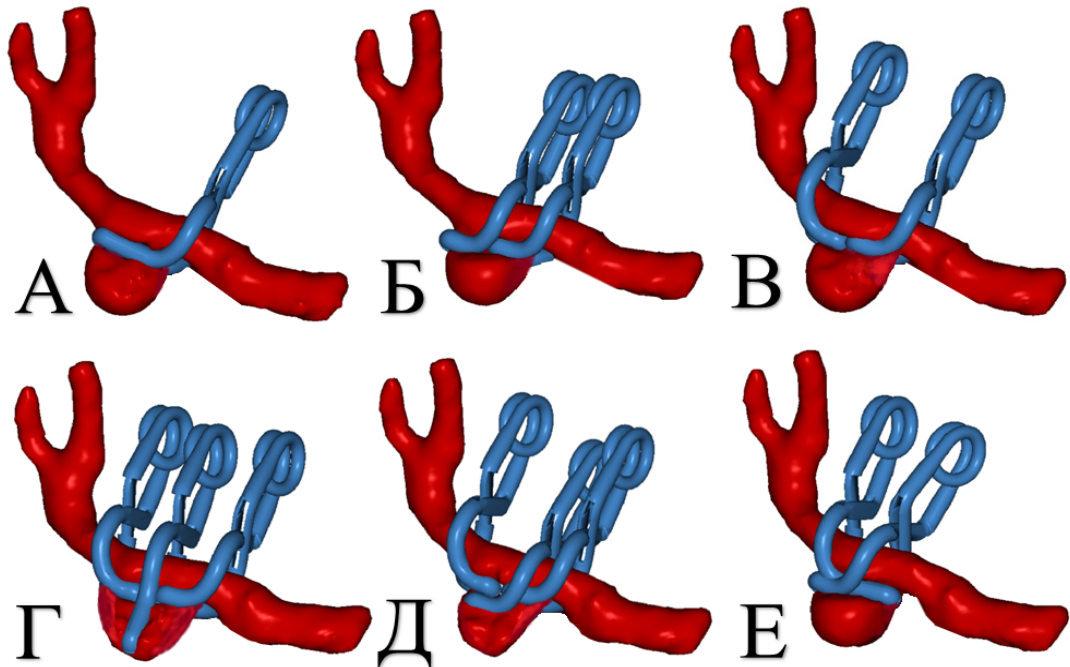


Рисунок 2.19 - Клипирование с туннелированием несущей артерии. А. одной клипсой (O3); Б. тандемным способом по Sugita (F7); В. встречным способом (F8); Г. встречным способом с центральным усилением (F8R1); Д. встречным способом с параллельным усилением (F8R2); Е. перекрёстным способом (F9)

Перпендикулярное клипирование

При перпендикулярном клипировании клипсы накладываются перпендикулярно по отношению шейке ЦА. Линия сжатия дефекта артерии формируется концами бранш клипс (Рисунок 2.20 А). Другой вариант перпендикулярного клипирования - когда купол ЦА клипируются фенестрированными клипсами так, что купол остается в фенестрированной части клипсы, а бранши располагаются перпендикулярно шейке ЦА (Рисунок 2.20 Б). Также возможно туннелирование несущей артерии прямыми фенестрированными клипсами (Рисунок 2.20 В).

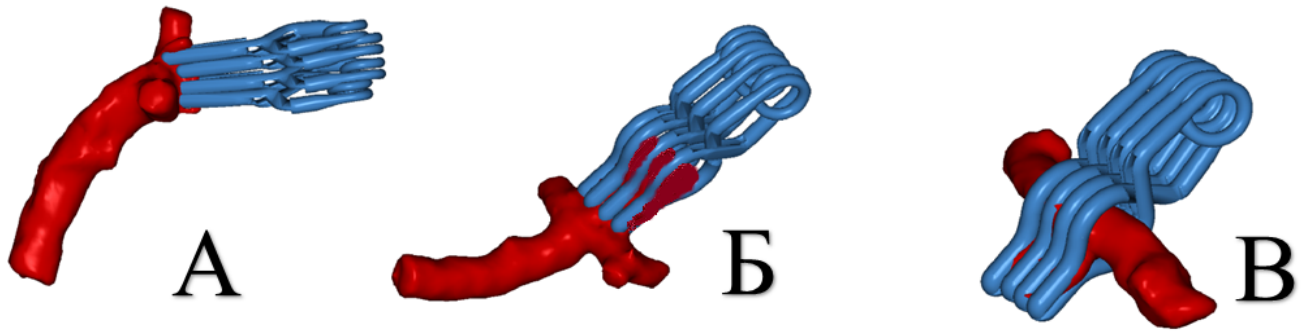


Рисунок 2.20 - Перпендикулярное клипирование. А. Обычное (F10); Б. фенестрированными клипсами через купол ЦА; В. фенестрированными клипсами с туннелированием несущей артерии (F12)

Сочетание различных способов фрагментации шейки при линейном наложении клипс называется комбинированным клипированием (Рисунок 2.21).

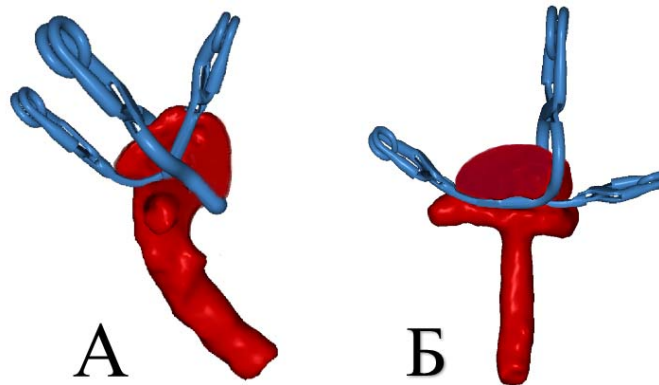


Рисунок 2.21 - Комбинированное клипирование. А. Комбинация перекрестного и тандемного клипирования (F13: F2+F6); Б. комбинация встречного и тандемного клипирования (F13: F2+F4)

Раздельное клипирование

В нечастых ситуациях, при многокамерных, трифуркационных и некоторых других нетипичных ЦА, не удастся при клипировании сложить шейку ЦА клипсами в одну линию. Такое клипирование называется раздельным. Это тоже вариант фрагментированного клипирования.

При раздельном клипировании может образоваться две или более линии перекрытия шейки. Каждая из этих линий может быть сформирована одним из вышеописанных способов линейного клипирования (O1-O3 или F1-F13). Образованные линии при раздельном клипировании в пределах ЦА могут не

пересекаться (Рисунок 2.22 А) или пересекаться (Рисунок 2.22 Б), образуя Т-, Y-, X-образные или иные конфигурации пересечений.

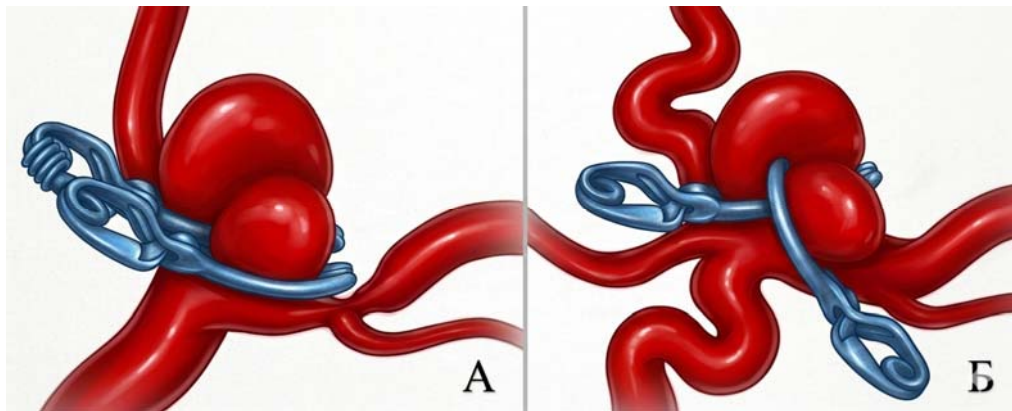


Рисунок 2.22 - Раздельное клипирование. А. С непересекающимися линиями (D1: O1+O1); Б. с пересекающимися линиями (D2: O1+O1)

Мы разделили все вышеперечисленные виды клипирования на две большие группы.

Первая группа - сплошное клипирование, при котором бранши первой (основной) клипсы полностью захватывают шейку аневризмы по максимальной ее длине (Рисунок 2.23).

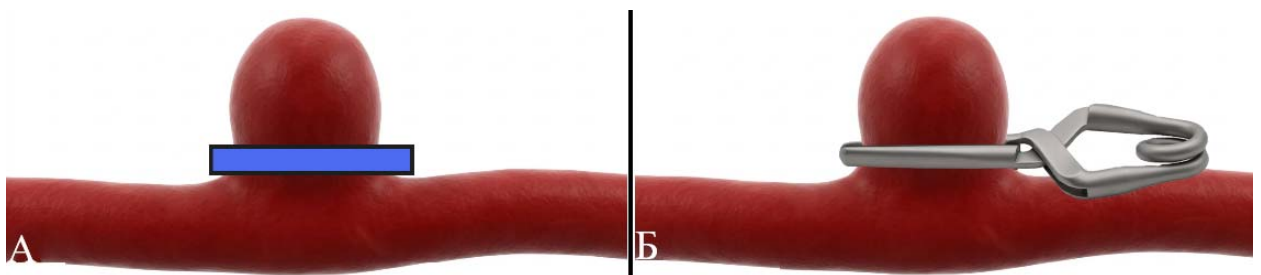


Рисунок 2.23 - Сплошное клипирование. А. Линия перекрытия шейки; Б. установленная клипса полностью захватывает шейку вдоль одной линии

К сплошному клипированию также отнесены случаи, когда дистальнее и параллельно первой клипсе устанавливались дополнительные клипсы с целью усиления эффекта сжатия первой клипсы (Рисунок 2.24).

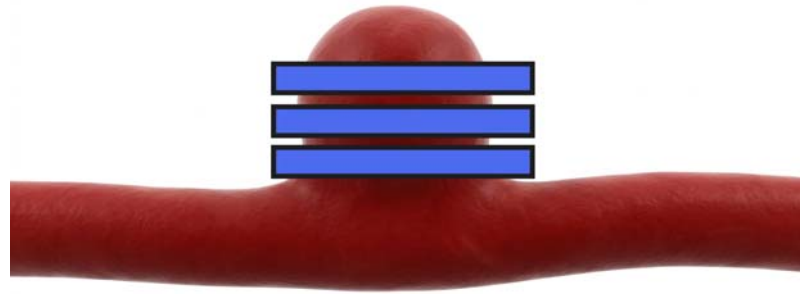


Рисунок 2.24 - Сплошное клипирование с усилением

К сплошным техникам мы отнесли: простое одиночное клипирование (O1), простое одиночное клипирование с дистальным усилением (O1R) или бустерными клипсами (O1B), клипирование с туннелированием отходящей артерии одной клипсой (O2) или с дополнительным усилением фенестрированными (O2R1) и обычными клипсами (O2R2), а также клипирование с туннелированием несущей артерии одной клипсой (O3).

Вторая группа - фрагментированное клипирование, когда шейка ЦА закрывается несколькими клипсами на разных отрезках (Рисунок 2.25).

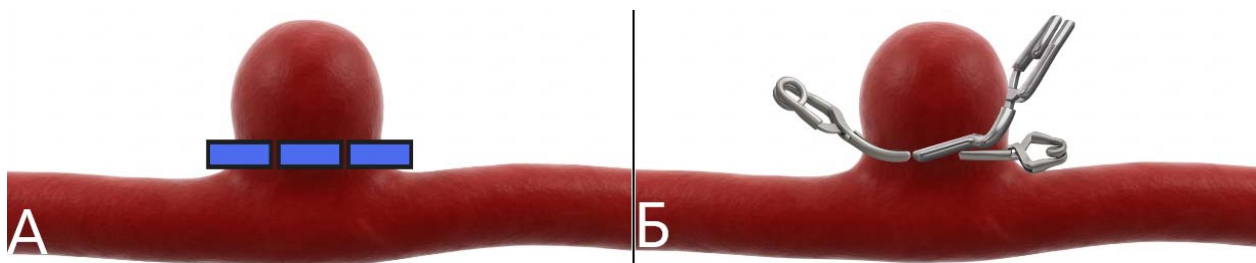


Рисунок 2.25 - Фрагментированное клипирование. А. Линия перекрытия шейки, состоящая из нескольких отрезков; Б. установленные клипсы на разные отрезки шейки аневризмы

Также в группу фрагментированных методов клипирования отнесены случаи клипирования с усилением. При этом не принципиально, какими были линии (состоящими из отрезков или сплошными) дистальнее первой линии. Другими словами, определяющей для отнесения в группу фрагментированных являлась первая линия, наиболее проксимально расположенная по отношению к шейке (Рисунок 2.26).

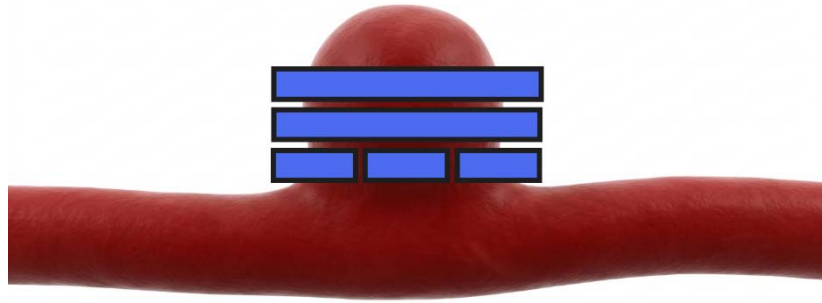


Рисунок 2.26 - Фрагментированное клипирование с усилением

В группу фрагментированных способов отнесли: тандемное (F11, F1R, F2, F3), встречное (F4, F4R1, F4R2) и перекрёстное (F5, F5R, F6) клипирование, методы с туннелированием несущей артерии - по Sugita (F7), встречным (F8, F8R1, F8R2) или перекрёстным способом (F9), перпендикулярное клипирование (F10, F11, F12), комбинированные техники (F1-F12) и отдельное клипирование.

2.9 Классификация степени выраженности кровотечения при интервенционных вмешательствах

Мы определили три степени интенсивности кровотечения при ИР:

1. Легкое кровотечение: не мешающее визуализации несущей артерии и шейки аневризмы. Для контроля достаточно использования аспиратора;
- 2) Умеренное кровотечение: усложняющее визуализацию несущей артерии и шейки аневризмы. Для снижения скорости кровотечения требуются тампонада разрыва и ВК;
- 3) Выраженное кровотечение: с обильной кровопотерей. Для остановки необходимо применение одного большого аспиратора или двух стандартных, а также длительное (более 5-10 минут) использование ВК несущей артерии [7].

2.10 Радикальность клипирования

Радикальность выключения ЦА оценивали по классификации Пилипенко Ю. В. и соавт. [8] с разделением оценки для мешотчатых (Рисунок 2.27) и фузиформных ЦА (Рисунок 2.28). Оценку радикальности выключения ЦА после клипирования проводили с помощью контрольной КТ-ангиографии. Из 574

пациентов с 678 ЦА, включенных в исследование, оценку радикальности клипирования провели у 544 пациентов с 643 ЦА. Для 30 пациентов с 35 ЦА контрольная КТ-ангиография не проводилась по следующим причинам: наличие кобальтовых клипс, хроническая почечная недостаточность и аллергия на йодсодержащее контрастное вещество.

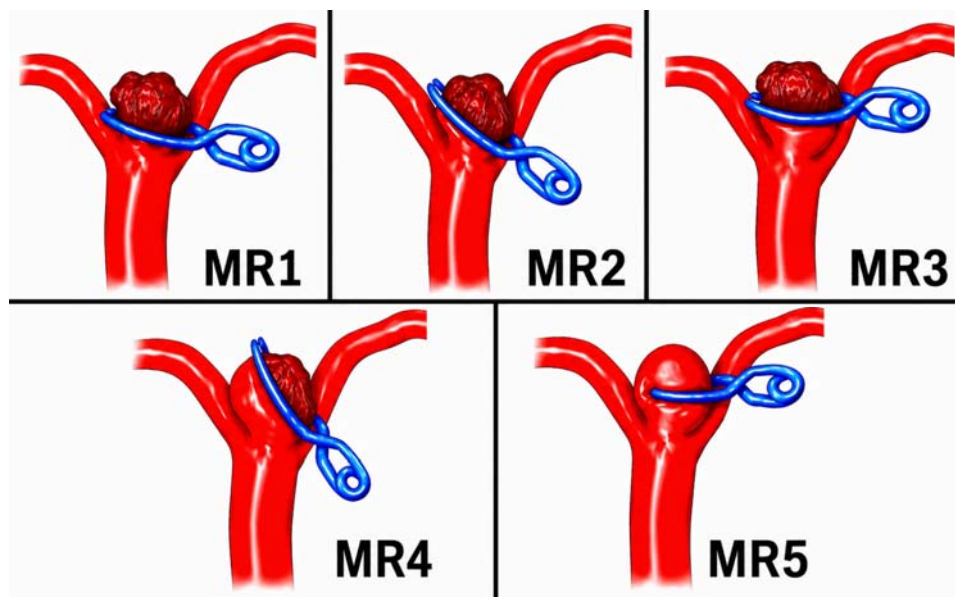


Рисунок 2.27 - Степени радикальности выключения мешотчатой аневризмы ЦА из кровотока

Степени радикальности выключения мешотчатых ЦА представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Радикальность выключения из кровотока при мешотчатых ЦА по шкале НМИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко [8]

Степень выключения	Характеристика	Количество ЦА (%)
MR1	Тотальное выключение ЦА	573 (92,4)
MR2	Субтотальное выключение: контрастирование части шейки до 1 мм.	33 (5,3)
MR3	Частичное выключение: контрастирование шейки от 1 до 3 мм.	13 (2,1)
MR4	Незначительное выключение: частичное контрастирование купола ЦА, другой камеры ЦА или дивертикула в области шейки.	1 (0,2)
MR5	Отсутствие выключения: полное контрастирование купола ЦА	-
Всего мешотчатых ЦА		620 (100)

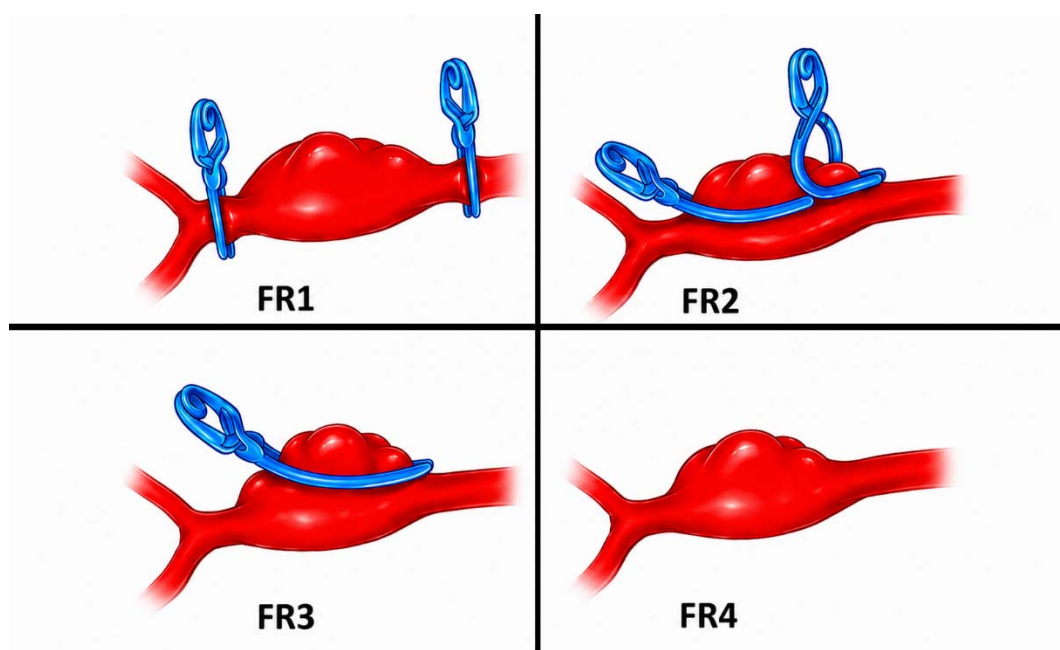


Рисунок 2.28 - Степени радикальности выключения фузиформной аневризмы ЦА из кровотока

Данные о радикальности выключения фузиформных ЦА представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Радикальность выключения из кровотока при фузиформных ЦА по шкале НМИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко [7]

Степень	Характеристика	Количество ЦА (%)
FR1	Полное выключение ЦА вместе с несущей артерией	-
FR2	Полное выключение ЦА с сохранением несущей артерии (артерия на уровне клипс не расширена)	15 (62,5)
FR3	Частичное выключение ЦА: сохраняется расширение артерии на уровне или рядом с ЦА	7 (30,4)
FR4	Отсутствие выключения: полностью контрастируемая фузиформная ЦА	1 (4,3)
Всего фузиформных ЦА		23 (100)

Для целей данного анализа градации радикальности были объединены в три группы:

- 1) Тотальное выключение: MR1, FR2;
- 2) Субтотальное выключение: MR2;
- 3) Частичное выключение: MR3, MR4, FR3, FR4.

Примеры радикальности выключения мешотчатых и фузиформных ЦА представлены на рисунке 2.29.

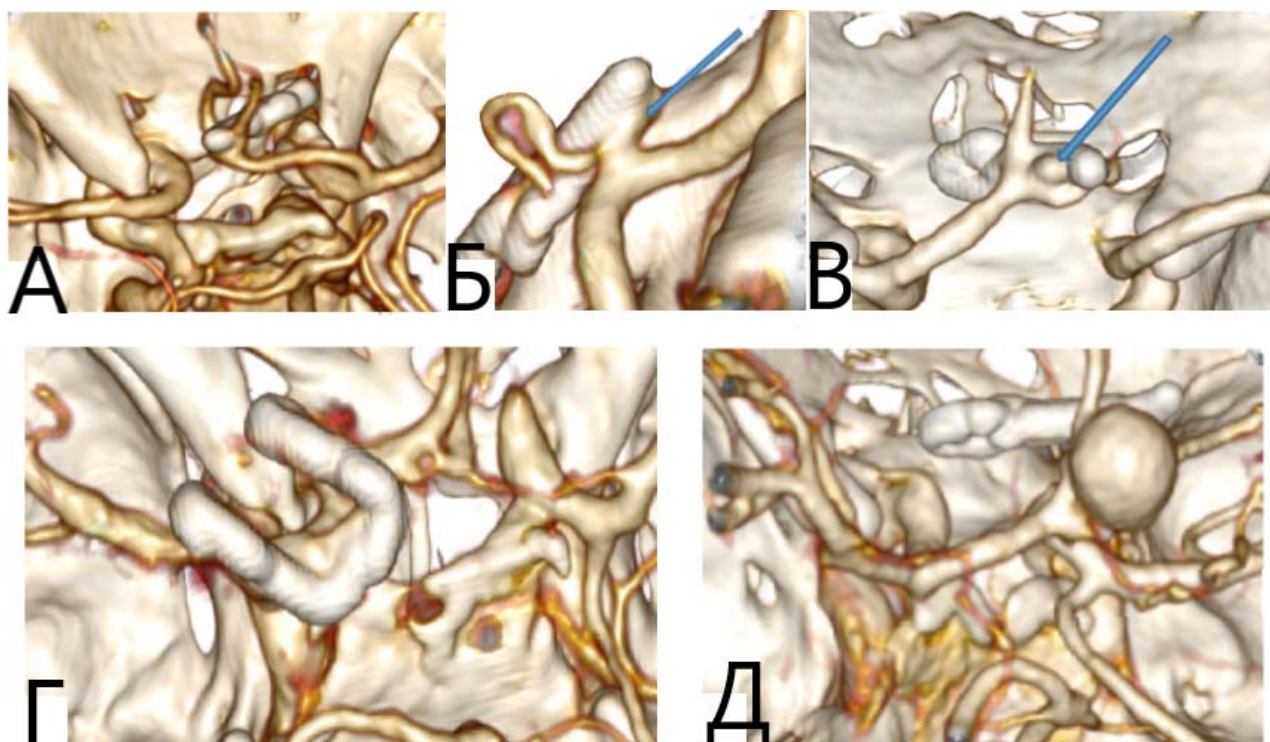


Рисунок 2.29 - Степень радикальности выключения мешотчатых и фузиформных ЦА. А. Тотальное выключение (MR1) при одиночном клипировании мешотчатой ЦА ПСА; Б. субтотальное выключение (MR2) мешотчатой ЦА устья ЗНМА при тандемном клипировании; В. частичное выключение (MR3) мешотчатой ЦА ПСА при одиночном клипировании; Г. тотальное выключение (FR2) фузиформной ЦА А1-сегмента левой ПМА при клипировании с туннелированием несущей артерии встречным способом; Д. частичное выключение (FR3) фузиформной ЦА А2 сегмента при простом клипировании с дистальным усилением

2.11 Методы статистического анализа

Обработка результатов исследования осуществлялась в структурированной базе данных с использованием Microsoft Office Excel.

Статистический анализ проводился с применением языка программирования R (версия 4.2.1) в интегрированной среде RStudio Server (версия 1.3.1093). Для описания распределения количественных переменных, как непрерывных, так и дискретных, использовались среднее значение, стандартное отклонение, медиана и квартильные показатели, тогда как категориальные переменные характеризовались в процентном выражении.

Для сравнения частотных показателей (осложнения, исходы, радикальность) в независимых группах использовался критерий χ^2 (хи-квадрат) Пирсона. В случаях, когда ожидаемые частоты в таблицах сопряженности были менее 5, применялся точный критерий Фишера (F-тест).

Для выявления независимых предикторов неблагоприятных исходов и оценки совокупного влияния клинико-анатомических факторов на риск развития осложнений проводился многомерный анализ в программе IBM SPSS Statistics - была построена модель бинарной логистической регрессии. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$. Если значение p находилось в интервале от 0,05 до 0,1, результат трактовался как наличие статистической тенденции.

Глава 3 Выбор техники микрохирургического клипирования в зависимости от топографо-анатомических особенностей церебральных аневризм

3.1 Методы клипирования в зависимости от локализации церебральных аневризм

В исследуемой группе ($n = 678$) наиболее часто применялось одиночное клипирование - 45,0% ($n = 305$; 95% ДИ 41,3-48,7%). Вторым по частоте являлся тандемный способ - 29,4% ($n = 199$; 95% ДИ 26,0-32,8%). К менее распространённым методам относились усиленное (11,4%), перекрёстное (3,4%), комбинированное (3,2%) и встречное клипирование (2,2%). Редкие техники включали туннелирование отходящей артерии (1,9%), туннелирование несущей артерии (0,9%) и отдельное клипирование (1,8%).

В целом сплошные методы клипирования преобладали и были использованы в 58,4% случаев ($n = 396$; 95% ДИ 54,7-62,1%), тогда как фрагментированные (включая отдельное клипирование) составили 41,6%. Различия между типами клипирования статистически значимы (χ^2 , $p < 0,001$).

Методы клипирования в зависимости от локализации ЦА представлены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Методы клипирования в зависимости от локализации ЦА

Локализация ЦА	Методы клипирования (%)											Количество ЦА (%)
	Простое одиночное	Простое усиленное	Тандемное	Встрече- ное	Перекрест- ное	С туннелированием		Перпен- дикулярное	Комбини- рованное	Раздель- ное		
						отходящей артерии	несущей артерии					
ВСА параклиноидная	19 (61,3)	4 (12,9)	7 (22,6)	-	-	-	1 (3,1)	1 (3,1)	1 (3,2)	-	-	32 (4,7)
ВСА супраклиноидная	57 (58,8)	14 (14,4)	17 (17,5)	2 (2,1)	-	-	2 (2,1)	2 (2,1)	3 (3,1)	1 (1,0)	1 (1,0)	97 (14,3)
ВСА бифуркация	20 (69,0)	1 (3,4)	6 (20,7)	2 (6,9)	-	-	-	-	-	-	-	29 (4,3)
ПМА А1	7 (53,8)	1 (7,7)	2 (15,4)	1 (7,7)	-	-	2 (15,4)	2 (15,4)	-	-	-	13 (1,9)
ПМА-ПСА	86 (45,5)	25 ()	49 (25,9)	5 (2,6)	4 (2,1)	11 (5,8)	-	-	4 (2,1)	-	5 (2,6)	189 (27,9)
ПМА А2-А4	22 (59,5)	1 (2,7)	8 (21,6)	-	2 (5,4)	-	-	-	2 (5,4)	2 (5,4)	-	37 (5,5)
СМА М1	10 (43,5)	3 (13,0)	8 (34,8)	-	2 (8,7)	-	-	-	-	-	-	23 (3,4)
СМА бифуркация	75 (32,8)	25 (10,9)	90 (39,3)	4 (1,7)	14 (6,1)	1 (0,4)	-	-	10 (4,4)	3 (1,3)	6 (2,6)	228 (33,6)
СМА периферия	2 (22,2)	-	5 (55,6)	1 (11,1)	-	-	-	-	1 (11,1)	-	-	9 (1,3)
ЗМА и ОА	1 (50,0)	-	1 (50,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (0,3)
ПА	4 (30,8)	2 (15,4)	5 (38,5)	-	1 (7,7)	1 (7,7)	-	-	-	-	-	13 (1,9)
ЗНМА	2 (33,3)	1 (16,7)	1 (16,7)	-	-	-	1 (16,7)	1 (16,7)	1 (16,7)	-	-	6 (0,9)
Итого (%)	305 (45,0)	77 (11,4)	199 (29,4)	15 (2,2)	23 (3,4)	13 (1,9)	6 (0,9)	6 (0,9)	22 (3,2)	12 (1,8)	-	678 (100)

Таблица 3.2 - Типы клипирования в зависимости от локализации ЦА

Локализация ЦА	Сплошное клипирование (%)	Фрагментированные клипирование (%)	Количество ЦА (%)
ВСА параклиноидная	24 (75)	8 (25,8)	32 (4,7)
ВСА супраклиноидная	71 (73,5)	26 (26,8)	97 (14,3)
ВСА бифуркация	21 (72,4)	8 (27,6)	29 (4,3)
ПМА А1	8 (61,5)	5 (38,5)	13 (1,9)
ПМА-ПСА	122 (64,6)	67 (35,4)	189 (27,9)
ПМА А2-А4	23 (62,2)	14 (37,8)	37 (5,5)
СМА М1	13 (56,5)	10 (43,5)	23 (3,4)
СМА бифуркация	101 (44,3)	127 (55,5)	228 (33,6)
СМА периферия	2 (22,2)	7 (77,8)	9 (1,3)
ЗМА и ОА	1 (50)	1 (50)	2 (0,3)
ЗНМА	3 (50)	3 (50)	6 (0,9)
ПА	7 (53,8)	6 (46,2)	13 (1,9)
Итого (%)	396 (58,4)	282 (41,6)	678 (100)

ЦА внутренней сонной артерии (ВСА)

Для ЦА параклиноидного, супраклиноидного сегментов и бифуркации ВСА была характерна единообразная стратегия. В 72,4-75% случаев (в зависимости от сегмента) применялось сплошное клипирование, это чаще чем при других локализациях. При этом доминировала техника простого одиночного клипирования (около 58,8-69% в зависимости от сегмента) (Рисунок 3.1). И наоборот, фрагментированные методы при ЦА ВСА применялись реже всего сравнительно с другими локализациями.

При ЦА ВСА всех сегментов не применялись такие техники, как перекрестное клипирование и клипирование с туннелированием отходящей артерии.

При ЦА бифуркации ВСА обращает внимание достаточно редкое (3,4%)

использование простого усиленного клипирования, что также объясняется узким пространством в треугольнике между А1-сегментом ПМА, М1-сегментом СМА и базальной поверхностью лобной доли.

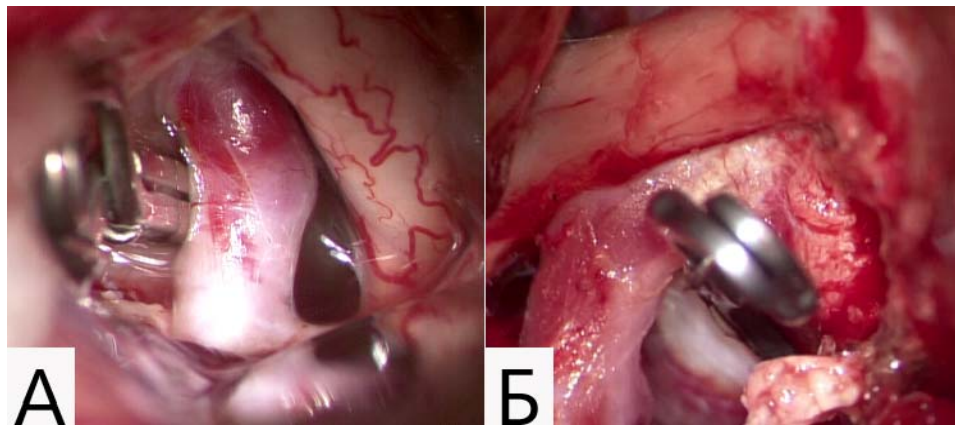


Рисунок 3.1 - Простое одиночное клипирование ЦА ВСА. А. Клипирование ЦА супраклиноидного сегмента ВСА; Б. клипирование ЦА параклиноидного сегмента ВСА

ЦА передней соединительной артерии (ПСА)

Будучи одной из самых частых локализаций (27,9% случаев), эта группа также отличалась преобладанием сплошного клипирования (64,6%). Наиболее типичные техники при ЦА ПСА - простое одиночное клипирование (45,5%), тандемное клипирование (25,9%) и простое усиленное клипирование (13,2%). Также для этой локализации была отмечена относительно высокая частота (5,8%) клипирования с туннелированием отходящей (А2-сегмента) артерии (рисунок 3.2). Такие техники, как перпендикулярное клипирование и туннелирование несущей артерии, при ЦА ПСА не применялись.

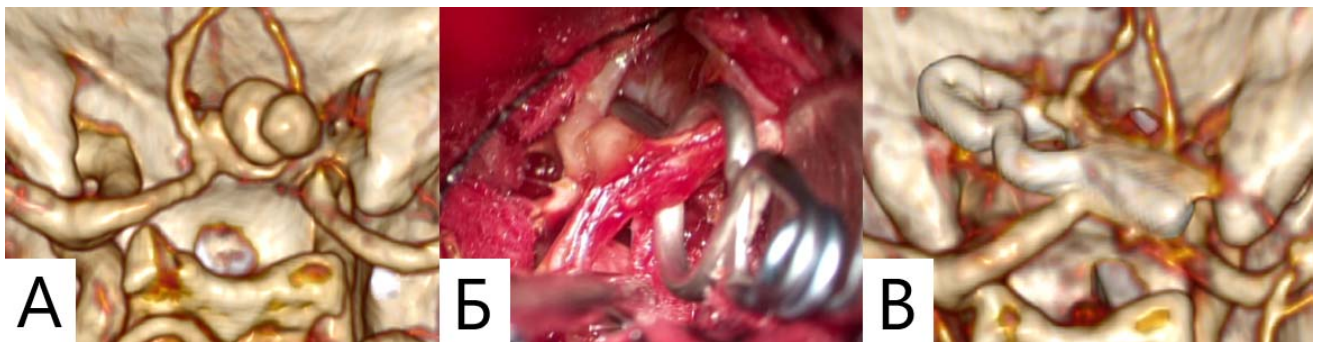


Рисунок 3.2 - Клипирование с туннелированием отходящей артерии. А. Вид до операции, Б. Интраоперационное фото клипирования ЦА ПСА с туннелированием отходящей А2-артерии, В. Контрольная КТ-ангиография после операции

ЦА А2-А4-сегментов передней мозговой артерии (ПМА)

ЦА дистальных сегментов ПМА также чаще выключались с помощью сплошного клипирования (62,2%), и здесь простое одиночное клипирование являлось безусловно ведущей техникой. Стоит отметить, что при данной локализации несколько чаще применялось перпендикулярное клипирование (5,4%) и комбинированное клипирование (5,4%). Это может быть связано с тем, что траектория хирургической атаки идет со стороны купола аневризмы, что делает сложным в узком пространстве заведение клипсы на шейку вдоль оси перикаллезной артерии (Рисунок 3.3).

Простое усиленное клипирование применялось очень редко (2,7%) при перикаллезных аневризмах, так как чаще они были небольшого размера. При этой локализации не применялось туннелирование отходящей артерии, так основной крупный сосуд (каллезно-маргинальная артерия) отходит кпереди от ЦА и стандартный межполушарный доступ, при котором мы подходим кзади от устья КМА, не дает нам такой возможности. Также при перикаллезных ЦА мы не использовали туннелирование несущей артерии, встречное и раздельное клипирование.

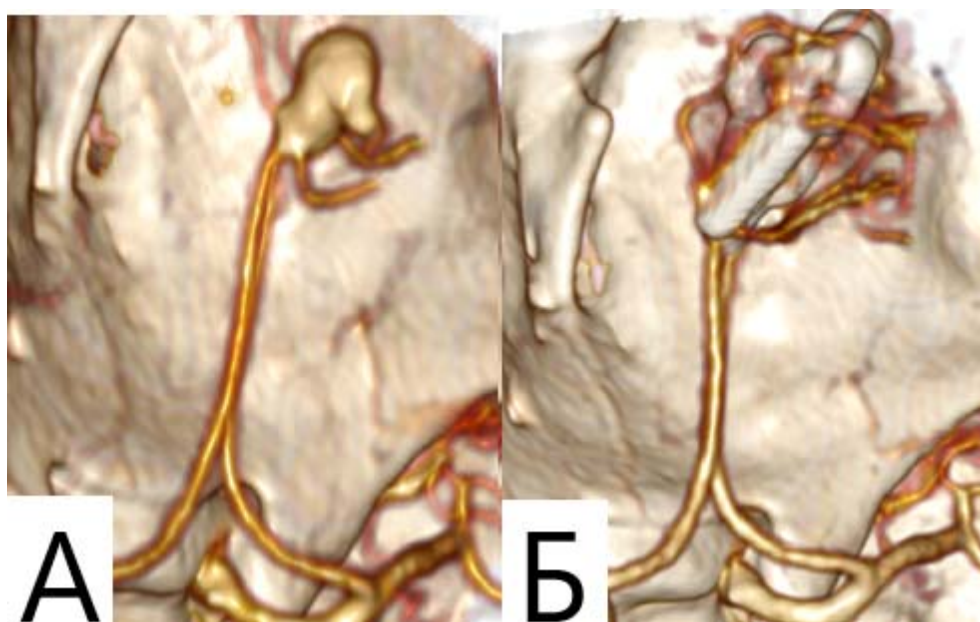


Рисунок 3.3 - Аневризма перикаллезной артерии, выключенная с помощью фрагментированного клипирования. А. Вид до операции, Б. вид после перпендикулярного наложения клипс

ЦА А1-сегмента ПМА

ЦА А1-сегмента встречались не часто (n=13). При этой локализации угол атаки чаще предполагает расположение ЦА за несущей артерией. А1-сегмент достаточно подвижен, поэтому в большинстве случаев удавалось «вывернуть» ЦА и выключить ее одной клипсой. Но иногда использовалось клипирование с туннелированием несущей артерии и встречное клипирование, где бранши клипсы смыкались на невидимой (со стороны доступа) стороне артерии (Рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 - Фрагментированное клипирование. А. Вид до операции, Б. Интраоперационное фото клипирования ЦА А1-сегмента комбинированным методом: с туннелированием несущей (А1) артерии в сочетании со встречным наложением клипсы, В. Контрольная КТ-ангиография после операции

ЦА средней мозговой артерии (СМА)

Бифуркация СМА была самой распространенной (33,6%). Фрагментированное клипирование при данной локализации применялось наиболее часто (55,5%). При этом тандемное клипирование (39,3%) было наиболее предпочтительным способом. Стоит отметить, что при данной локализации было представлено наибольшее разнообразие применяемых техник клипирования (Рисунок 3.5).

В периферических сегментах СМА фрагментированное клипирование было доминирующей техникой (77,8%).

При ЦА М1-сегмента СМА, в отличие от более периферических ЦА, чаще (56,5%) применялись сплошные методы клипирования.

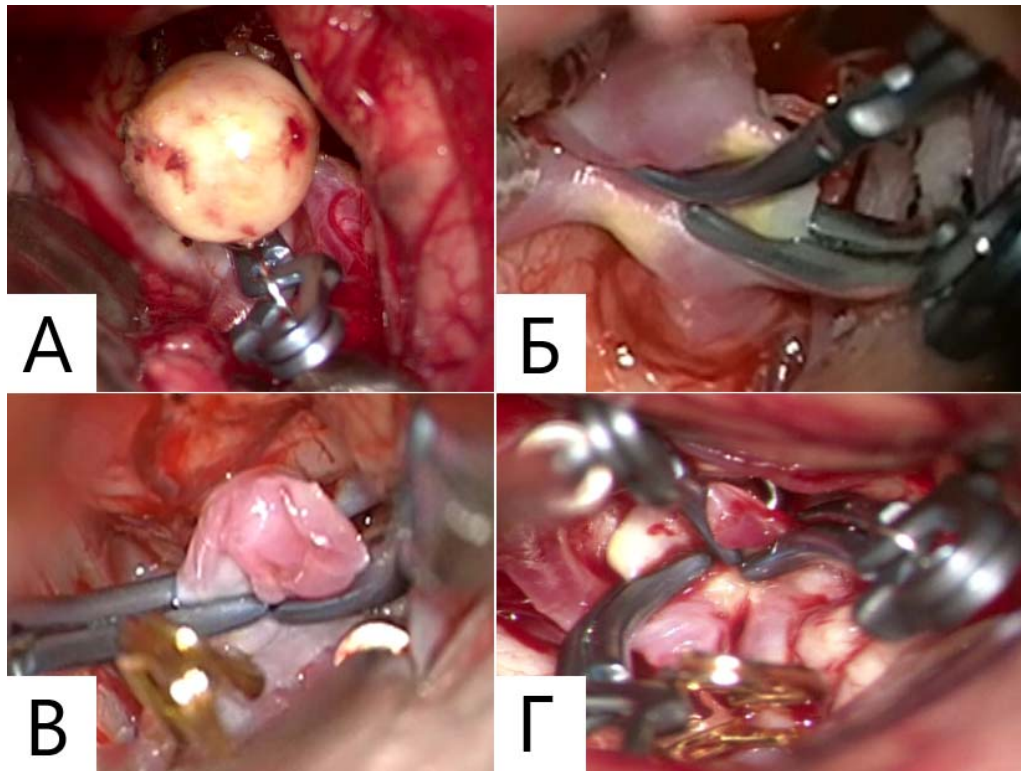


Рисунок 3.5 - Клипирование ЦА бифуркации СМА разными техниками. А. Простым одиночным способом (O1); Б. обычным тандемным способом (F2); В. встречным способом (F4); Г. встречным способом с центральным усилением (F4R1)

ЦА вертебро-базилярного бассейна

В этих группах наблюдалось почти равное распределение между сплошными и фрагментированными методами, с использованием как простого одиночного, так и тандемного клипирования.

При статистическом анализе влияния локализации аневризмы на выбор типа клипирования выявлена значимая зависимость ($p < 0,001$) при умеренной силе связи (V Крамера 0,173). Установлено, что при аневризмах бифуркации средней мозговой артерии достоверно чаще применяются тандемное и перекрестное клипирование, в то время как изолированное наложение одиночной клипсы используется значимо реже случайного распределения. Для аневризм передней соединительной артерии выявлено статистически значимое преобладание техники клипирования с туннелированием артерии. При локализации аневризм в супраклиноидном отделе внутренней сонной артерии тандемное клипирование применяется достоверно реже ожидаемых значений.

В структуре хирургических вмешательств при аневризмах бифуркации средней мозговой артерии достоверно преобладает фрагментный тип клипирования, тогда как сплошной тип встречается статистически значимо реже математического ожидания. Напротив, хирургия аневризм супраклиноидного отдела внутренней сонной артерии характеризуется достоверно более редким использованием фрагментного клипирования.

3.2 Влияние размера церебральных аневризм на технику клипирования

Размер ЦА является одним из ключевых факторов, определяющих тактику хирургического вмешательства и непосредственно технику его наложения.

Самыми распространенными (48,4%) в нашей группе были ЦА среднего размера. Также достаточно часто встречались ЦА маленьких размеров (42,8%). Реже всего (0,7%) были гигантские ЦА (Таблица. 3.3).

Таблица 3.3 - Способ клипирования в зависимости от размера ЦА

Размер ЦА	Методы клипирования (%)										Количество ЦА
	Простое одиночное	Простое усиленное	Тандемное	Встречное	Перекрестное	С		Перпенди- кулярное	Комбинирован- ное	Раздельное	
						туннелированием отходящей артерии	несущей артерии				
≤2	31 (79,5)	-	3 (7,7)	1 (2,6)	-	2 (5,1)	-	-	1 (2,6)	1 (2,6)	39 (100)
3-5	174 (60)	27 (9,3)	74 (25,5)	4 (1,4)	1 (0,3)	3 (1)	-	3 (1)	2 (0,7)	2 (0,7)	290 (100)
6-14	99 (30,2)	48 (14,6)	115 (35,1)	10 (3)	21 (6,4)	8 (2,4)	4 (1,2)	3 (0,9)	12 (3,7)	8 (2,4)	328 (100)
15-24	-	2 (12,5)	6 (37,5)	-	1 (6,3)	-	2 (12,5)	-	4 (25)	1 (6,3)	16 (100)
≥25	1 (20)	-	1 (20)	-	-	-	-	-	3 (60)	-	5 (100)
Всего (%)	305 (45,0)	77 (11,4)	199 (29,4)	15 (2,2)	23 (3,4)	13 (1,9)	6 (0,9)	6 (0,9)	22 (3,2)	12 (1,8)	678 (100)

В нашем исследовании милиарные ЦА (≤ 2 мм) встречались относительно редко (5,7%). Простое одиночное клипирование было абсолютно доминирующим методом, применявшимся в 79,5% случаев. Усиливающие варианты клипирования

при миллиарных ЦА не применялись. Однако в редких случаях даже при таких размерах ЦА использовались фрагментированные техники в связи с широкой шейкой и неоднородностью стенки аневризм: тандемный способ, встречное клипирование, клипирование с туннелированием отходящей артерии и др. (Рисунок 3.6).

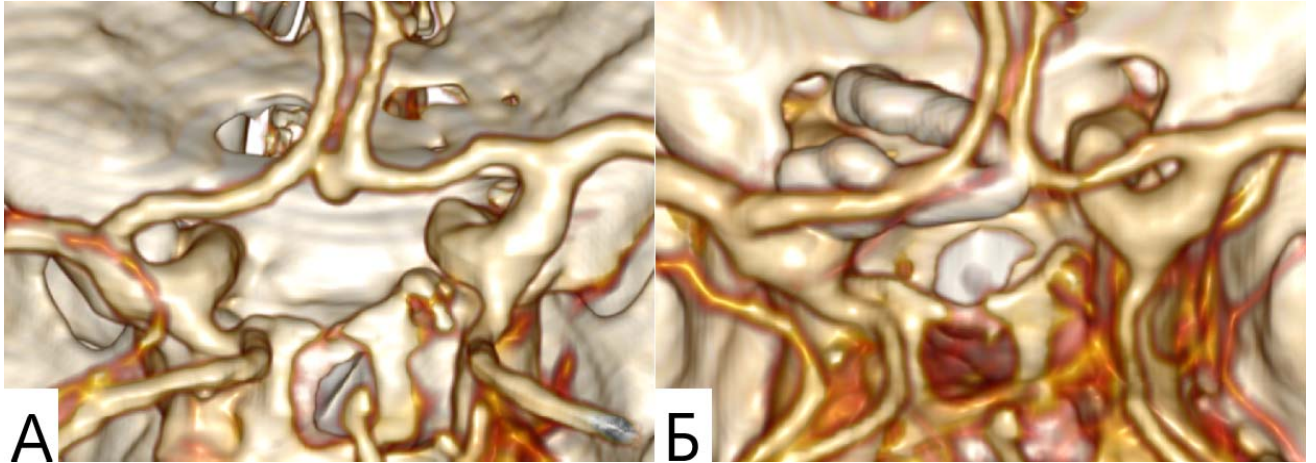


Рисунок 3.6 - Миллиарная аневризма передней соединительной артерии, выключенная с помощью фрагментированного клипирования. А. Вид до операции, Б. вид после встречного наложения клипс

При маленьких ЦА (3-5 мм) также в основном применялось простое одиночное клипирование (60,0%). Начиная с маленьких размеров появляется потребность в простом усиливающем клипировании в ряде случаев (9,3%). Встречаются все возможные варианты фрагментированного клипирования с преобладанием тандемного способа. Исключением в данной подгруппе является клипирование с туннелированием несущей артерии.

ЦА средних размеров (6-14 мм) представляли собой наиболее многочисленную группу (48,4%) в нашем исследовании. В данной группе встречались все виды клипирования. Наиболее распространенными являлись тандемное (35,1%) и простое одиночное клипирование (30,2%). Относительно чаще, сравнительно с другими размерами, при средних ЦА применялись простое усиленное (14,6%) и перекрёстное клипирование (6,4%) (Рисунок 3.7).

Крупные ЦА встречались редко (2,4%). Для данной категории была характерна абсолютная смена хирургической тактики со значительным

преобладанием тандемного клипирования (37,5%). Также, достаточно часто, применялось комбинированное клипирование (25%). Из простых вариантов использовалось только усиленное клипирование (12,5%). Стоит отметить, что такие виды клипирования как встречное, с туннелированием отходящей артерии и перпендикулярное не применялось при ЦА 15 мм и более.

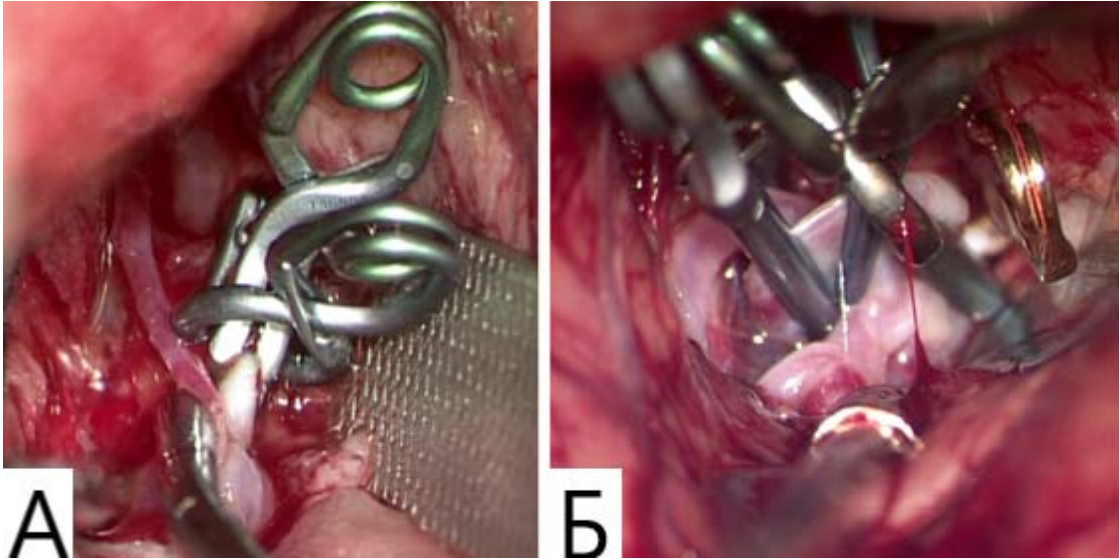


Рисунок 3.7 - Интраоперационное фото перекрёстного клипирования ЦА. А. Перекрестное клипирование; Б. двойное перекрестное клипирование

Гигантские ЦА представляли собой самые редкие случаи (0,7%). Только в одном случае (20%) удалось клипировать ЦА одной клипсой. В остальных случаях применено тандемное клипирование: изолированно (20%) и в комбинации с другими вариантами (60%) (Рисунок 3.8).

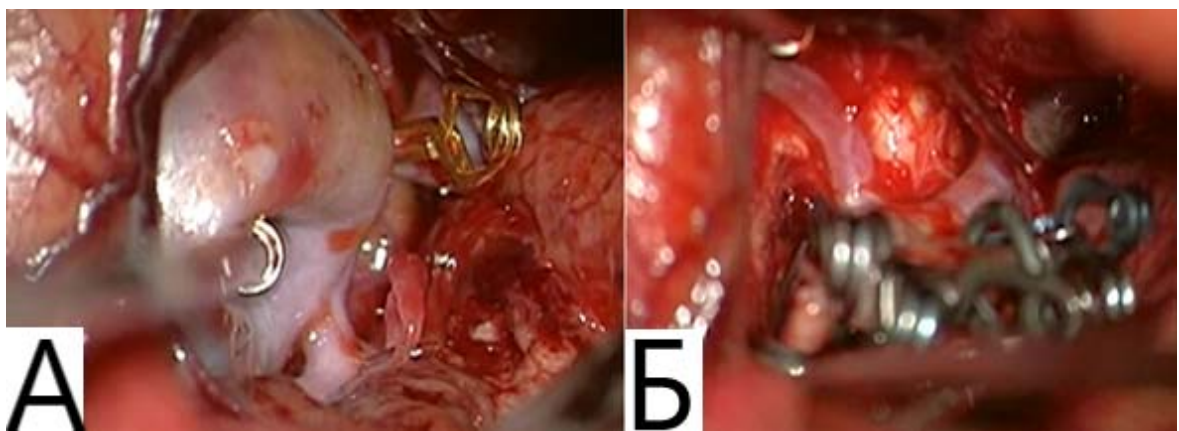


Рисунок 3.8 - Комбинированное клипирование гигантской ЦА бифуркации СМА. А. Этап временного клипирования и диссекции купола ЦА; Б. радикальное выключение комбинированным методом

Для оценки влияния размера ЦА на выбор техники клипирования выполнен анализ распределения доли сплошного и фрагментированного клипирования в пяти размерных подгруппах (Таблица 3.4; Рисунок 3.9).

Таблица 3.4 - Типы клипирования в зависимости от размера ЦА

Размеры (мм)	Сплошное клипирование (%)	Фрагментированные клипирование (%)	Количество ЦА
≤2	33 (84,6)	6 (15,4)	39 (100)
3-5	204 (70,3)	86 (29,7)	290 (100)
6-14	156 (47,6)	172 (52,4)	328 (100)
15-24	2 (12,5)	14 (87,5)	16 (100)
≥ 25	1 (20)	4 (80)	5 (100)
Всего (%)	396 (58,4)	282 (41,6)	678 (100)

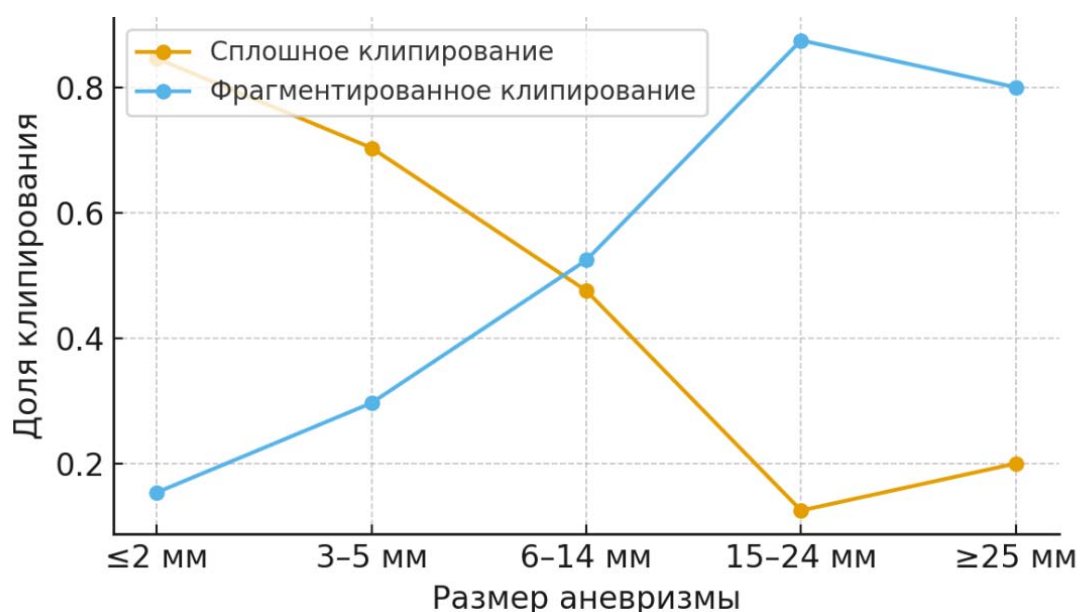


Рисунок 3.9 - Распределение сплошного и фрагментированного клипирования в зависимости от размера ЦА

Первичный χ^2 -тест показал наличие статистически значимых различий между группами ($\chi^2 = 60,84$; $p = 1,93 \times 10^{-12}$). После общего анализа мы провели попарные сравнения между размерными группами, чтобы выяснить, в каких именно группах доля сплошного клипирования различается значимо. Наиболее высокая доля сплошного клипирования наблюдается в группах ≤2 мм (84,6%) и 3-

5 мм (70,3%). При переходе к промежуточной группе 6-14 мм доля сплошного клипирования достоверно снижается до 47,6% ($p < 0,001$ по сравнению с обеими меньшими по размерам группами). В крупных и гигантских ЦА (15-24 мм и ≥ 25 мм) частота сплошного клипирования минимальна - 12,5% и 20% соответственно. Эти показатели достоверно отличаются от групп ≤ 5 мм ($p < 0,001$), однако не различаются между собой ($p > 0,05$), что подтверждает тенденцию использования фрагментированных техник при больших размерах ЦА.

3.3 Влияние формы церебральных аневризм на технику клипирования

При анализе первичных предоперационных ангиограмм установлено, что мешотчатую форму имели 96,5% ЦА, фузиформную - 3,5% (Таблицы 3.5 и 3.6).

Таблица 3.5 - Методы клипирования в зависимости от формы ЦА

Формы ЦА	Методы клипирования (%)										Количество ЦА (%)
	Простое одиночное	Простое усиленное	Тандемное	Встречное	Перекрестное	С туннелированием		Перпендикулярное	Комбинированное	Раздельное	
						отходящей артерии	несущей артерии				
Мешотчатая	299 (45,7)	74 (11,3)	193 (29,5)	15 (2,3)	21 (3,2)	13 (2,0)	4 (0,6)	6 (0,9)	18 (2,8)	11 (1,7)	654 (100)
Фузиформная	6 (25)	3 (12,5)	6 (25)	-	2 (8,3)	-	2 (8,3)	-	4 (16,7)	1 (4,2)	24 (100)
Итого (%)	305 (45,0)	77 (11,4)	199 (29,4)	15 (2,2)	23 (3,4)	13 (1,9)	6 (0,9)	6 (0,9)	22 (3,2)	12 (1,8)	678 (100)

Таблица 3.6 - Типы клипирования в зависимости от формы ЦА

Форма ЦА	Тип клипирования (%)		Всего (%)
	Сплошное	Фрагментированное	
Мешотчатая	387 (59,2)	267 (40,8)	654 (100)
Фузиформная	9 (37,5)	15 (62,5)	24 (100)
Всего (%)	654 (96,5)	24 (3,5)	678 (100)

При мешотчатых ЦА почти в половине случаев (45,7%) выполнено простое одиночное клипирование. И в целом сплошные методы клипирования при мешотчатых ЦА преобладали (59,2%).

При фузиформных ЦА, наоборот, более распространенными были фрагментированные способы клипирования (62,5%). Различия, сравнительно с

фрагментированными методами, при мешотчатых ЦА на грани достоверности ($p = 0,055$), что указывает на устойчивую тенденцию.

Стоит отметить, что такие методы клипирования, как встречное, с туннелированием отходящей артерии и перпендикулярное, при фузиформных ЦА не применялись.

3.4 Методы клипирования в зависимости от наличия тромбов в церебральных аневризм

Подавляющее большинство ЦА в нашем исследовании были представлены нетромбированными формами (95,3%). Частично тромбированные ЦА диагностированы у 5,2% пациентов.

При лечении нетромбированных ЦА почти в половине случаев использовано простое одиночное клипирование (46%) (Таблица 3.7). В остальном применялись все возможные методы клипирования.

Таблица 3.7 - Методы клипирования в зависимости от тромбирования полости ЦА

Виды ЦА	Методы клипирования										Итого (%)
	Простое одиночное	Простое усиленное	Тандемное	Встречное	Перекрестное	С туннелированием		Перпендикулярное	Комбинированное	Раздельное	
						отходящей артерии	несущей артерии				
Нетромбированные	297 (46)	73 (11,3)	190 (29,4)	15 (2,3)	20 (3,1)	13 (2,0)	4 (0,6)	6 (0,9)	18 (2,8)	10 (1,6)	646 (100)
Частично-тромбированные	8 (25)	4 (12,5)	9 (28,1)	-	3 (9,4)	-	2 (6,3)	-	4 (12,5)	2 (6,3)	32 (100)
Итого (от общего числа ЦА)	305 (45)	77 (11,4)	199 (29,4)	15 (2,2)	23 (3,4)	13 (1,9)	6 (0,9)	6 (0,9)	22 (3,2)	12 (1,8)	678 (100)

В группе частично тромбированных ЦА простое одиночное клипирование было использовано лишь в четверти случаев (25%). Простое усиленное клипирование при наличии тромбов встречалось не чаще, сравнительно с нетромбированными ЦА. Характерной чертой для данной категории явилась относительно высокая, по сравнению с нетромбированными ЦА, частота применения, комбинированного фрагментированного (12,5%) (Рисунок 3.10) и раздельного (6,3%) клипирования, а также клипирования с туннелированием

несущей артерии (6,3%). Такие методики, как встречное и перпендикулярное клипирование, а также клипирование с туннелированием отходящей артерии в этой группе не применялись.

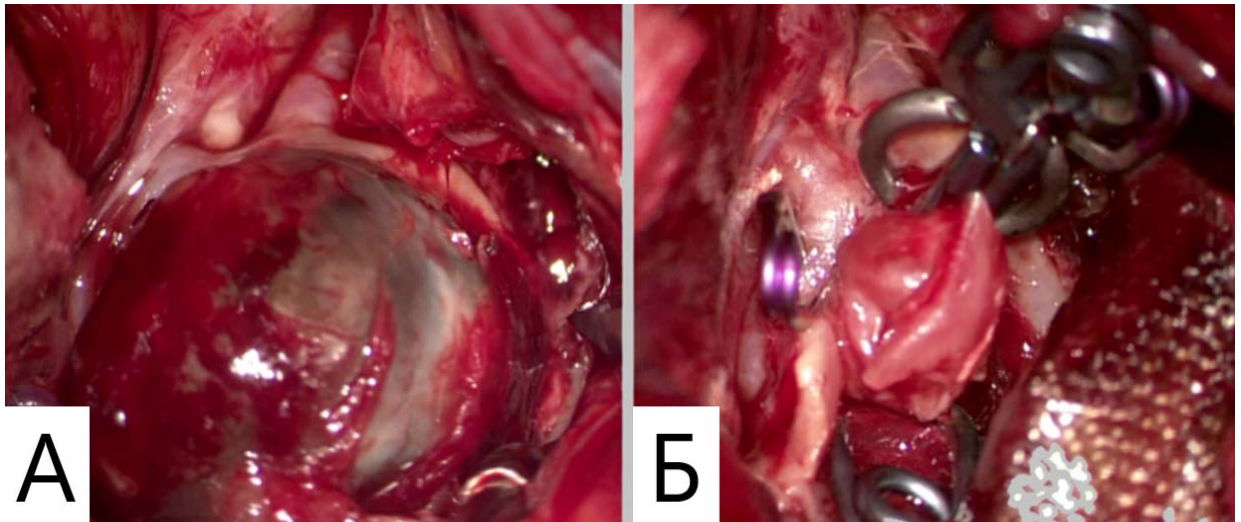


Рисунок 3.10 - Интраоперационное фото частично тромбированной ЦА СМА. А. Вид тромбированного купола; Б. расположение клипс при комбинированном клипировании

Проценты сплошного клипирования достоверно различаются между нетромбированными и частично тромбированными ЦА (59,4% против 37,5%; $p = 0,023$). Таким образом, наличие тромба в полости ЦА статистически значимо повышает частоту применения фрагментированных методов клипирования (Таблица 3.8).

Таблица 3.8 - Типы клипирования в зависимости от тромбирования полости ЦА

Виды ЦА	Типы клипирования (%)		Итого (%)
	Сплошное клипирование	Фрагментированное клипирование	
Нетромбированные	384 (59,4)	262 (40,6)	646 (100)
Частично тромбированные	12 (37,5)	20 (62,5)	32 (100)
Итого (%)	396 (58,4)	282 (41,6)	678 (100)

3.5 Способ клипирования в зависимости от клинического течения церебральных аневризм

В остром периоде (1-14 дней) кровоизлияния оперировано 49 (8,2%) пациентов, в подостром (15-21 день) - 29 (4,8%), в холодном (более 21 дня) - 99 (16,5%). Клинические проявления, связанные с масс-эффектом, отмечены у 8 (1,3%) пациентов, с ишемическим инсультом на фоне тромбоэмболии - у 15 (2,5%). В качестве случайной находки ЦА диагностирована у 400 (66,7%) пациентов.

В таблицах 3.9 и 3.10 представлены способы клипирования в зависимости от клинического течения ЦА.

Таблица 3.9 - Методы клипирования в зависимости от клинического течения ЦА

Клиническое течение	Методы клипирования										Количество пациентов (%)
	Простое одиночное	Простое усиленное	Тандемное	Встречное	Перекрестное	С туннелированием		Перпендикулярное	Комбинированное	Раздельное	
						отходящей артерии	несущей артерии				
Острый	20 (40,8)	6 (12,2)	16 (32,7)	1 (2)	2 (4,1)	-	-	1 (2)	2 (4,1)	1 (2)	49 (100)
Подострый	8 (29,6)	4 (14,8)	11 (40,7)	-	-	2 (7,4)	-	1 (3,7)	-	1 (3,7)	27 (100)
Холодный	38 (41,8)	10 (11)	30 (33)	-	2 (2,2)	3 (3,3)	2 (2,2)	1 (1,1)	3 (3,3)	2 (2,2)	91 (100)
Масс-эффект	2 (40)	1 (20)	1 (20)	-	-	-	-	-	1 (20)	-	5 (100)
Ишемия	7 (53,8)	-	4 (30,8)	-	-	-	-	-	1 (7,7)	1 (7,7)	13 (100)
Без симптомов	164 (46,7)	48 (11,4)	118 (27,8)	13 (2,8)	18 (3,8)	6 (1,6)	3 (0,8)	3 (0,6)	12 (3)	4 (1,4)	389 (100)
Итого (%)	239 (41,6)	20 (12)	57 (34,1)	1 (0,6)	4 (2,4)	5 (3)	2 (1,2)	3 (1,8)	5 (3)	4 (2,4)	574 (100)

Таблица 3.10 - Типы клипирования в зависимости от периода САК

Клиническое течение	Типы клипирования		Итого (%)
	Сплошное клипирование	Фрагментированное клипирование	
Острый	26 (53,1)	23 (46,9)	49 (100)
Подострый	14 (51,9)	13 (48,1)	27 (100)
Холодный	52 (57,1)	39 (42,9)	91 (100)
Масс-эффект	3 (60)	2 (40)	5 (100)
Ишемия	7 (53,8)	6 (46,2)	13 (100)
Без симптомов	218 (59,6)	171 (40,4)	389 (100)
Итого (%)	396 (55,1)	282 (44,9)	574 (100)

При всех типах клинического течения наиболее часто использовались простое одиночное клипирование. Анализ распределения методов клипирования в зависимости от клинического течения ЦА показал отсутствие статистически значимых различий между группами (χ^2 ; $p = 0,841$).

При остром течении отмечается тенденция к более частому выполнению простого одиночного и тандемного клипирования, однако статистически эта вариация не достигает значимости. Аналогично, в холодном периоде и при неразорвавшихся аневризмах доля фрагментированных техник (перекрестное, встречное, с туннелированием) несколько выше, что отражает большую долю плановых операций на сложных ЦА, однако и здесь различия остаются в пределах случайных колебаний.

Таким образом, клиническое течение не является фактором, влияющим на выбор метода клипирования.

3.6 Особенности клипирования при интраоперационных разрывах

ИР произошёл 57 (8,4%) случаях. Из них в 14 (24,6%) случаях он был незначительным, в 38 (66,7%) умеренным и в 5 (8,8%) - выраженным. Во всех случаях кровотечение было остановлено путем клипирования. Распределение хирургических тактик при ИР ЦА в зависимости от степени его тяжести представлено в таблице 3.11.

При ИР отмечается тенденция к увеличению частоты применения простых усиленных и фрагментированных способов клипирования (тандемное, комбинированное), тогда как простое одиночное клипирование встречалось существенно реже.

Например, при незначительном разрыве наиболее частым методом являлось простое усиленное клипирование (35,7%), тогда как простое одиночное и тандемное применялись реже: по 21,4% каждый. Достаточно редко использовали такие техники, как встречное и перекрестное клипирование (по 7,1%).

Таблица 3.11 - Техники клипирования ЦА при ИР

Степень ИР	Методы клипирования										Итого (%)
	Простое одиночное	Простое усиленное	Тандемное	Встречное	Перекрестное	С туннелированием		Перпенди- кулярное	Комбини- рованное	Раздельное	
						отходящей артерии	несущей артерии				
Незначительный	3 (21,4)	5 (35,7)	3 (21,4)	1 (7,1)	1 (7,1)	-	-	-	1 (7,1)	-	14 (100)
Умеренный	11 (28,9)	5 (13,2)	15 (39,5)	-	-	2 (5,3)	-	1 (2,6)	2 (5,3)	2 (5,3)	38 (100)
Выраженный	-	1 (20)	3 (60)	-	-	-	-	-	1 (20)	-	5 (100)
Всего пациентов с ИР (%)	14 (24,6)	11 (19,3)	21 (36,8)	1 (1,8)	1 (1,8)	2 (3,5)	-	1 (1,8)	4 (7)	2 (3,5)	57 (100)
Всего пациентов без ИР (%)	291 (46,9)	66 (10,6)	178 (28,7)	14 (2,3)	22 (3,5)	11 (1,8)	6 (1)	5 (0,8)	18 (2,9)	10 (1,6)	621 (100)

В случаях с умеренным разрывом чаще применялось тандемное клипирование (39,5%) (Рисунок 3.11). Простое одиночное клипирование использовалось несколько реже (28,9%). Значительно сокращалось применение простого усиленного клипирования (13,2%).

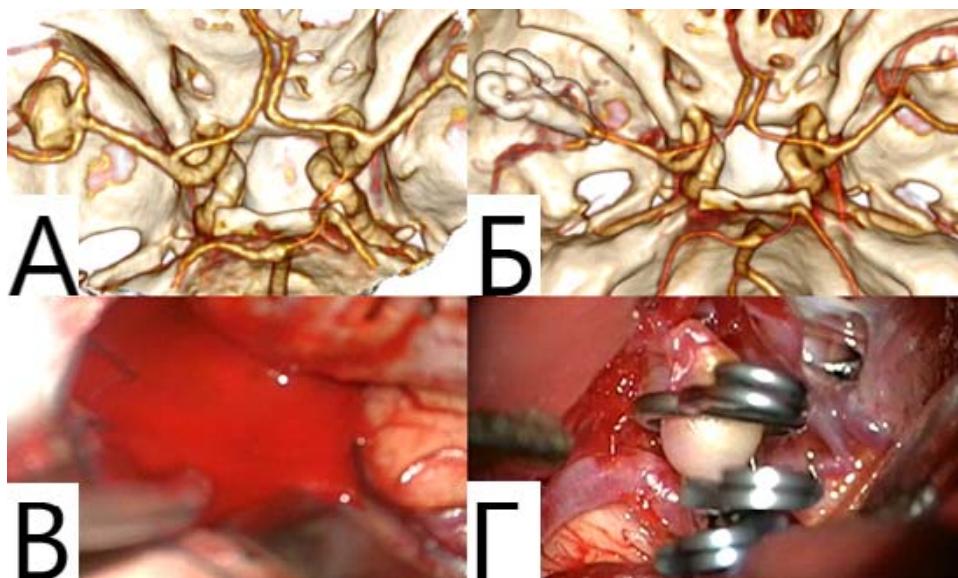


Рисунок 3.11 - Клипирование при ИР ЦА СМА. А. КТ АГ до операции; Б. контрольная КТ АГ, тотальное выключение; В. умеренный ИР ЦА СМА; Г. вид окончательного тандемного клипирования после устранения кровотечения

При выраженных разрывах преобладало тандемное клипирование (60%). Все остальные методы применяются значительно реже: простое усиленное и комбинированное клипирование встречаются лишь в 20% случаев каждый.

Из таблицы 3.12 видно, что с возрастанием тяжести ИР, возникающего преимущественно при морфологически сложных аневризмах, намечается сдвиг в выборе хирургической тактики: от преобладания сплошного клипирования к предпочтению в отношении фрагментированных методов.

Таблица 3.12 - Типы клипирования при ИР

Степень ИР	Типы клипирования		Итого (%)
	Сплошное	Фрагментированное	
Незначительный	8 (57,1)	6 (42,9)	14 (100)
Умеренный	18 (47,4)	20 (52,6)	38 (100)
Выраженный	1 (20,0)	4 (80)	5 (100)
Всего пациентов с ИР	27 (47,4)	30 (52,6)	57 (100)
Всего пациентов без ИР	369 (59,4)	252 (40,6)	621 (100)

При анализе связи степени выраженности ИР и выбора типа клипирования (сплошное или фрагментированное) статистически значимых различий выявлено не было (χ^2 ; $p = 0,49$). Несмотря на тенденцию к увеличению доли фрагментированных методик при выраженном ИР, малое число наблюдений не позволяет сделать подтверждённый вывод.

Сравнение с группой пациентов без ИР показало, что у пациентов с ИР достоверно чаще (χ^2 ; $p = 0,048$) применялись фрагментированные варианты клипирования (52,6% с ИР против 40,6% без ИР). Отношение шансов составило 1,62, что указывает на увеличение вероятности выбора фрагментированных методик примерно на 60% при наличии ИР.

3.7 Многомерный анализ влияния факторов на выбор метода клипирования

Для оценки влияния указанных клинических и анатомических факторов на выбор типа клипирования построена мультивариантная модель бинарной логистической регрессии.

В качестве целевой переменной был определен тип клипирования, где применение фрагментированной техники рассматривалось как искомое событие

(n=282), а сплошное клипирование выступало базовым уровнем (n=396). Предикторами в данной модели являлись: размер аневризмы (в мм), локализация (12 вариантов по сегментам артерий, как в табл. 3.1), форма аневризмы (мешотчатая или фузиформная), наличие тромбов, период заболевания (острый, подострый, холодный, без разрыва, другой).

Общая оценка построенной модели показала ее высокую статистическую значимость ($p < 0,001$). Достоверным и высокозначимым независимым предиктором применения фрагментированного клипирования оказался размер аневризмы ($p < 0,001$). Согласно расчету отношения шансов (ОШ), увеличение максимального размера аневризмы на 1 миллиметр повышает вероятность использования фрагментированной техники ровно на 25% (ОШ 1,25 при 95% доверительном интервале от 1,16 до 1,34).

Клинический период вмешательства не оказывает статистически значимого влияния на выбор типа клипирования (все значения $p > 0,05$). Модель доказывает, что решение о применении сплошной или фрагментированной техники принимается хирургом вне зависимости от того, оперируется ли пациент в остром периоде кровоизлияния, в холодном периоде или по поводу неразорвавшейся аневризмы.

Морфологические параметры, такие как фузиформная форма ($p = 0,397$) и наличие частичного тромбирования ($p = 0,232$), также не показали независимого статистического влияния в рамках комплексной оценки. Несмотря на то, что эти факторы традиционно считаются сложными для препаровки, в представленном массиве данных фузиформная конфигурация и факт наличия тромба не диктовали обязательный переход на фрагментированное клипирование при стандартизации по размеру. Таким образом, размер аневризмы является основным предиктором перехода на фрагментированные техники клипирования. Факторы фузиформной формы и тромбоза не имеют независимого влияния, так как их предсказательная сила полностью поглощается размером.

В другой мультивариантной модели бинарной логистической регрессии зависимая переменная осталась прежней (фрагментированное клипирование), но

произведено укрупнение групп предикторов: аневризмы по размеру (маленькие, средние, крупные), локализация (СМА, ВСА, ПМА, другие), форма (мешотчатая или фузиформная), наличие тромба (да или нет), период (острый, подострый, холодный, без разрыва).

Установлено, что независимыми предикторами применения фрагментированного клипирования являлась локализация аневризмы в бассейне средней мозговой артерии (OR = 2,25; 95% ДИ 1,51-3,35; $p < 0,001$), тогда как маленькие (OR = 0,07; 95% ДИ 0,015-0,34; $p < 0,001$) и средние по размеру аневризмы (OR = 0,19; 95% ДИ 0,04-0,90; $p = 0,037$) достоверно ассоциированы с применением сплошного клипирования. Влияние формы аневризмы, наличия тромбоза и клинического периода не достигло статистической значимости после учета основных топографо-морфологических факторов.

Для оценки влияния ИР аневризмы на более частое применение методов фрагментированного клипирования построена другая модель бинарной логистической регрессии. В качестве зависимой переменной выступало фрагментированное клипирование (1), а сплошное клипирование кодировалось как базовый уровень (0). В состав независимых предикторов были включены факт ИР аневризмы, максимальный размер ЦА в миллиметрах и ее анатомическая локализация (СМА, ВСА, ПСА, дистальные ПМА, другие).

Анализ показал отсутствие статистически значимой связи между ИР аневризмы и частотой использования фрагментированного клипирования. Отношение шансов для этого предиктора составило 1,49 при 95% доверительном интервале от 0,83 до 2,69 и уровне значимости $p = 0,186$. Полученные данные убедительно свидетельствуют о том, что возникновение кровотечения из купола аневризмы не является независимым фактором, способствующим применению фрагментированной техники. Ведущим предиктором, определяющим переход к фрагментированной технике, в данной модели также был размер аневризмы.

Многофакторный анализ продемонстрировал, что увеличение максимального диаметра аневризмы на каждый миллиметр достоверно повышает вероятность применения фрагментированного клипирования на 23%. Отношение

шансов для данного показателя составило 1,23 при 95% доверительном интервале от 1,15 до 1,31 и уровне значимости $p < 0,001$. Установленный эффект обладает высокой степенью независимости и сохраняется при поправке на локализацию и наличие ИР.

Фактор локализации аневризмы также продемонстрировал высокую статистическую значимость. По сравнению с аневризмами средней мозговой артерии, патология бассейна внутренней сонной артерии сопряжена с достоверно меньшей потребностью в фрагментированном клипировании. Отношение шансов в этой группе составило 0,31 при 95% доверительном интервале от 0,20 до 0,48 ($p < 0,001$). Аналогичная закономерность выявлена для комплекса передней соединительной артерии, где шансы на использование фрагментированной техники ниже на 57% (отношение шансов 0,43, 95% доверительный интервал от 0,29 до 0,65, $p < 0,001$). Различия в частоте фрагментированного и сплошного клипирования между средней мозговой артерией и дистальными сегментами передней мозговой артерии, а также аневризмами иных локализаций не достигли уровня статистической значимости ($p = 0,164$ и $p = 0,323$ соответственно).

Таким образом, крупные размеры и локализация аневризм в бассейне средней мозговой артерии объективно увеличивают необходимость применения фрагментированного клипирования, в то время как ИР представляет собой изолированное техническое осложнение этапа клипирования, но не определяет конфигурацию окончательного микрохирургического клипирования на аневризме.

Глава 4 Количество и виды клипс при микрохирургическом лечении церебральных аневризм

4.1 Количество и виды клипс в зависимости от методов клипирования

Всего для клипирования 678 ЦА было использовано 1228 клипс, из которых 54,3% составили миниклипсы, 33,8% - стандартные, и 11,9% - фенестрированные. Среднее количество клипс на одну ЦА составило $1,8 \pm 1$. Данный показатель существенно варьировал в зависимости от типа клипирования - от одного при простых вариантах до 10 при комбинированных клипированиях.

В подавляющем большинстве случаев (98,4%; $n=1208$) использовались титановые клипсы.

Кобальтовые клипсы (1,6%; $n=20$) были применены всего в 13 (1,9%) случаях ЦА. У 10 (1,5%) пациентов использованы только кобальтовые клипсы и у 3 (0,4%) - совместно с титановыми клипсами. Наиболее часто кобальтовые клипсы устанавливались при ЦА СМА (5 случаев, 38,5% от всех случаев с кобальтом) и при атеросклеротически измененных ЦА интракраниального отдела внутренней сонной артерии (3 случая, 23,1%).

Наиболее часто использовались обычные миниклипсы (54,3%, $n=667$). Обычные стандартные клипсы применены в 33,8% ($n=415$). Фенестрированные клипсы установлены в 11,9% ($n=146$).

В целом отмечено, что большое количество ЦА (53,3%) клипировано несколькими клипсами. Среди 310 случаев, где использована только одна клипса, в позволяющем большинстве (71,9%) установлена миниклипса. Одиночное клипирование стандартными клипсами выполнено в 36,8% и только в 2,2% удалось выключить ЦА одной фенестрированной клипсой, включив в открытую часть отходящую или несущую артерию.

Анализ особенностей применения сосудистых клипс различного размера и конфигурации в зависимости от метода клипирования

Так как распределение числа клипс было дискретным и отличалось от нормального, сравнение групп выполняли непараметрическим критерием Краскела-Уоллиса. В таблице 4.1 представлены средние значения (\pm стандартные отклонения) как описательная статистика. Отмечен очевидный тренд увеличения количества клипс по мере усложнения техники клипирования: простое одиночное - 1, простое усиленное - 2,2, тандемное - 2,4, перекрестное - 2,8, перпендикулярное - 3,2, комбинированное фрагментированное - 4,1. Разница между минимальным (при простом одиночном клипировании) и максимальным (при комбинированном клипировании) усредненным количеством клипс почти в 4 раза, что статистически достоверно ($p < 0,001$).

При анализе конфигураций клипс в таблице 4.2 можно отметить общую тенденцию для обычных миниклипс и стандартных клипс - более частое использование изогнутых вверх моделей: 46,3% и 45,5% соответственно. Вторыми по частоте встречаемости являются изогнутые вбок клипсы: 28% всех миниклипс и 33% всех стандартных клипс. И лишь только 25,6% миниклипс и 21,4% стандартных клипс имели прямую конфигурацию.

Среди фенестрированных клипс большая часть (56,2%) была прямой конфигурации. Изогнутые под прямым или иным углом вверх клипсы применены в 35,6% и лишь в 8,2% установлены изогнутые вбок фенестрированные клипсы.

Различия между методами клипирования по структуре используемых конфигураций клипс были статистически значимыми (χ^2 -тест, $p < 0,001$). Ввиду дискретности данных и неоднородности размеров групп дополнительные сравнения выполняли непараметрическим критерием Краскела-Уоллиса с последующими множественными попарными сравнениями по Данну.

Таблица 4.1 - Виды клипс в зависимости от методов клипирования

Методы клипирования	Общее количество ЦА	Среднее количество клипс на ЦА	Виды сосудистых клипс			Всего клипс (%)
			Мини (%)	Стандартная (%)	Фенестрированная (%)	
Простое одиночное	305	1 ± 0	223 (73,1)	82 (26,9)	-	305 (100)
Простое усиленное	77	2,2 ± 0,6	91 (53,2)	80 (46,8)	-	171 (100)
Тандемное	199	2,4 ± 0,6	261 (55,5)	164 (34,9)	45 (9,6)	470 (100)
Встречное	15	2,3 ± 0,5	23 (65,7)	12 (34,3)	-	35 (100)
Перекрестное	23	2,8 ± 0,7	8 (12,5)	26 (40,6)	30 (46,9)	64 (100)
С туннелированием отходящей артерии	13	2,2 ± 0,8	5 (17,9)	5 (17,9)	18 (64,3)	28 (100)
С туннелированием несущей артерии	6	1,8 ± 0,4	-	1 (9,1)	10 (90,9)	11 (100)
Перпендикулярное	6	3,2 ± 1,2	17 (89,5)	-	2 (10,5)	19 (100)
Комбинированное	22	4,1 ± 2,1	20 (22,0)	35 (38,5)	36 (39,6)	91 (100)
Раздельное	12	2,8 ± 1,0	19 (55,9)	10 (29,4)	5 (14,7)	34 (100)
Всего (%)	678	1,8 ± 1,0	667 (54,3)	415 (33,8)	146 (11,9)	1228 (100)

Таблица 4.2 - Применение различных конфигураций клипс в зависимости от методов клипирования

Методы клипирования	Миниклипсы				Стандартные клипсы				Фенестрированные клипсы			
	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число миниклипс	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число стандартных клипс	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число фенестрированных клипс
Простое одиночное	37 (16,6)	100 (44,8)	86 (38,6)	223 (100)	17 (20,7)	36 (43,9)	29 (35,4)	82 (100)	-	-	-	-
Простое усиленное	17 (18,7)	39 (42,9)	35 (38,5)	91 (100)	17 (21,3)	35 (43,8)	28 (35)	80 (100)	-	-	-	-
Тандемное	85 (32,6)	122 (46,7)	54 (20,7)	261 (100)	30 (18,3)	75 (45,7)	59 (36)	164 (100)	28 (62,2)	11 (24,4)	6 (13,3)	45 (100)
Встречное	2 (8,7)	18 (78,3)	3 (13)	23 (100)	2 (16,7)	9 (75)	1 (8,3)	12 (100)	-	-	-	-
Перекрестное	2 (2,5)	6 (7,5)	-	8 (12,6)	6 (23,1)	11 (42,3)	9 (34,6)	26 (100)	19 (63,3)	8 (26,7)	3 (10)	30 (100)
С туннелированием отходящей артерии	3 (60)	2 (40)	-	5 (100)	2 (40)	2 (40)	1 (20)	5 (100)	13 (72,2)	4 (22,2)	1 (5,6)	18 (100)
С туннелированием несущей артерии	-	-	-	-	-	1 (100)	-	1 (100)	1 (10)	9 (90)	-	10 (100)
Перпендикулярное	8 (47,1)	7 (41,2)	2 (11,8)	17 (100)	-	-	-	-	2 (100)	-	-	2 (100)
Комбинированное	11 (55)	6 (30)	3 (15)	20 (100)	12 (34,3)	15 (42,9)	8 (22,9)	35 (100)	16 (44,4)	18 (50)	2 (5,6)	36 (100)
Раздельное	6 (31,6)	9 (47,4)	4 (21,1)	19 (100)	3 (30)	5 (50)	2 (20)	10 (100)	3 (60)	2 (40)	-	5 (100)
Всего (%)	171 (25,6)	309 (46,3)	187 (28)	667 (100)	89 (21,4)	189 (45,5)	137 (33)	415 (100)	82 (56,2)	52 (35,6)	12 (8,2)	146 (100)

Простое одиночное и простое усиленное клипирование

При простом одиночном клипировании использовались преимущественно миниклипсы (73,1%). Среди миниклипс чаще применялись клипсы с изгибом вверх (44,8%) и вбок (38,6%). В случаях простого усиленного клипирования, при котором применялось в среднем $2,2 \pm 0,6$ клипсы, доля миниклипс составила 53,2%, преимущественно с изгибом вверх (42,9%). Доля стандартных клипс (46,8%) была самой высокой при простом усиленном, сравнительно с другими способами наложения клипс.

Тандемное и встречное клипирование

При тандемном клипировании использовалось в среднем $2,4 \pm 0,6$ клипсы на ЦА, с преобладанием миниклипс (55,5 %), особенно клипс, изогнутых вверх (46,7%). Фенестрированные клипсы применялись всего в 9,6% случаев.

Встречное клипирование также требовало установки двух и более клипс. Среднее количество составляло $2,3 \pm 0,5$ клипс. При этом использовались только миниклипсы (65,7%) и стандартные клипсы (34,3%). Преобладали клипсы с изгибом вверх (77,1%), что связано с особенностями встречного клипирования. Данная техника применялась, когда шейка ЦА распространялась на отходящие артерии и клипсы накладывались параллельно осей отходящих артерий навстречу друг другу.

Перекрёстное клипирование

В среднем для этой техники использовалось $2,8 \pm 0,7$ клипсы. Были установлены стандартные клипсы (40,6%), преимущественно с изгибом вверх и фенестрированные клипсы (46,9%), среди которых доминировали прямые конфигурации.

Клипирование с туннелированием сосудов

При клипировании с туннелированием отходящей артерии применялось в среднем $2,2 \pm 0,8$ клипсы, при этом фенестрированные клипсы составляли 64,3%, обеспечивая сохранность просвета отходящей артерии. Обычные клипсы при этом методе накладывались только с целью усиления. Аналогично, при туннелировании несущей артерии фенестрированные клипсы использовались в подавляющем

большинстве случаев (90,9%), преимущественно с изгибом вверх.

Перпендикулярное клипирование

В данной группе среднее число клипс составляет $3,2 \pm 1,2$. Миниклипсы применялись в 89,5% случаев, преимущественно прямой конфигурации. Использование стандартных клипс в данной группе не отмечено. Фенестрированные клипсы применялись всего в 10,5% случаев.

Комбинированное и раздельное клипирование

Комбинированное клипирование являлось наиболее клипсозатратным методом с количеством $4,1 \pm 2,1$ клипсы на ЦА. При этом использовались все типы клипс: мини (22,0 %), стандартные (38,5 %) и фенестрированные (39,6 %). Среди миниклипс чаще встречались прямые конфигурации (55%), а среди стандартных клипс и фенестрированных клипс доминировали клипсы с изгибом вверх: 42,9-50% соответственно.

Раздельное клипирование требовало в среднем $2,8 \pm 1$ клипса на ЦА. Чаще применялись миниклипсы (55,9%), преимущественно изогнутые вверх, а среди фенестрированных клипс больше всего применялись клипсы прямой конфигурации.

Таким образом, метод клипирования напрямую влияет на количество, размер и конфигурацию используемых клипс. По мере возрастания сложности клипирования увеличивается доля стандартных и фенестрированных клипс.

4.2 Количество и виды клипс в зависимости от локализации церебральных аневризм

Наиболее частой локализацией ЦА в исследуемой группе являлась бифуркация средней мозговой артерии. Среднее количество клипс на одну ЦА составило $2,1 \pm 1,1$. При этом лишь 33,2 % ЦА выключались одной клипсой, тогда как 66,8% требовали использование двух и более клипс. Миниклипсы использовались чаще, в 52% случаев, сравнительно со стандартными клипсами (34,7%) и фенестрированными клипсами (13,3%). При клипировании ЦА

бифуркации СМА одной клипсой больше всего применялись миниклипсы (77,1%).

Для ЦА М1-сегмента наблюдалось большее использование миниклипс (69,2%).

При периферических ЦА СМА почти половина (47,4%) установленных клипс были стандартными. При этом в 77,8 % случаев требовалось сочетание нескольких клипс. Оба вышеперечисленных фактора, по всей вероятности, обусловлены необходимостью более сильного сжатия ЦА с ригидными стенками.

Второй по частоте локализацией была область ПСА. Здесь среднее количество клипс составляло $1,7 \pm 0,9$ на одну ЦА. Одной клипсой удалось выключить 47,6% ЦА, преимущественно использовались миниклипсы. Стандартные клипсы при одиночном простом методе установлены лишь в 8,5% случаев. При ЦА ПСА отмечено более частое (80%), сравнительно с другими локализациями, использование фенестрированных клипс для одиночного клипирования. Это связано с необходимостью туннелирования А2 сегмента ПМА в некоторых случаях ЦА верхнего расположения.

При ЦА ВСА всех сегментов чаще устанавливалась одна клипса (58,8-69%). Использование нескольких клипс относительно чаще (41,2%) применялось при ЦА супраклиноидного отдела. При ЦА бифуркации внутренней сонной артерии реже всего (31%), сравнительно с другими локализациями, использовались несколько клипс.

При ЦА А1-сегмента ПМА отмечено относительно более частое (31,8%) использование фенестрированных клипс.

При ЦА ПМА на уровне А2-А4 сегментов среднее количество клипс также было невелико: в 59,5% случаев ЦА клипировались одной клипсой. Более того, при ЦА перикаллезной артерии значительно чаще (74,2%) устанавливалась миниклипсы. Стандартные клипсы при этой локализации устанавливались приблизительно с той же частотой (14,5%), что и фенестрированные (11,3%).

ЦА ЗМА и ОА встречались редко. В случае ЦА бифуркации ОА клипирование проведено одной клипсой. В случае ЦА Р2-сегмента ЗМА тандемное усиленное клипирование проведено 3 клипсами (Рисунок 4.1).

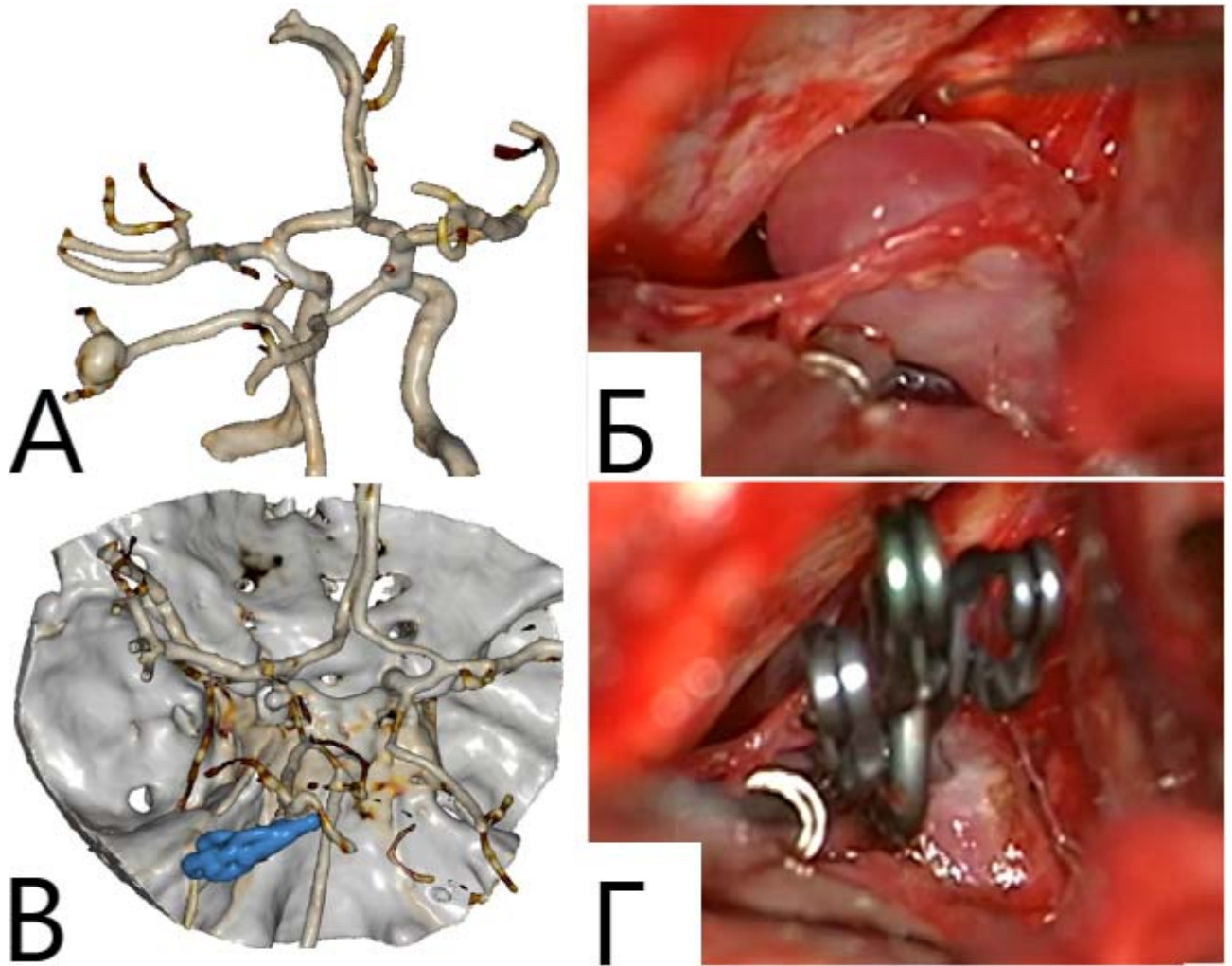


Рисунок 4.1 - Клипирование ЦА Р3-сегмента левой задней мозговой артерии. А. МР-ангиография до клипирования ЦА; Б. интраоперационное фото ЦА до клипирования; В. КТ-ангиография после клипирования ЦА; Г. интраоперационное фото ЦА выключенной тандемным усиленным методом тремя клипсами

Для ЦА ЗНМА и ПА среднее количество клипс составило $2,2 \pm 1$ и $1,9 \pm 0,9$ соответственно, поскольку при этих локализациях значительно чаще применялась установка нескольких клипс. При ЦА ствола ПА чаще (52%) применялись миниклипсы, а при ЦА ЗНМА относительно чаще (38%) устанавливались стандартные клипсы. Примечательно, что при ЦА ЗНМА достаточно часто (30,8%) устанавливались фенестрированные клипсы.

Распределение типов клипс в зависимости от локализации ЦА представлено в таблице 4.3 и 4.4.

Таблица 4.3 - Клипирование ЦА с использованием одной или нескольких клипс в зависимости от локализации ЦА

Локализация ЦА	Общее количество ЦА (%)	Среднее количество	Одна клипса					Комбинация нескольких клипс		
			Количество ЦА, клипированных одной клипсой	Количество миниклипс	Количество стандартных клипс	Количество фенестрированных клипс	Количество ЦА, клипированных несколькими клипсами	Количество всех типов клипс		
ВСА параклиноидная	32 (100)	1,7±1,4	20 (62,5)	14	5	1	12 (37,5)	34		
ВСА супраклиноидная	97 (100)	1,5±0,7	57 (58,8)	40	17	-	40 (41,2)	91		
ВСА бифуркация	29 (100)	1,3±0,5	20 (69)	16	4	-	9 (31)	19		
ПМА А1	13 (100)	1,7±0,9	7 (53,8)	6	1	-	6 (46,2)	15		
ПМА-ПСА	189 (100)	1,7±0,9	90 (47,6)	58	28	4	99 (52,4)	239		
ПМА А2-А4	37 (100)	1,7±1	22 (59,5)	19	3	-	15 (40,5)	40		
СМА М1	23 (100)	1,7±0,7	10 (43,5)	10	-	-	13 (56,5)	29		
СМА бифуркация	228 (100)	2,1±1,1	75 (32,9)	54	21	-	153 (67,1)	399		
СМА периферия	9 (100)	2,1±0,8	2 (22,2)	2	-	-	7 (77,8)	17		
ЗМА и ОА	2 (100)	2±1,4	1 (50)	-	1	-	1 (50)	3		
ЗНМА	6 (100)	2,2±1	2 (33,3)	2	-	-	4 (66,7)	11		
ПА	13 (100)	1,9±0,9	4 (30,8)	2	2	-	9 (69,2)	21		
Всего	678 (100)	1,8±1,0	310 (45,7)	223	82	5 (0,4)	368 (54,3)	918		

Таблица 4.4 - Применение различных конфигураций клипс в зависимости от локализации ЦА

Локализация ЦА	Миниклипсы				Стандартные клипсы				Фенестрированные клипсы			
	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число миниклипс	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число стандартных клипс	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число фенестрированных клипс
ВСА параклиноидная	5 (19,2)	12 (46,2)	9 (34,6)	26 (100)	7 (35)	9 (45)	4 (20)	20 (100)	4 (50)	3 (37,5)	1 (12,5)	8 (100)
ВСА супраклиноидная	22 (28,2)	26 (33,3)	30 (38,5)	78 (100)	18 (31)	17 (29,3)	23 (39,7)	58 (100)	3 (25)	9 (75)	-	12 (100)
ВСА бифуркация	5 (19,2)	8 (30,8)	13 (50)	26 (100)	-	3 (33,3)	6 (66,7)	9 (100)	1 (25)	1 (25)	2 (50)	4 (100)
ПМА А1	1 (8,3)	8 (66,7)	3 (25)	12 (100)	1 (33,3)	1 (33,3)	1 (33,3)	3 (100)	3 (42,9)	4 (57,1)	-	7 (100)
ПМА-ПСА	57 (31,7)	73 (40,6)	50 (27,8)	180 (100)	20 (16,9)	47 (39,8)	51 (43,2)	118 (100)	20 (64,5)	7 (22,6)	4 (12,9)	31 (100)
ПМА А2-А4	8 (17,4)	27 (58,7)	11 (23,9)	46 (100)	5 (55,6)	2 (22,2)	2 (22,2)	9 (100)	2 (28,6)	4 (57,1)	1 (14,3)	7 (100)
СМА М1	6 (22,2)	14 (51,9)	7 (25,9)	27 (100)	6 (66,7)	3 (33,3)	-	9 (100)	3 (100)	-	-	3 (100)
СМА бифуркация	57 (23,1)	133 (53,8)	57 (23,1)	247 (100)	31 (18,8)	92 (55,8)	42 (25,5)	165 (100)	39 (62,9)	19 (30,6)	4 (6,5)	62 (100)
СМА периферия	4 (66,7)	2 (33,3)	-	6 (100)	1 (11,1)	5 (55,6)	3 (33,3)	9 (100)	1 (25)	3 (75)	-	4 (100)
ЗМА и ОА	1 (50)	1 (50)	-	2 (100)	1 (100)	-	-	1 (100)	1 (100)	-	-	1 (100)
ЗМА	1 (25)	3 (75)	-	4 (100)	3 (60)	-	2 (40)	5 (100)	2 (50)	2 (50)	-	4 (100)
ПА	4 (30,8)	2 (15,4)	7 (53,8)	13 (100)	3 (33,3)	4 (44,4)	2 (22,2)	9 (100)	3 (100)	-	-	3 (100)
Итого (абс.)	171 (25,6)	309 (46,4)	187 (28)	667 (100)	89 (21,5)	189 (45,5)	137 (33)	415 (100)	82 (56,2)	52 (35,6)	12 (8,2)	146 (100)

4.3 Количество и виды клипс в зависимости от размеров церебральных аневризм

При ЦА до 2 мм в основном устанавливались миниклипсы (91,5 %). Чаще устанавливалась одна клипса.

В группе ЦА 3-5 мм также преобладало использование миниклипс (83,4 %). В среднем на одну маленькую ЦА потребовалось $1,5 \pm 0,7$ клипсы, что в общей сложности составило 435 клипс для 290 ЦА.

При ЦА среднего размера (6-14 мм) относительно чаще применялись стандартные клипсы (47,3%). Для 328 ЦА потребовалось 668 клипс, что в среднем составило $2 \pm 0,9$ клипсы на одну ЦА.

Для крупных ЦА (15-24 мм) доля стандартных клипс достигала 45,6%, фенестрированных - 38,6%, тогда как миниклипсы применялись лишь в 15,8% случаев. Миниклипсы при крупных ЦА применялись только в сочетании с другими клипсами. Примечательно, что при крупных ЦА отмечено уменьшение доли обычных изогнутых вверх клипс за счет увеличения прямых клипс. Для 16 ЦА было использовано 57 клипс, что в среднем составило $3,6 \pm 2,3$ клипсы на одну ЦА.

При гигантских ЦА (≥ 25 мм) в половине случаев применялись стандартные клипсы (52,4%). Фенестрированные клипсы установлены в 38,1%. Только в 9,5 % устанавливались миниклипсы в сочетании с другими клипсами. Для исключения 5 ЦА потребовалась 21 клипса, что составило в среднем $4,2 \pm 2,9$ клипсы на одну ЦА (Таблица 4.5).

Для оценки статистической значимости различий среднего количества клипс между группами размеров ЦА был выполнен непараметрический анализ с применением критерия Краскела-Уоллиса. По результатам анализа выявлены статистически значимые различия общего количества используемых клипс в зависимости от размера ЦА ($p < 0,001$). Полученный результат статистически подтверждает наблюдаемый клинический тренд: при увеличении размеров ЦА среднее число клипс закономерно возрастает от $1,2 \pm 0,5$ при 2-мм ЦА до $4,2 \pm 2,9$ при размерах ≥ 25 мм.

Таблица 4.5 - Применение различных конфигураций клипс в зависимости от размеров ЦА

Размер ЦА	Среднее количество клипс	Миниклипсы				Стандартные клипсы				Фенестрированные клипсы			
		Прямая	Вверх	Ббок	Общее число миниклипс	Прямая	Вверх	Ббок	Общее число стандартных клипс	Прямая	Вверх под углом	По ребру	Общее число фенестрированных клипс
2 мм	1,2±0,5	14 (32,5)	20 (46,5)	9 (20,9)	43 (100)	1 (100)	-	-	1 (100)	1 (33,3)	2 (66,7)	-	3 (100)
3-5 мм	1,5 ± 0,7	80 (22)	170 (46,8)	113 (31,2)	363 (100)	9 (14,8)	34 (55,7)	18 (29,5)	61 (100)	3 (27,3)	8 (72,7)	-	11 (100)
6-14 мм	2 ± 0,9	72 (28,8)	116 (46,4)	62 (24,8)	250 (100)	67 (21,2)	143 (45,3)	106 (33,5)	316 (100)	64 (62,7)	28 (27,5)	10 (9,8)	102 (100)
15-24 мм	3,6 ± 2,3	4 (44,4)	3 (33,4)	2 (22,2)	9 (100)	8 (30,8)	8 (30,8)	10 (38,4)	26 (100)	10 (45,5)	10 (45,5)	2 (9)	22 (100)
25 мм и более	4,2±2,9	1 (50)	-	1 (50)	2 (100)	4 (36,4)	4 (36,4)	3 (27,2)	11 (100)	4 (50)	4 (50)	-	8 (100)
Всего (%)	1,8±1,0	171 (25,6)	309 (46,3)	187 (28)	667 (100)	89 (21,4)	189 (45,5)	137 (33)	415 (100)	82 (56,2)	52 (35,6)	12 (8,2)	146 (100)

4.4 Количество и виды клипс в зависимости от формы церебральных аневризм

При мешотчатых ЦА, составлявших основную часть наблюдений, преимущественно применялись миниклипсы (55,8%).

При фузиформных ЦА миниклипсы применялись значительно реже (24,6%), тогда как стандартные клипсы устанавливались в 47,4%, а фенестрированные - в 28,1% (достоверно выше сравнительно с мешотчатыми (11,1%), $p < 0,05$).

Анализ распределения типов клипс в зависимости от формы ЦА представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Применение различных конфигураций клипс в зависимости от формы ЦА

Формы ЦА	Миниклипсы				Стандартные клипсы				Фенестрированные клипсы			
	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число миниклипс	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число стандартных клипс	Прямая	Вверх под углом	По ребру	Общее число фенестрированных клипс
Мешотчатая	168 (25,7%)	302 (46,2%)	183 (28,0%)	653 (100)	85 (20,4%)	178 (40%)	125 (32,2%)	388 (100)	76 (58,5%)	43 (33,1%)	11 (8,5%)	130 (100)
Фузиформная	3 (21,4%)	7 (50,0%)	4 (28,6%)	14 (100)	4 (14,8%)	11 (40,7%)	12 (44,5%)	27 (100)	6 (37,5%)	9 (56,3%)	1 (6,3%)	16 (100)
Итого (%)	171 (25,6%)	309 (46,3%)	187 (28,0%)	667 (100)	89 (21,4%)	189 (45,5%)	137 (33)	415 (100)	82 (56,2)	52 (35,6)	12 (8,2)	146 (100)

4.5 Количество и виды клипс в зависимости от наличия тромбов

Анализ данных применения клипс при тромбированных (ЧТА) и нетромбированных ЦА представлен в таблице 4.7.

В группе нетромбированных ЦА преобладали миниклипсы (56,9%). При частично тромбированных ЦА (ЧТА) отмечено достоверное увеличение частоты применения фенестрированных клипс до 30,6% (против 10,5% при нетромбированных, $p < 0,05$). В группе ЧТА также высока доля стандартных клипс (49,4%), что отражает потребность в более выраженной компрессии утолщенной шейки и части тромбированной стенки ЦА. Использование миниклипс при тромбированных ЦА было ограниченным (20%).

Таблица 4.7 - Применение различных конфигураций клипс в зависимости от наличия тромбов

Виды ЦА	Миниклипсы				Стандартные клипсы				Фенестрированные клипсы			
	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число миниклипс	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число стандартных клипс	Прямая	Вверх	Вбок	Общее число Фенестрированных клипс
Нетромбированная	167 (25,7)	300 (46,2)	183 (28,2)	650 (100)	71 (19)	177 (47,5)	125 (33,5)	373 (100)	67 (55,8)	44 (36,7)	9 (7,5)	120 (100)
ЧТА	4 (23,5)	9 (52,9)	4 (23,5)	17 (100)	18 (42,9)	12 (28,6)	12 (28,6)	42 (100)	15 (57,7)	8 (30,8)	3 (11,5)	26 (100)
Итого (%)	171 (25,6)	309 (46,3)	187 (28)	667 (100)	89 (21,4)	189 (45,5)	137 (33)	415 (100)	82 (56,2)	52 (35,6)	12 (8,2)	146 (100)

4.6 Особенности применения различных типов клипс

Прямые клипсы

Прямые клипсы составили 21,2% (n=260) среди всех клипс в нашей группе.

В 82 случаях (31,5%) они применялись изолированно от других модификаций. Чаще их изолированное использование было при ЦА ВСА (29,7%), СМА (23,4%) и ПСА (20,3%).

Прямые клипсы чаще сочетались с изогнутыми вверх клипсами (30,8%), чем с изогнутыми вбок (11,9%).

Сочетание нескольких прямых клипс в основном применялось при простом клипировании с усилением и при тандемном клипировании.

Прямых миниклипс использовано 171, что составило 65,8% от всех прямых клипс и 13,9% от общего числа клипс.

Прямых стандартных клипс было 83, что составило 31,9% от всех прямых клипс и 6,8% от общего числа клипс.

Байонетные (штыкообразные) клипсы составили 2,3% от общего количества прямых клипс и 0,5% от общего количества клипс. Эти клипсы применялись при мешотчатых ЦА без тромбов, чаще (66,7%) при одиночном клипировании.

Изогнутые клипсы, направленные вверх

Клипсы, изогнутые вверх, применялись в 40,5% (n=498) среди всех клипс в нашей группе.

В 296 случаях (59,4%) они применялись изолированно от других модификаций. Чаще их изолированное использование было при ЦА СМА (47,3%), ПСА (24,3%) и ВСА (17,2%).

Изогнутые вверх клипсы чаще сочетались с прямыми клипсами (15,2%), чем с изогнутыми вбок (7,9%). Сочетание нескольких изогнутых вверх клипс в основном применялось при тандемном клипировании, и несколько реже при простом усиленном.

Плавно изогнутых вверх миниклипс использовано 282, что составило 56,6% от всех изогнутых вверх клипс и 23% от общего числа клипс.

Плавно изогнутых вверх стандартных клипс использовано 165, что составило 33,1% от всех изогнутых вверх клипс и 13,4% от общего числа клипс.

L-образные миниклипсы применены в 23 случаях, что составило 4,6% от всех изогнутых вверх клипс и 1,9% от общего числа клипс. Изолировано L-образные миниклипсы применялись в 9 случаях, причем в 5 из них при ЦА СМА.

Изогнутые вверх под углом 45° миниклипсы применялись редко - в 4 случаях (0,8% от клипс, изогнутых вверх, 0,3% от общего числа клипс) при ЦА ПСА, А1-сегмента ПМА и бифуркации ВСА.

L-образные стандартные клипсы применены в 20 случаях, что составило 4% от всех изогнутых вверх клипс и 1,6% от общего числа клипс. Изолировано L-образные миниклипсы применялись в 9 случаях, при разных локализациях ЦА (без четкой зависимости).

Изогнутые вверх под углом 45° стандартные клипсы использованы только в 2 случаях ЦА СМА, в сочетании с другими клипсами.

Изогнутые вверх по типу «крючка» стандартные клипсы использованы также только в 2 случаях при ЦА А1-сегмента ПМА и ПСА, в сочетании с другими клипсами.

Изогнутые вбок клипсы

Клипсы, изогнутые вбок, применялись в 26,4% (n=324) среди всех клипс в нашей группе.

В 216 случаях (66,7%) они применялись изолированно от других модификаций. Чаще их изолированное использование было при ЦА ПСА (31,9%), СМА (30,1%), СМА (28,7%).

Изогнутые вбок клипсы практически с одинаковой частотой сочетались с прямыми клипсами (9%) и с плавно изогнутыми вверх (9,3%). Сочетание нескольких изогнутых вбок клипс одинаково часто применялось при тандемном и простом усиленном клипировании.

Фенестрированные клипсы

Фенестрированные клипсы применялись в 11,9% (n=146) случаях для клипирования 105 ЦА. Только в 5 (4,8%) случаях (4 ЦА ПСА, одна ЦА ВСА) произведено клипирование одной фенестрированной клипсой. При 10 ЦА проведено клипирование несколькими фенестрированными клипсами (n=22). Из них три случая клипирования с туннелированием отходящей артерии при ЦА ПСА и 7 случаев клипирования с туннелированием несколькими клипсами несущей артерии (три ЦА ВСА, одна - ЗНМА, одна - М1-сегмента СМА, одна - перикаллезная и одна - А1-сегмента ПМА).

При клипировании 90 ЦА фенестрированные клипсы дополнялись обычными клипсами. Таким образом, среди 105 ЦА, где использовались фенестрированные клипсы, в большинстве случаев (85,7%) они сочетались с обычными мини и стандартными клипсами.

Прямые клипсы среди фенестрированных применялись чаще других - 56,2% (n=82). Среди всех клипс в исследуемой группе это составило 6,7%. С помощью 82 фенестрированных клипс выключено 68 ЦА. Чаще всего (37,8%) прямые фенестрированные модели использовались при тандемном клипировании. На втором месте (23,2%) было перекрестный способ. Также они применялись при туннелировании отходящей артерии (13,4%), перпендикулярном клипировании (4,9%) и туннелировании несущей артерии (3,7%).

L-образные (изогнутые вверх под прямым углом) фенестрированные клипсы применены в 35 случаях (24% от общего количества фенестрированных клипс и 2,9% среди всех клипс). С их помощью выключено 25 ЦА (чаще (44%) ЦА СМА). L-образные фенестрированные клипсы использовались при тандемном клипировании (32%), перекрестном клипировании (28%), туннелировании несущей артерии (28%) и туннелировании отходящей артерии (12%).

Изогнутые вверх под углом 30-60° фенестрированные клипсы применены в 17 случаях (11,6% от общего количества фенестрированных клипс и 1,4% среди всех клипс). Клипировано с их помощью 15 ЦА. Чаще (46,7%) изогнутые вверх под углом фенестрированные клипсы использовались при тандемном клипировании. Также они применялись при перекрестном клипировании (26,7%), туннелировании отходящей артерии (20%) и туннелировании несущей артерии (6,7%).

Изогнутые вбок под углом 30° клипсы были самыми редкими среди фенестрированных моделей - 8,2% (1% среди всех клипс). С их помощью клипировано 12 ЦА. Чаще (50%) изогнутые вбок фенестрированные клипсы использовались при тандемном клипировании. Также они применялись при перекрестном клипировании (25%), туннелировании отходящей артерии (16,7%) и перпендикулярном клипировании (8,3%).

Глава 5 Клинические результаты

5.1 Общие клинические исходы

Основным критерием эффективности различных техник клипирования в нашем исследовании являлся функциональный исход пациента на момент выписки из стационара. В таблицах 5.1 и 5.2 представлены неврологические исходы и осложнения в зависимости от типа клинического течения.

Таблица 5.1 - Неврологические исходы в группах по клиническим типам

Клиническое течение	Изменения неврологического статуса			МШР			Все пациенты (%)
	Улучшение (%)	Без изменения (%)	Ухудшение (%)	0-2 (%)	3-4 (%)	5 (%)	
Острый период	36 (73,5)	3 (6,1)	10 (20,4)	39 (79,6)	8 (16,3)	2 (4,1)	49 (8,5)
Подострый период	-	25 (92,6)	2 (7,4)	24 (88,9)	3 (11,1)	-	27 (4,7)
Холодный период	-	82 (90,1)	9 (9,9)	86 (94,5)	5 (5,5)	-	91 (15,8)
НБА	2 (0,5)	385 (94,6)	20 (4,9)	405 (99,5)	2 (0,5)	-	407 (70,9)
Итого (%)	38 (6,6)	495 (86,2)	41 (7,1)	554 (96,5)	18 (3,1)	2 (0,3)	574 (100)

Таблица 5.2 - Осложнения в группах по клиническим типам

Клиническое течение	Общее количество осложнений	Только неврология (без ишемии и гематом)	Ишемия, бассейн			Гематома	Менингит или ликворея	Все пациенты (%)
			Перфорирующая артерия	Крупная артериальная ветвь	Мостиковые вены			
Острый период	14 (28,6)	4 (8,2)	2 (4,1)	7 (14,3)	4 (8,2)	1 (2)	-	49 (100)
Подострый период	3 (11,1)	-	1 (3,7)	-	1 (3,7)	-	1 (3,7)	27 (100)
Холодный период	15 (16,5)	6 (6,6)	5 (5,5)	-	4 (4,4)	2 (2,2)	-	91 (100)
НБА	51 (12,5)	14 (3,4)	11 (2,7)	5 (1,2)	11 (2,7)	5 (1,2)	1 (0,2)	407 (100)
Итого (%)	78 (13,6)	24 (4,2)	18 (3,1)	12 (2,1)	20 (3,5)	8 (1,4)	2 (0,3)	574 (100)

Улучшение неврологического статуса было зарегистрировано у 38 (6,6%) пациентов. Положительная динамика наблюдалась преимущественно у лиц, оперированных в остром и подостром периодах излияния. В данной группе улучшение неврологического статуса в основном было обусловлено регрессом внутричерепной гипертензии и сосудистого спазма.

Отсутствие изменений неврологического статуса наблюдалось у подавляющего большинства пациентов - 495 (86,2%). Эта группа была представлена преимущественно пациентами с бессимптомными ЦА, а также пациентами, у которых основной жалобой до операции были головные боли.

Ухудшение неврологического статуса в послеоперационном периоде констатировано у 41 (7,2%) пациента. Летальных исходов не было.

Подавляющее большинство пациентов (96,5%) имело благоприятные исходы (МШР 0-2) при выписке. У 3,1% имелись признаки инвалидизации (МШР 3-4). Два пациента (0,3%), оперированных в тяжелом состоянии, выписаны в вегетативном статусе.

Общая частота послеоперационных осложнений составила 13,6%. Наиболее частым морфологическим субстратом осложнений являлась церебральная ишемия, которая выявлена в 8,7% случаев (Рисунок 5.1). Реже отмечались гематомы (2,1%), при этом у 3 пациентов (0,5%) потребовалась ревизионная операция с целью удаления гематомы. В одном случае наблюдалась назальная ликворея, в другом - менингит.

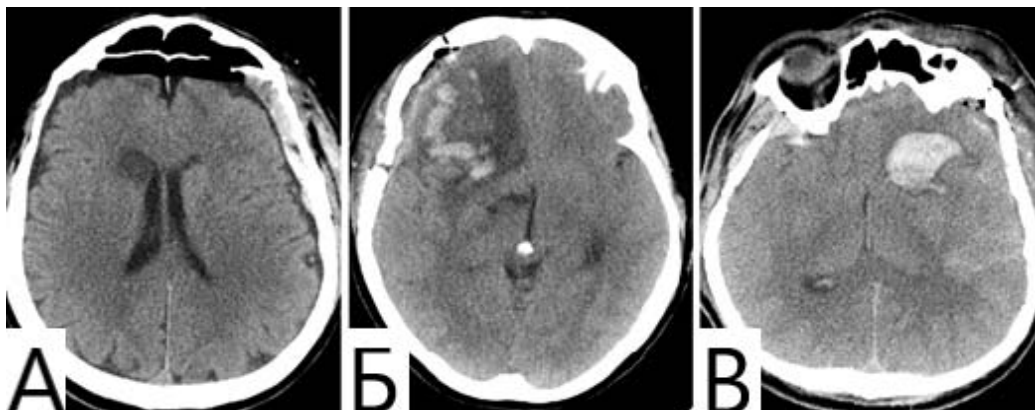


Рисунок 5.1 - Послеоперационные осложнения. А. ишемический очаг лакунарного типа в бассейне перфорантных артерий (а. Гюбнера); Б. венозная ишемия; В. внутримозговая гематома

5.2 Клинические исходы в зависимости от техники клипирования

Для объективной оценки влияния метода клипирования на результаты лечения пациенты были разделены на однородные группы по периоду кровоизлияния и морфологической сложности ЦА.

В остром периоде САК при сравнении результатов клипирования отмечалась некоторая тенденция лучших результатов фрагментированных техник, сравнительно со сплошными (Таблицы 5.3 и 5.4).

Таблица 5.3 - Неврологические исходы у пациентов в остром периоде кровоизлияния в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Изменения неврологического статуса			МШР			Все пациенты (%)
	Улучшение (%)	Без изменения (%)	Ухудшение (%)	0-2 (%)	3-4 (%)	5 (%)	
Сплошное	16 (61,5)	2 (7,7)	8 (30,8)	18 (69,2)	7 (26,9)	1 (3,8)	26 (100)
Фрагментированное	20 (87)	1 (4,3)	2 (8,7)	21 (91,3)	1 (4,3)	1 (4,3)	23 (100)
Итого (%)	36 (73,5)	3 (6,1)	10 (20,4)	39 (79,6)	8 (16,3)	2 (4,1)	49 (100)

Таблица 5.4 - Осложнения у пациентов в остром периоде кровоизлияния в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Только неврология (без ишемии и гематом)	Ишемия, бассейн			Гематома	Менингит/Ликворея	Все пациенты (%)
		Перфорирующая артерия	Крупная артериальная ветвь	Мостиковые вены			
Сплошное	3 (11,5)	2 (7,7)	5 (19,2)	3 (11,5)	1 (3,8)	-	26 (100)
Фрагментированное	1 (4,3)	-	2 (8,7)	1 (4,3)	-	-	23 (100)
Итого (%)	4 (8,2)	2 (4,1)	7 (14,3)	4 (8,2)	1 (2)	-	49 (100)

Так, например ухудшение неврологического статуса наблюдалось в 30,8% случаев при использовании сплошных техник и в 8,7% - при использовании фрагментированных техник. Благоприятные исходы были в 69,2% в первой группе и в 91,3% - во второй. Результат теста Фишера показал р-значение 0,08 (в обоих

сравнениях), что указывает на то, что разница между группами не является статистически значимой, однако значение близко к 0,05.

Неврологические исходы и послеоперационные осложнения в подостром и холодном периодах кровоизлияния в зависимости от типа клипирования явно не отличались (Таблицы 5.5-5.8).

Таблица 5.5 - Неврологические исходы у пациентов в подостром периоде кровоизлияния в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Изменения неврологического статуса			МШР			Все пациенты (%)
	Улучшение (%)	Без изменения (%)	Ухудшение (%)	0-2 (%)	3-4 (%)	5 (%)	
Сплошное	-	13 (92,8)	1 (7,2)	12 (85,7)	2 (14,3)	-	14 (100)
Фрагментированное	-	12 (92,3)	1 (7,7)	12 (92,3)	1 (7,7)	-	13 (100)
Итого (%)	-	25 (92,6)	2 (7,4)	24 (88,9)	3 (11,1)	-	27 (100)

Таблица 5.6 - Послеоперационные осложнения у пациентов в подостром периоде кровоизлияния в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Только неврология (без ишемии и гематом)	Ишемия, бассейн			Гематома	Менингит/Ликворея	Все пациенты (%)
		Перфорирующая артерия	Крупная артериальная ветвь	Мостиковые вены			
Сплошное	-	-	-	-	-	1 (7,1)	14 (100)
Фрагментированное	-	-	-	1 (7,7)	-	-	13 (100)
Итого (%)	-	-	-	1 (3,7)	-	1 (3,7)	27 (100)

Таблица 5.7 - Неврологические исходы у пациентов в холодном периоде кровоизлияния в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Изменения неврологического статуса			МШР			Все пациенты (%)
	Улучшение (%)	Без изменения (%)	Ухудшение (%)	0-2 (%)	3-4 (%)	5 (%)	
Сплошное	-	46 (88,5)	6 (11,5)	49 (94,2)	3 (5,8)	-	52 (100)
Фрагментированное	-	36 (92,3)	3 (7,7)	37 (94,9)	2 (5,1)	-	39 (100)
Итого (%)	-	82 (90,1)	9 (9,9)	86 (94,5)	5 (5,5)	-	91 (100)

Таблица 5.8 - Послеоперационные осложнения у пациентов в холодном периоде кровоизлияния в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Только неврология (без ишемии и гематом)	Ишемия, бассейн			Гематома	Менингит/Ликворея	Все пациенты (%)
		Перфорирующая артерия	Крупная артериальная ветвь	Мостиковые вены			
Сплошное	3 (5,8)	2 (3,8)	-	3 (5,8)	1 (5,8)	-	52 (100)
Фрагментированное	3 (7,7)	3 (7,7)	-	1 (2,6)	1 (2,6)	-	39 (100)
Итого (%)	6 (6,6)	5 (5,5)	-	4 (4,4)	2 (2,2)	-	91 (100)

Также и в наиболее многочисленной группе пациентов с НБА неврологические исходы при сплошном и фрагментированном типах клипирования были практически идентичными (Таблицы 5.9 и 5.10).

Таблица 5.9 - Неврологические исходы у пациентов с неразорвавшимися аневризмами в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Изменения неврологического статуса			МШР			Все пациенты (%)
	Улучшение (%)	Без изменения (%)	Ухудшение (%)	0-2 (%)	3-4 (%)	5 (%)	
Сплошное	1 (0,4)	216 (94,7)	11 (4,8)	227 (99,6)	1 (0,4)	-	228 (100)
Фрагментированное	1 (0,6)	169 (94,4)	9 (5)	178 (99,4)	1 (0,6)	-	179 (100)
Итого (%)	2 (0,5)	385 (94,6)	20 (4,9)	405 (99,5)	2 (0,5)	-	407 (100)

Таблица 5.10 - Послеоперационные осложнения у пациентов с неразорвавшимися аневризмами в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Только неврология (без ишемии и гематом)	Ишемия, бассейн			Гематома	Менингит/Ликворея	Все пациенты (%)
		Перфорирующая артерия	Крупная артериальная ветвь	Мостиковые вены			
Сплошное	9 (3,9)	6 (2,6)	2 (0,9)	3 (1,3)	3 (1,3)	1 (0,4)	228 (100)
Фрагментированное	5 (2,8)	5 (2,8)	3 (1,7)	8 (4,5)	2 (1,1)	-	179 (100)
Итого (%)	14 (3,4)	11 (2,7)	5 (1,2)	11 (2,7)	5 (1,2)	1 (0,2)	407 (100)

В группе 54 сложных аневризм также не отмечено разницы в клинических результатах и послеоперационных осложнениях при использовании сплошных и фрагментированных техник клипирования (Таблицы 5.11 и 5.12).

Таблица 5.11 - Неврологические исходы у пациентов со сложными аневризмами в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Изменения неврологического статуса			МШР			Все пациенты (%)
	Улучшение (%)	Без изменения (%)	Ухудшение (%)	0-2 (%)	3-4 (%)	5 (%)	
Сплошное	-	14 (87,5)	2 (12,5)	15 (93,8)	1 (6,2)	-	16 (100)
Фрагментированное	3 (7,9)	30 (78,9)	5 (13,2)	37 (97,4)	1 (2,6)	-	38 (100)
Итого (%)	3 (5,6)	44 (81,5)	7 (13)	52 (96,3)	2 (3,7)	-	54 (100)

Таблица 5.12 - Послеоперационные осложнения у пациентов со сложными аневризмами в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Только неврология (без ишемии и гематом)	Ишемия, бассейн			Гематома	Менингит/Ликворея	Все пациенты (%)
		Перфорирующая артерия	Крупная артериальная ветвь	Мостиковые вены			
Сплошное	-	2 (12,5)	-	1 (6,3)	-	1 (6,3)	16 (100)
Фрагментированное	3 (7,9)	-	2 (5,3)	1 (2,6)	-	-	38 (100)
Итого (%)	3 (5,6)	2 (3,7)	2 (3,7)	2 (3,7)	-	1 (1,9)	54 (100)

В 49 случаях развития ИР аневризмы использование при использовании фрагментированного клипирования неврологическое ухудшение отмечалось в 7,1% случаев, а при сплошном - в 19% (Таблица 5.13), однако разница оказалась не значимой ($p = 0,38$). Различия в послеоперационных осложнениях также не значимы (Таблица 5.14).

Таблица 5.13 - Неврологические исходы у пациентов с ИР аневризмы в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Изменения неврологического статуса			МШР			Все пациенты (%)
	Улучшение (%)	Без изменения (%)	Ухудшение (%)	0-2 (%)	3-4 (%)	5 (%)	
Сплошное	4 (19)	13 (61,9)	4 (19)	18 (85,7)	3 (14,3)	-	21 (100)
Фрагментированное	6 (21,4)	20 (71,4)	2 (7,1)	28 (100)	-	-	28(100)
Итого (%)	10 (20,4)	33 (67,3)	8 (16,3)	46 (93,9)	3 (6,1)	-	49 (100)

Таблица 5.14 - Послеоперационные осложнения у пациентов с ИР аневризмы в зависимости от типов клипирования

Типы клипирования	Только неврология (без ишемии и гематом)	Ишемия, бассейн			Гематома	Менингит/Ликворея	Все пациенты (%)
		Перфорирующая артерия	Крупная артериальная ветвь	Мостиковые вены			
Сплошное	2 (9,5)	3 (14,3)	-	1 (4,8)	-	-	21 (100)
Фрагментированное	-	-	1 (3,6)	-	-	-	28 (100)
Итого (%)	2 (4,1)	3 (6,1)	1 (2)	1 (2)	-	-	49 (100)

5.3 Многомерный анализ факторов риска послеоперационных осложнений

Одномерный анализ показал, что фактором риска, достоверно повышающим количество осложнений, является «острый период САК». Это ожидаемый результат, поскольку очевидно, что в условиях отека и вазоспазма результаты микрохирургических операций хуже. Однако в данном исследовании нас

интересовало другое: влияет ли тип клипирования в условиях острого периода кровоизлияния и у пациентов вне острого периода на результаты операций.

В исследуемую группу для логистической регрессии вошло 574 пациентов, из которых 49 было оперировано в остром периоде, а 525 - в других периодах.

Зависимой переменной явилось наличие послеоперационных осложнений. Предикторами являлись:

- 1) период кровоизлияния (острый или другие);
- 2) локализация (ВББ или другая);
- 3) возраст пациента (до 59 лет или 60 лет и старше);
- 4) размер аневризмы (до 14 мм или 15 мм и более);
- 5) ИР (да или нет);
- 6) тип клипирования (фрагментированное или сплошное).

Анализ логистической регрессии показал, что тип клипирования не оказывает статистически значимого влияния на развитие послеоперационных осложнений. Отношение шансов (ОШ) для фрагментированного клипирования по сравнению со сплошным составило 1,06 при p-value 0,80.

Обращение к исходным таблицам сопряженности подтверждает этот вывод: частота осложнений при сплошном клипировании составила 14,1% (45 случаев из 320), а при фрагментированном - 14,6% (37 случаев из 254). Разница минимальна и математически недостоверна, что говорит о сопоставимом профиле безопасности обоих методов.

Единственным статистически значимым предиктором в данной выборке оказался острый период проведения операции (28,6% против 12,9% у пациентов в других периодах, ОШ 3,02, p-value 0,002).

Остальные исследуемые факторы не продемонстрировали статистически значимого влияния на частоту осложнений: возраст старше 60 лет незначительно повышал шансы, но результат не достиг статистической значимости (ОШ 1,40, p-value 0,176).

Локализация аневризмы в вертебро-базиллярном бассейне (ОШ 1,94, p-value 0,220) и наличие ИР (ОШ 0,75, p-value 0,522) не показали независимого

достоверного влияния. Размер аневризмы 15 мм и более также не ассоциировался с ростом числа осложнений (ОШ 0,63, p-value 0,555) в этой модели.

Таким образом, многофакторный анализ подтверждает, что применение фрагментированного или сплошного клипирования не увеличивает риск послеоперационных осложнений при условии других клинических и топографо-анатомических переменных.

Единственным весомым фактором риска в представленной выборке выступает проведение вмешательства в остром периоде кровоизлияния.

Глава 6 Ангиографические результаты

6.1 Влияние методов клипирования на ангиографические результаты

В среднем тотальное выключение ЦА в исследуемой группе составило 91,4%.

Распределение результатов радикальности выключения ЦА в зависимости от метода клипирования представлено в таблицах 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 - Влияние техники клипирования на степень радикальности выключения ЦА

Методы клипирования	Радикальность клипирования			Всего (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
Простое одиночное	264 (92,6)	12 (4,2)	9 (3,2)	285 (100)
Простое усиленное	62 (84,9)	5 (6,8)	6 (8,2)	73 (100)
Тандемное	176 (92,6)	11 (5,8)	3 (1,6)	190 (100)
Встречное	15 (100)	-	-	15 (100)
Перекрестное	18 (81,8)	2 (9,1)	2 (9,1)	22 (100)
С туннелированием отходящей артерии	13 (100)	-	-	13 (100)
С туннелированием несущей артерии	6 (100)	-	-	6 (100)
Перпендикулярное	6 (100)	-	-	6 (100)
Комбинированное	18 (81,8)	3 (13,6)	1 (4,6)	22 (100)
Раздельное	10 (90,9)	-	1 (9,1)	11 (100)
Всего (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

Среди наиболее часто применяемых техник клипирования высокая радикальность в виде тотального выключения ЦА отмечена при простом одиночном и тандемном клипировании - по 92,6% в каждой группе. Несколько меньшие показатели радикальности зарегистрированы при простом усиленном клипировании (84,9%).

Техники, продемонстрировавшие 100% тотальное выключение (встречное, с туннелированием отходящей и несущей артерий, перпендикулярное клипирование), представлены малыми выборками (4-15 случаев). Поэтому их результаты нельзя интерпретировать как объективное превосходство данных методов, поскольку вероятна селекция более простых и анатомически благоприятных случаев.

Методы отдельного клипирования также показали умеренно высокую радикальность (90,9%), однако это также основано на небольшом числе наблюдений. Наименьшая радикальность отмечена при комбинированном (81,8%) и перекрестном (81,8%) клипировании.

При анализе типов клипирования (Таблица 6.2) сплошное и фрагментированное клипирование продемонстрировали практически одинаковую радикальность - 92,9% и 92,2% соответственно. При фрагментированном варианте имелась тенденция большей вероятности субтотальных выключений (6,3% против 4,4%), в то время как частичное выключение чаще наблюдалось при сплошном клипировании (2,7% против 1,6%). Статистически указанные различия не достоверны.

Таблица 6.2 - Влияние метода клипирования на степень радикальности выключения ЦА

Типы клипирования	Радикальность клипирования			Всего (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
Сплошное	340 (92,9)	17 (4,4)	15 (2,7)	372 (100)
Фрагментированное	248 (92,2)	16 (6,3)	7(1,6)	271 (100)
Всего (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

6.2 Влияние локализации церебральных аневризм на ангиографические результаты

Тотальное выключение ЦА достигнуто при таких локализациях как: бифуркация ВСА, М2-М3-сегменты СМА, а также в единичных случаях ЦА ОА и ЗМА.

При ЦА бифуркации СМА, а также ЦА пара- и супраклиноидного отделов ВСА удельный вес тотального выключения ЦА был близок к среднему по группе.

Один из наименьших процентов тотального выключения выявлен при ЦА ПСА.

Радикальность клипирования в зависимости от локализации представлена в таблице 6.3.

Таблице 6.3 - Радикальность клипирования в зависимости от локализации ЦА

Локализации	Радикальность клипирования ЦА			Абсолютное количество ЦА (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
ВСА параклиноидная	28 (93,3)	-	2 (6,7)	30 (100)
ВСА супраклиноидная	88 (92,6)	3 (3,2)	4 (4,2)	95 (100)
ВСА бифуркация	26 (100)	-	-	26 (100)
ПМА А1	10 (91)	1 (9)	-	11 (100)
ПСА	160 (87,9)	16 (8,8)	6 (3,3)	182 (100)
ПМА А2-А4	35 (97,2)	-	1 (2,8)	36 (100)
СМА М1	18 (90)	-	2 (10)	20 (100)
СМА бифуркация	196 (91,6)	13 (6,1)	5 (2,3)	214 (100)
СМА периферия	9 (100)	-	-	9 (100)
ЗМА и ОА	2 (100)	-	-	2 (100)
ПА	12 (92,3)	-	1 (7,7)	13 (100)
ЗНМА	4 (80)	-	1 (20)	5 (100)
Итого (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

Как и при ЦА бифуркации СМА, при ЦА ПСА отмечена схожая частота субтотальных выключений - 8,8% и 6,1% соответственно. При этом частичные выключения несколько чаще наблюдались при ЦА ПСА (3,3% против 2,3%),

однако в рассматриваемой выборке это привело лишь к одному случаю ревизионного вмешательства (Рисунок 6.1).

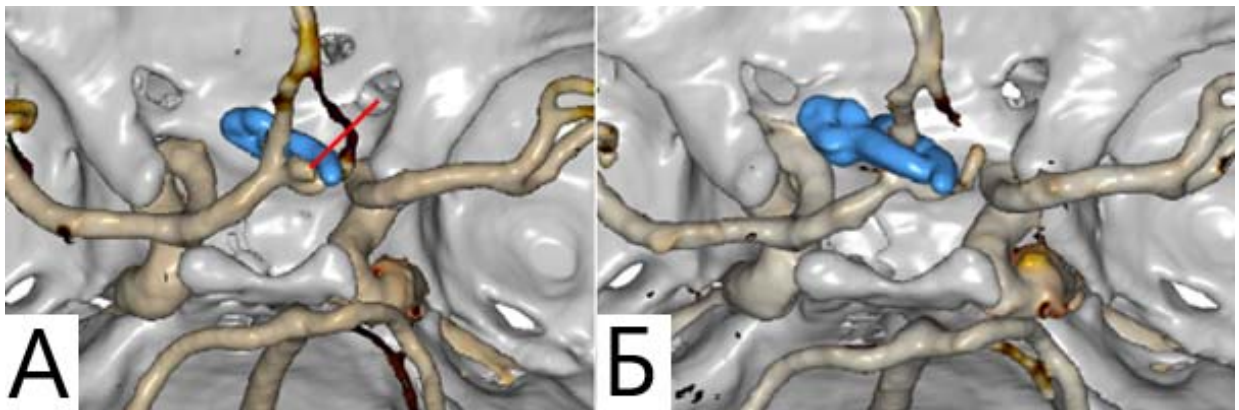


Рисунок 6.1 - Повторное клипирование резидуальной ЦА ПСА. А. Контрольная КТ ангиография указывает на частичное выключение (MR3) после первой операции, где проведено одиночное клипирование; Б. КТ ангиографии после повторной операции, где выполнено встречное клипирование, указывает на тотальное выключение (MR1)

При проведении однофакторного анализа влияния анатомической локализации аневризм на радикальность их клипирования не было выявлено статистически значимых различий между всеми группами в совокупности ($p=0,929$). Тотальное выключение ЦА было достигнуто в 91,4% случаев ($n=588$).

Однако при проведении апостериорных сравнений (post-hoc analysis) с использованием отношения шансов (OR) было установлено, что локализация аневризмы в области ПСА является фактором, потенциально снижающим вероятность радикального выключения.

Частота тотального клипирования при ПСА составила 87,9% (160 из 182), в то время как при других локализациях этот показатель достигал 92,8% (428 из 461).

Статистический анализ показал, что локализация в бассейне ПСА повышает риск неполного (субтотального или частичного) выключения аневризмы в 1,78 раза ($OR = 1,78$; $p=0,046$).

Для других крупных групп, таких как СМА (радикальность 91,8%) и ВСА (радикальность 94,0%), значимого влияния локализации на риск неполного выключения выявлено не было ($p>0,05$).

6.3 Влияние размера церебральных аневризм на ангиографические результаты

По данным таблицы 6.4 отмечается четкая взаимосвязь между размерами ЦА и степенью радикальности клипирования.

Таблица 6.4 - Радикальность клипирования в зависимости от размера ЦА

Размер ЦА	Радикальность клипирования			Всего (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
≤ 2	38 (100)	-	-	38 (100)
3-5	263 (95,3)	11 (4)	2 (0,7)	276 (100)
6-14	274 (88,7)	17 (5,5)	18 (5,8)	309 (100)
15-24	9 (60)	4 (26,7)	2 (13,3)	15 (100)
≥ 25	5 (100)	-	-	5 (100)
Всего (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

При проведении однофакторного анализа результатов выявлена четкая и статистически значимая зависимость между размерами ЦА и степенью радикальности клипирования ($\chi^2=43,84; p<0,001$). Наивысшие показатели тотального выключения достигнуты в группе миллиарных (≤ 2 мм) - 100% и малых (3-5 мм) аневризм - 95,3%.

Начиная со средних размеров (6-14 мм), отмечается достоверное снижение частоты тотального выключения до 88,7%. При переходе к крупным аневризмам (15-24 мм) показатель радикальности падает до минимальных значений в выборке - 60,0% (Рисунок 6.2). Установлено, что увеличение размера ЦА свыше 6 мм повышает риск неполного клипирования более чем в 3 раза (OR = 3,38; $p<0,001$).

Особняком стоит группа гигантских аневризм (≥ 25 мм), где в 100% случаев ($n=5$) достигнута полная радикальность, однако малый объем данной подгруппы не позволяет рассматривать этот результат как общую закономерность, а скорее как следствие тщательного индивидуального планирования операций в этой категории пациентов.

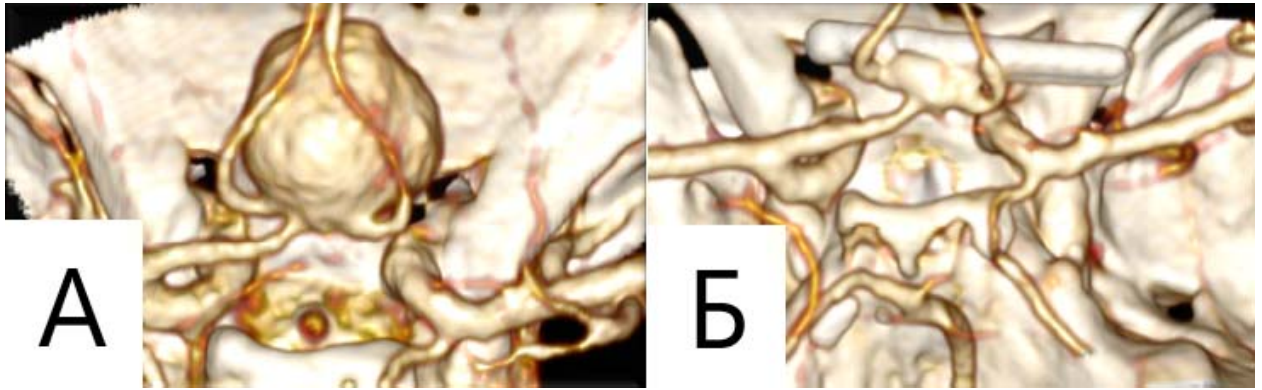


Рисунок 6.2 - Клипирование ЦА ПСА. А. КТ-ангиография до клипирования ЦА; Б. КТ-ангиография после клипирования, определяется остаток аневризмы по задней поверхности (MR3).

6.4 Влияние формы церебральных аневризм на ангиографические результаты

Радикальность клипирования статистически значимо выше при мешотчатых ЦА по сравнению с фузиформными (Рисунок 6.3): 573/620 (92,4%) против 15/23 (65,2%), $p = 0,0003$ (точный критерий Фишера); отношение шансов тотального выключения 6,5 (95% ДИ 2,6-16,1).

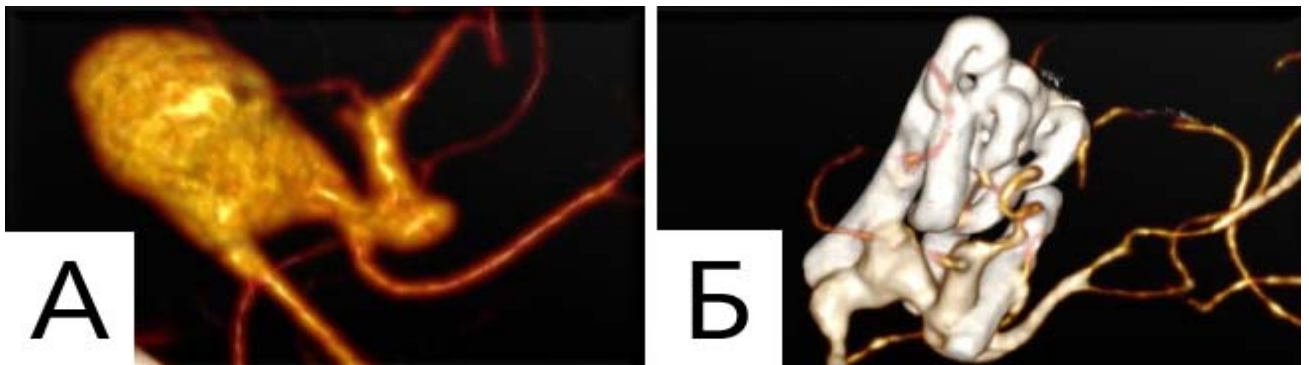


Рисунок 6.3 - Клипирование фузиформной аневризмы А3 сегмента ПМА. А. КТ-ангиография до клипирования ЦА; Б. КТ-ангиография после клипирования, определяется остаток аневризмы (FR3)

В таблице 6.5 приведены результаты радикальности выключения ЦА в зависимости от её формы.

Таблица 6.5 - Степени полноты выключения фузиформных и мешотчатых ЦА

Формы ЦА	Радикальность клипирования			Всего (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
Мешотчатая	573 (92,4)	33 (5,3)	14 (2,3)	620 (100)
Фузиформная	15 (65,2)	-	8 (34,8)	23 (100)
Всего (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

Несмотря на то, что при фузиформных ЦА доля частично выключенных ЦА значительна, большая их часть оставлена под наблюдением. Только в одном случае была ранняя повторная операция (Рисунок 6.4).

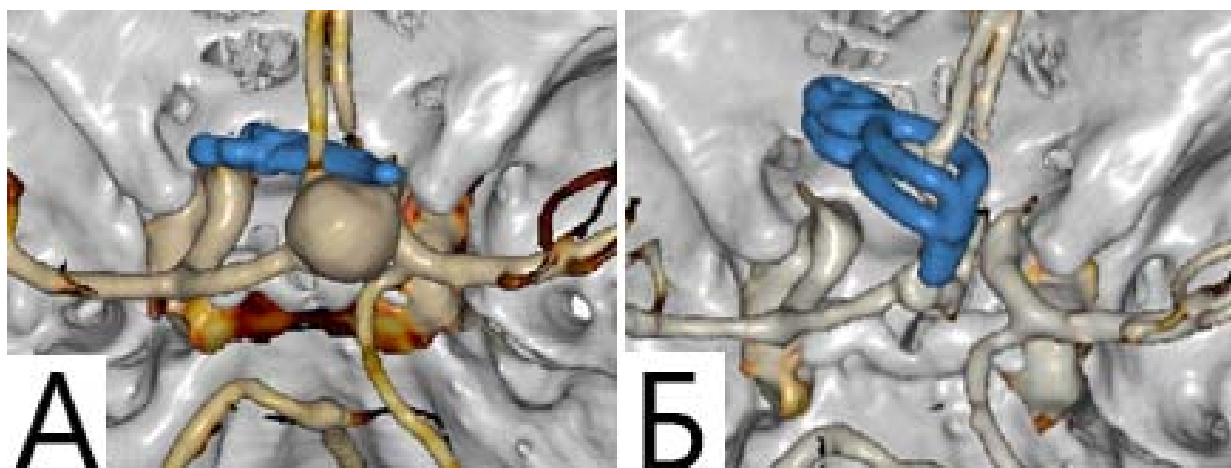


Рисунок 6.4 - Повторное клипирование резидуальной фузиформной ЦА А2-сегмента правой ПМА. А. Контрольная КТ ангиография указывает на частичное выключение (FR4) после первой операции, где проведено простое усиленное клипирование; Б) КТ ангиографии после повторной операции, где выполнено клипирование с туннелированием несущей артерии тандемным способом, указывает на тотальное выключение (FR2)

6.5 Влияние наличия тромбов в полости церебральных аневризм на ангиографические результаты

При изучении влияния частичного тромбирования полости аневризмы на радикальность операции (табл. 6.6) установлено, что тотальное выключение ЦА в группе без признаков тромбоза было достигнуто в 96,2% случаев (n=558). В группе частично тромбированных аневризм аналогичный показатель составил 93,8% (n=30).

Сравнительный анализ с использованием точного теста Фишера не выявил статистически достоверного влияния фактора тромбоза на ангиографический результат ($p=0,419$). Отношение шансов неполного выключения при наличии тромбов составило (OR) 1,67. Это указывает на то, что риск неполного выключения при частично тромбированных аневризмах формально выше, но этот результат не достигает статистической значимости. Таким образом, в исследуемой выборке наличие пристеночных тромбов не являлось статистически значимым препятствием для эффективного микрохирургического выключения аневризмы.

В таблице 6.6 представлено степень радикальности выключения ЦА в зависимости от тромбов в полости ЦА.

Таблица 6.6 - Радикальность клипирования у пациентов с ЧТА

Наличие тромбов в ЦА	Радикальность клипирования			Количество ЦА (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
Без тромбов	558 (96,2)	32 (5,2)	21 (3,4)	611 (100)
Частично тромбированные	30 (93,8)	1 (3,1)	1 (3,1)	32 (100)
Всего (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

6.6 Влияние интраоперационного разрыва церебральных аневризм на ангиографические исходы

По данным однофакторного анализа, развитие ИР ассоциировалось со статистически значимым снижением частоты тотальной окклюзии аневризмы до 85,5% ($p=0,024$).

Однако при проведении многофакторного логистического регрессионного анализа с поправкой на морфологические характеристики (форма и размер), независимое влияние ИР на радикальность вмешательства не подтвердилось. Данный факт позволяет предположить, что выявленная в однофакторной модели закономерность обусловлена не самим фактом разрыва, а сопутствующими

клинико-анатомическими особенностями целевой патологии.

В таблице 6.7 представлены результаты оценки влияния ИР ЦА на радикальность их клипирования.

Таблица 6.7 - Степень радикальности клипирования в зависимости от интраоперационного разрыва

Наличие интраоперационного разрыва	Радикальность клипирования			Количество ЦА (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
Нет	541 (92)	26 (4,4)	21 (3,6)	588 (100)
Да	47 (85,5)	7 (12,7)	1 (1,8)	55 (100)
Всего (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

6.7 Влияние сложных церебральных аневризм на ангиографические исходы

При анализе влияния морфологических характеристик аневризм на результаты вмешательства (табл. 6.8) выявлена высокодостоверная зависимость радикальности от категории сложности ЦА ($\chi^2=21,34; p<0,001$).

В группе типичных аневризм тотальное выключение достигнуто в 92,9% случаев (n=549). В то же время при сложных аневризмах этот показатель достоверно снижается до 75,0% (n=39).

Установлено, что принадлежность аневризмы к категории сложных повышает риск неполного выключения в 4,45 раза (OR = 4,45; $p<0,001$). В структуре нерадикальных вмешательств у пациентов со сложными ЦА преобладают частичные выключения (15,4%), что в 6,4 раза чаще, чем при типичных аневризмах (2,4%).

Данные результаты подтверждают, что сложная архитектура ЦА является ведущим фактором, лимитирующим возможность достижения полной ангиографической радикальности при стандартном микрохирургическом подходе.

Анализ влияния сложных и несложных ЦА на степень радикальности выключения представлен в таблице 6.8.

Таблица 6.8 - Степень радикальности выключения сложных и несложных ЦА

Виды ЦА	Радикальность клипирования			Всего (%)
	Тотальное выключение	Субтотальное выключение	Частичное выключение	
Сложные	39 (75)	5 (9,6)	8 (15,4)	52 (100)
Типичные	549 (92,9)	28 (4,7)	14 (2,4)	591 (100)
Всего (%)	588 (91,4)	33 (5,1)	22 (3,4)	643 (100)

6.8 Резюме по главе 6

Согласно результатам многомерного анализа, наиболее значимым независимым предиктором нерадикального клипирования является размер аневризмы. У пациентов с аневризмами размером 15 мм и более вероятность неполного выключения возрастает в 6,18 раза ($p=0,028$).

Фузиформная форма аневризмы также является статистически значимым фактором риска, увеличивающим шансы нерадикального выключения в 4,57 раза ($p=0,039$).

Важно отметить, что ИОР ($p=0,152$) в рамках данной многофакторной модели не достиг порога статистической значимости.

Согласно данной модели, выбор метода (фрагментированное и сплошное) в этой выборке не показал статистически значимого влияния на радикальность ($p=0,334$). Это может говорить о том, что при правильном подборе техники в зависимости от анатомии оба метода позволяют достичь сопоставимых результатов выключения аневризмы, а решающую роль играют именно морфологические особенности самой аневризмы (размер, форма).

Заключение

Исследование построено на анализе результатов микрохирургического лечения 574 пациентов с 678 церебральных аневризм.

В остром периоде (1-14 дней) кровоизлияния оперировано 49 (8,2%) пациентов, в подостром (15-21 день) - 29 (4,8%), в холодном (более 21 дня) - 99 (16,5%). Клинические проявления, связанные с масс-эффектом, отмечены у 8 (1,3%) пациентов, с ишемией - у 15 (2,5%). В качестве случайной находки ЦА диагностирована у 400 (66,7%) пациентов.

Среди 10 способов выключения ЦА наиболее распространенными являлись 3 метода: простое одиночное клипирование (45%), тандемное клипирование (29,4%) и простое усиленное клипирование (11,4%). Остальные методы не превышали порог в 3,5%. К самым редким относились перпендикулярное клипирование и туннелирование несущей артерии (по 0,9% каждый).

В общем сплошные методы клипирования проведены в 58,4% случаев, фрагментированные - в 41,6%.

Хирургическая техника при клипировании ЦА демонстрирует явную зависимость от их локализации, что объясняется разной анатомической доступностью и разными углами обзора.

Для ЦА параклиноидного, супраклиноидного сегментов и бифуркации ВСА была характерна схожая стратегия: в 72,4-75% случаев применялось сплошное клипирование - это чаще, чем при других локализациях. При этом преобладала техника простого одиночного клипирования (около 58,8-69%, в зависимости от сегмента). И, наоборот, фрагментированные методы при ЦА ВСА применялись реже всего сравнительно с другими локализациями. Это обусловлено узким пространством между задней стенкой ВСА и прилежащими структурами (передним наклоненным отростком, наметом мозжечка, глазодвигательным нервом и др.).

При ЦА ПСА также преобладали сплошные техники клипирования (64,6%).

Тандемное клипирование при этой локализации проведено в 25,9% случаев. Для этой локализации была отмечена относительно высокая частота (5,8%) клипирования с туннелированием отходящей (А2-сегмента) артерии.

ЦА дистальных сегментов ПМА чаще выключались с помощью простого одиночного (59,5%) и тандемного (21,6%) клипирования. Простое усиленное клипирование применялось очень редко (2,7%), так как ЦА этой локализации в основном были небольшого размера. При ЦА А2-А4-сегментов несколько чаще применялось комбинированное клипирование (5,4%) и перпендикулярное клипирование (5,4%). Перпендикулярное наложение клипс было удобным в силу угла атаки со стороны дна ЦА, что делает сложным в узком пространстве заведение клипсы на шейку вдоль оси перикаллёзной артерии при использовании стандартного переднего межполушарного подхода. А техника с туннелированием отходящей артерии при таком подходе была неосуществимой, так как каллезомаргинальная артерия (наиболее крупная ветвь перикаллезной артерии) отходила при таком угле атаки кпереди от ЦА.

При ЦА бифуркации СМА фрагментированное клипирование применялось наиболее часто (55,5%). При этом тандемное клипирование (39,3%) было наиболее предпочтительным способом. Стоит отметить, что при данной локализации было представлено наибольшее разнообразие применяемых техник клипирования.

В периферических сегментах СМА фрагментированное клипирование было предпочтительной техникой (77,8%). Это обусловлено типичными для этой локализации ЦА с широкой шейкой, распространяющейся на несколько поверхностей артерии.

При ЦА М1-сегмента СМА, в отличие от более периферических ЦА, чаще (56,5%) применялись сплошные методы клипирования. Этот сегмент менее подвижен, в силу отхождения лентикулостриарных артерий, поэтому возможности использования различных углов атаки ограничены. Были исключены техники с позиционированием бранш на невидимой стороне артерии (туннелирование несущей артерии, встречное клипирование) для исключения повреждения перфорирующих артерий и глубоких вен островковой группы.

ЦА ВББ в исследуемой группе встречались нечасто (n=21). При этом наблюдалось почти равное распределение между сплошными и фрагментированными методами клипирования.

В зависимости от размеров ЦА в исследуемой группе распределены следующим образом: миллиарные (≤ 2 мм) - 5,7%, маленькие (3-5 мм) - 42,8%, среднего размера (6-14 мм) - 48,4%, крупные (15-24 мм) - 2,4%, гигантские (25 мм и более) - 0,7%.

При миллиарных ЦА простое одиночное клипирование было абсолютно преобладающим методом (79,5%). При этом, усиливающие варианты клипирования не применялись. Однако в редких случаях даже при таких размерах ЦА использовались фрагментированные техники: тандемный способ, клипирование с туннелированием отходящей артерии и др.

При маленьких ЦА также в основном применялось простое одиночное клипирование (60%). Начиная с маленьких размеров появляется потребность в простом усиливающем клипировании в ряде случаев (9,3%).

При ЦА средних размеров встречались все виды клипирования. Наиболее распространенными являлись тандемное (35,1%) и простое одиночное клипирование (30,2%). Относительно чаще, сравнительно с другими размерами, при средних ЦА применялись простое усиленное (14,6%) и перекрёстное клипирование (6,4%).

При крупных ЦА значительно (87,5%) преобладали фрагментированные методы клипирования, в основном за счет тандемного клипирования (37,5%). Также достаточно часто применялось комбинированное клипирование (25%). Из простых вариантов использовалось только усиленное клипирование (12,5%). Стоит отметить, что такие виды клипирования, как встречное, с туннелированием отходящей артерии и перпендикулярное не применялось при ЦА 15 мм и более.

В редких случаях гигантских ЦА в основном (в 4 из 5 случаев) использовались фрагментированные техники клипирования.

Таким образом, прослежен четкий тренд увеличения фрагментированных методов и уменьшения сплошных методов клипирования по мере увеличения

размеров ЦА.

При анализе первичных предоперационных ангиограмм установлено, что мешотчатую форму имели 96,5% ЦА, фузиформную - 3,5%.

При мешотчатых ЦА почти в половине случаев (45,7%) выполнено простое одиночное клипирование. И в целом сплошные методы клипирования при мешотчатых ЦА преобладали (59,2%). При фузиформных ЦА, наоборот, более распространенными были фрагментированные способы клипирования (62,5%).

Подавляющее большинство ЦА в нашем исследовании были представлены нетромбированными формами (95,3%). Частично тромбированные ЦА диагностированы у 5,2% пациентов.

В хирургии нетромбированных ЦА почти в половине случаев использовано простое одиночное клипирование (46%). В остальном применялись все возможные методы клипирования. В группе частично тромбированных ЦА простое одиночное клипирование было использовано лишь в четверти случаев (25%). Простое усиленное клипирование при наличии тромбов встречалось не чаще, сравнительно с нетромбированными ЦА. Характерной чертой для данной категории явилась относительно высокая, по сравнению с нетромбированными ЦА, частота применения комбинированного фрагментированного клипирования (12,5%) и клипирования с туннелированием несущей артерии (6,3%), а также отдельного клипирования (6,3%).

Однако, при многофакторном анализе фузиформная форма ($p = 0,397$) и наличие частичного тромбирования ($p = 0,232$) не показали независимого статистического влияния в отношении обязательного перехода на фрагментированное клипирование при стандартизации по размеру. Другими словами, размер аневризмы является основным предиктором перехода на фрагментированные техники клипирования. Факторы фузиформной формы и тромбоза не имеют независимого влияния, так как их предсказательная сила полностью поглощается размером.

Анализ распределения методов клипирования в зависимости от клинического течения ЦА показал отсутствие статистически значимых различий

между группами. Таким образом, клиническое течение не является фактором, влияющим на выбор метода клипирования.

Таким образом, главными факторами, влияющими на выбор техники клипирования, является локализация и размер ЦА.

Проведенный анализ применения сосудистых клипс при микрохирургическом лечении ЦА позволил выявить закономерности между количеством, типом, конфигурацией клипс при различных характеристиках ЦА, а также используемыми хирургическими техниками.

Всего для клипирования 678 ЦА было использовано 1228 клипс, из которых 54,3% составили миниклипсы, 33,8% - стандартные, и 11,9% - фенестрированные. Среднее количество клипс на одну ЦА составило $1,8 \pm 1$. Данный показатель существенно варьировал в зависимости от типа клипирования - от одного при простых вариантах до 10 при комбинированных клипированиях.

В подавляющем большинстве случаев (98,4%; n=1208) использовались титановые клипсы. Данный выбор был обусловлен двумя ключевыми факторами: во-первых, универсальностью и достаточной силой клипирования титановых клипс для большинства ЦА; а во-вторых, что крайне важно, для послеоперационного контроля - их минимальными артефактами при компьютерно-томографической ангиографии и возможностью оценки радикальности.

Кобальтовые клипсы были применены всего в 13 (1,9%) случаях ЦА. Этот выбор связан с физическими свойствами кобальтовых сплавов: они являются более жесткими и создают большее усилие сжатия, что делает их подходящим для надежного закрытия кальцинированных, атеросклеротически измененных ЦА, где усилия титановой клипсы может быть недостаточно.

Анализируя конфигурации, можно отметить общую тенденцию для обычных миниклипс и стандартных клипс - более частое использование изогнутых вверх моделей: 46,9% и 45,5% соответственно. Вторыми по частоте встречаемости являются изогнутые вбок клипсы: 28% всех миниклипс и 33% всех стандартных клипс. И лишь только 25,6% миниклипс и 21,4% стандартных клипс имели прямую конфигурацию.

Среди фенестрированных клипс большая часть (56,2%) была прямой конфигурации. Изогнутые под прямым или иным углом вверх клипсы применены в 35,6%, и лишь в 8,2% установлены изогнутые вбок фенестрированные клипсы.

Изолировано (без сочетания с клипсами других конфигураций) использовались изогнутые вбок обычные клипсы (66,7% среди клипс данной конфигурации). Чуть реже изолированно применялись изогнутые вверх обычные клипсы (59,4%). Прямые обычные клипсы изолированно использованы значительно реже (31,5%). Чаще прямые обычные клипсы сочетались с изогнутыми вверх и изогнутыми вбок клипсами.

Фенестрированные клипсы также редко использованы изолированно. В большинстве случаев (85,7%) их установка сочеталась с наложением обычных мини- и стандартных клипс.

Выявлена прямая зависимость между сложностью метода клипирования и количеством/типом клипс. При простых методах (одиночное, усиленное) преобладали миниклипсы. По мере усложнения техник (тандемное, перекрестное, клипирование с туннелированием, комбинированное) закономерно возрастали среднее количество клипс на ЦА, а также доля стандартных и, особенно, фенестрированных клипс. Комбинированное клипирование являлось наиболее клипсозатратным методом с количеством $4,1 \pm 2,1$ клипсы на ЦА.

Среднее количество клипс статистически различается между локализациями ЦА. Наибольшее количество клипс требовалось при клипировании ЦА бифуркации СМА, периферических ветвей СМА и задней нижней мозжечковой артерии (2,0-2,2 клипсы), тогда как ЦА ВСА и перикаллёзной артерии характеризовались меньшим средним числом клипс (1,5-1,7).

С увеличением размера ЦА закономерно возрастало среднее количество клипс: от $1,2 \pm 0,5$ при 2 мм ЦА до $4,2 \pm 2,9$ при размерах ≥ 25 мм. Также отмечено, что увеличении размера ЦА увеличивается доля стандартных и фенестрированных клипс и сокращается доля миниклипс.

Те же закономерности прослеживаются при фузиформных и частично тромбированных ЦА, где доля стандартных и фенестрированных клипс была

достоверно выше, чем при мешотчатых и нетромбированных случаях.

Таким образом выбор количества, типа и конфигурации клипс является комплексной задачей, зависящей от совокупности факторов: хирургического метода, локализации, размеров, формы ЦА и наличия внутрисполостных тромбов. Полученные данные позволяют оптимизировать арсенал планируемых для использования клипс под индивидуальные характеристики ЦА у конкретного пациента для достижения радикального и безопасного результата операции.

Подавляющее большинство пациентов (96,5%) в исследуемой группе имело благоприятные исходы (МШР 0-2) при выписке. У 3,1% имелись признаки инвалидизации (МШР 3-4). Два пациента (0,3%), оперированных в тяжелом состоянии, выписаны в вегетативном статусе.

Отсутствие изменений неврологического статуса в послеоперационном периоде наблюдалось у подавляющего большинства пациентов (86,2%). Ухудшение неврологического статуса в послеоперационном периоде зафиксировано у 7,2% пациентов.

Общая частота послеоперационных осложнений составила 13,6%. Наиболее частым морфологическим субстратом осложнений являлась церебральная ишемия, которая выявлена в 8,7% случаев.

Среди факторов риска, достоверно повышающих количество осложнений, отмечен острый период САК, при котором количество осложнений достигало 28,6%. Возраст старше 60 лет незначительно повышал шансы, но результат не достиг статистической значимости.

Важным, на наш взгляд, является то, что не доказано влияние методов клипирования (сплошных или фрагментированных) на количество послеоперационных осложнений.

Радикальность микрохирургического клипирования в исследуемой группе составила 91,4%.

Среди наиболее часто применяемых техник клипирования высокая радикальность в виде тотального выключения ЦА отмечена при простом одиночном и тандемном клипировании - по 92,6% в каждой группе. Несколько

меньшие показатели радикальности зарегистрированы при простом усиленном клипировании (84,9%).

Наименьшая радикальность отмечена при комбинированном (81,8%) и перекрёстном (81,8%) клипировании. Вероятное объяснение заключается в том, что данные методы чаще применялись при ЦА сложной морфологии, где требуется оставить часть шейки ЦА в связи с атеросклерозом или наличием перфорантной артерии.

Тотальное выключение ЦА достигнуто при таких локализациях как: бифуркация ВСА, М2-М3-сегменты СМА, а также в единичных случаях ЦА ОА и ЗМА.

При ЦА бифуркации СМА, а также ЦА пара - и супраклиноидного отделов ВСА удельный вес тотального выключения ЦА был близок к среднему по группе.

Один из наименьших процентов тотального выключения выявлен при ЦА ПСА. Это обусловлено сохранением остаточной части ЦА на задней стенке ПСА из-за их плохого визуального контроля при латеральном субфронтальном подходе.

Тотальное выключение и высокая радикальность (95,3%) отмечены при миллиарных и маленьких ЦА. При ЦА средних размеров (6-14 мм) отмечается снижение радикальности до 88,7%. В дальнейшем этот тренд прослеживается и при более крупных ЦА. При гигантских ЦА при небольшом объеме выборки (n=5), отмечается 100% радикальность, что связано с селекцией данных случаев и тщательным отбором для лечения путем клипирования вместо альтернативного в подобных случаях выключения сложных ЦА с применением методов реваскуляризации.

Таким образом, увеличение размеров ЦА сопровождается уменьшением радикальности клипирования, что имеет не только техническое (более сложный обзор всего купола), но и патофизиологическое объяснение: увеличение ЦА приводит к изменению её структуры, утолщению шейки, деформации сосудистой стенки и вовлечению в патологический процесс окружающих сосудов, что ограничивает возможности полного выключения.

Радикальность клипирования статистически значимо выше при мешотчатых

ЦА по сравнению с фузиформными: 92,4% против 65,2%.

Достоверной разницы в радикальности клипирования при наличии или отсутствии тромбов в полости ЦА не выявлено.

В целом, у пациентов со сложными ЦА частота тотального выключения составила 75%, что существенно ниже, чем у пациентов с типичными ЦА (92,9%).

Таким образом, полученные клинические и ангиографические данные подтверждают, что микрохирургическое вмешательство до настоящего времени является безопасным и высокоэффективным методом лечения ЦА. Результаты исследования позволяют подчеркнуть важность комплексного подхода к планированию операции, оценки факторов риска и прогнозирования возможных осложнений для обеспечения максимальной радикальности и сохранения неврологической функции пациентов.

Выводы

1. Среди методов исключения церебральных аневризм наиболее распространёнными являются простое одиночное клипирование (45%), тандемное клипирование (29,4%) и простое усиленное клипирование (11,4%), тогда как другие варианты применялись реже (3,5%). Сплошные методы использовались в 58,4% случаев и были характерны для церебральных аневризм маленьких размеров. По мере увеличения размера возрастала необходимость применения фрагментированных методов, доля которых при крупных и гигантских церебральных аневризмах достигала 80-87,5%.

2. Выбор микрохирургической техники клипирования определяется прежде всего локализацией и размерами церебральных аневризм. Клиническое течение, интраоперационный разрыв, форма и частичный тромбоз не оказывали независимого влияния на выбор техники.

3. В исследуемой группе для исключения 678 церебральных аневризм использовано 1228 клипс: 54,3% миниклипс, 33,8% стандартных и 11,9% фенестрированных, при среднем числе $1,8 \pm 1$ клипсы на церебральную аневризму. Количество клипс закономерно увеличивалось с ростом сложности техники: от одной при простом одиночном клипировании до 10 при фрагментированных методах. Наибольшее число клипс требовалось при клипировании церебральных аневризм бифуркации и периферических ветвей средней мозговой артерии, а также задней нижней мозжечковой артерии (2,0-2,2 клипсы), тогда как церебральные аневризмы внутренней сонной артерии и перикаллёзной артерии требовали меньшего количества (1,5-1,7). По мере увеличения размера церебральной аневризмы в исследуемой группе среднее число клипс увеличивалось с $1,2 \pm 0,5$ (2 мм) до $4,2 \pm 2,9$ (25 мм и более). Одновременно возрастала доля стандартных и фенестрированных клипс и снижалась доля миниклипс. Аналогичные закономерности выявлены при фузиформных и частично тромбированных формах, где потребность в стандартных и фенестрированных моделях была достоверно

выше.

4. Проведённый анализ результатов хирургического лечения продемонстрировал высокую безопасность микрохирургического клипирования церебральных аневризм: благоприятный исход (0-2 балла по модифицированной шкале Рэнкина) при выписке достигнут у 96,5% пациентов, ухудшение неврологического статуса наблюдалось у 7,2%, летальных исходов не было. Общая частота осложнений составила 13,6%, при этом ведущим субстратом была церебральная ишемия (8,7%). Существенное увеличение риска осложнений выявлено в остром периоде субарахноидального кровоизлияния (28,6%). Тип хирургической техники (сплошное или фрагментированное) не оказал влияния на частоту послеоперационных осложнений.

5. Радикальность клипирования в исследуемой группе составила 91,4%, при этом наилучшие показатели достигнуты при простом одиночном и тандемном клипировании (по 92,6%), а минимальные - при комбинированном и перекрёстном методах (81,8%), что отражает более сложные анатомо-морфологические характеристики церебральных аневризм, требующих таких техник. Радикальность закономерно снижается с увеличением размера церебральной аневризмы: от 95,3% при маленьких размерах до 88,7% - при средних и 60% - при крупных. Существенные различия отмечены между морфологическими типами: при мешотчатых церебральных аневризмах радикальное выключение достигнуто в 92,4%, тогда как при фузиформных - лишь 65,2%. Наличие тромба не влияло на полноту выключения.

Практические рекомендации

1. Для достижения максимальной радикальности исключения мешотчатых аневризм малых и средних размеров без тромбоза достаточно использования сплошных методов клипирования (простое одиночное, простое усиленное). При крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризмах необходимо заранее планировать применение фрагментированных методов (тандемное, встречное, перекрестное, комбинированное и др.).

2. Выбор техники клипирования должен основываться на топографо-анатомических характеристиках ЦА (локализация, размер), а не на клиническом состоянии пациента или факте кровоизлияния, так как последние не оказывают значимого влияния на тактику.

3. При выборе между сплошными и фрагментированными техниками для сложных ЦА следует руководствоваться принципом достижения максимальной радикальности исключения, поскольку сам по себе тип хирургической техники не влияет на частоту послеоперационных осложнений.

4. Для объективной оценки результатов операции и определения дальнейшей тактики ведения пациента обязательным является послеоперационный контроль радикальности исключения аневризмы с помощью КТ-ангиографии. Особое внимание следует уделять аневризмам сложной морфологии (крупные, фузиформные, частично тромбированные), а также локализациям с изначально более низким процентом тотального исключения (в частности ПСА), где выше вероятность остаточных частей, требующих динамического наблюдения или ревизионного вмешательства.

5. При планировании закупок и формировании резервного хирургического набора сосудистого центра для рутинных вмешательств экономически и клинически целесообразно поддерживать преобладающий запас миниклипс. Однако при планировании сложных вмешательств при аневризмах бифуркации СМА или крупных аневризмах хирургической бригаде необходимо в

обязательном порядке резервировать широкий спектр различных конфигураций стандартных и фенестрированных клипс.

Список сокращений

- ВББ - Вертебро-базилярный бассейн
ВСА - Внутренняя сонная артерия
ЗМА - Задняя мозговая артерия
ЗНМА - Задняя нижняя мозжечковая артерия
ИР - Интраоперационный разрыв
КТ-ангиография - Компьютерно-томографическая ангиография
МА - Мешотчатая аневризма
МР-ангиография - Магнитно-резонансная ангиография
МШР - Модифицированная шкала Рэнкина (mRS)
НБА - Неразорвавшаяся аневризма
НМИЦ - Национальный медицинский исследовательский центр
ОА - Основная артерия
ОШ - Отношение шансов
ПА - Позвоночная артерия
ПМА - Передняя мозговая артерия
ПСА - Передняя соединительная артерия
САК - Субарахноидальное кровоизлияние
СМА - Средняя мозговая артерия
ФА - Фузиформная аневризма
ЦА - Церебральная аневризма
ЦСА (ЦАГ) - Цифровая субтракционная ангиография (Церебральная ангиография)
ЧТА - Частично тромбированная аневризма

Список литературы

1. Крылов В.В. Хирургия аневризм головного мозга. Том 1. Издательство: Антидор. 2011. 432 с. ISBN: 978-5-94982-050-6
2. Крылов В.В., Климов А.Б., Полунина Н.А. / Особенности морфологии, клиники, диагностики и лечения пациентов с гигантскими аневризмами сосудов головного мозга / Журнал неврологии и психиатрии. 2011;111(6):15-22.
3. Крылов В.В., Шатохин Т.А., Шетова И.М. и др. / Российское исследование по хирургии аневризм головного мозга: продолжение (РИХА II) // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2024;88(1):7-20.
4. Крылов В.В. Хирургия сложных аневризм головного мозга. ИД “АБВ-пресс” 2019. - 308 С. ISBN 978-5-903018-74-1
5. Деркач М.И., Джинджихадзе Р.С., Поляков А.В., Зайцев А.Д., Страхов Г.Ю., Лазарев В.А. / Ближайшие и отдаленные результаты после микрохирургического клипирования разорвавшихся аневризм в остром периоде кровоизлияния // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2024;88(5):30-37.
6. Медведев Ю.А., Мацко Д.Е. Аневризмы и пороки развития сосудов мозга. 1993. 280 с.
7. Пилипенко Ю.В., Элиава Ш.Ш., Окишев Д.Н., Коновалов А.Н., Гребенев Ф.В. Микрохирургическое лечение сложных аневризм средних мозговых артерий: крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных. Москва: Практическая медицина; 2025. 324 с.
8. Пилипенко Ю.В., Элиава Ш.Ш., Пронин И.Н., Окишев Д.Н., Абрамян А.А. / Оценка радикальности микрохирургических операций при артериальных аневризмах головного мозга по данным компьютерной томографической ангиографии // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2020;6:76-85.
9. Пилипенко Ю.В., Элиава Ш.Ш., Окишев Д.Н., Коновалов А.Н., Хейреддин А.С., Холматов М.Б., Гребенев Ф.В., Абрамян А.А. / Принцип одной линии при классификации методов клипирования церебральных аневризм //

Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2025;89(5):5-15.

10. Ткачев В. В., Музлаев Г. Г., Порханов В. А. Микрохирургия церебральных аневризм. Опыт регионального здравоохранения - Санкт-Петербург: Грейт Принт, 2019. - 189 С

11. Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б., Пилипенко Ю.В. Аневризмы головного мозга у детей. Издательство: Антидор. 2015. 192 с. ISBN: 978-5-905221-12-5.

12. Элиава Ш. Ш., Яковлев С.Б., Шехтман О.Д., Пилипенко Ю.В., Хейреддин А.С., Коновалов Ан.Н., Арустамян С.Р., Бочаров А.В., Бухарин Е.Ю., Окишев Д.Н., Микеладзе К.Г., Табасаранский Т.Ф., Курдюмова Н.В. / Принципы выбора метода хирургического лечения больных с бессимптомными аневризмами и аневризмами головного мозга в холодном периоде после спонтанных внутримозговых кровоизлияний // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2018;82(4):8-14.

13. Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б., Пилипенко Ю.В., Коновалов А.Н., Микеладзе К.Г., Гребенев Ф.В., Хейреддин А.С. / Неразорвавшиеся бессимптомные аневризмы артериальных сосудов головного мозга: современные подходы к выбору хирургического метода и результаты лечения пациентов // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2021;6:6-13.

14. Элиава Ш.Ш., Пилипенко Ю.В., Холматов М.Б., Белоусова О.Б., Хейреддин А.С., Окишев Д.Н., Коновалов Ан.Н., Гребенев Ф.В. / Результаты микрохирургического лечения 723 церебральных аневризм: одноцентровое проспективное исследование // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2025;89(3):60-67.

15. Хейреддин А.С., Филатов Ю.М., Белоусова О.Б., Элиава Ш.Ш., Сазонов И.А., Кафтанов А.Н., Маряшев С.А. / Новообразованные церебральные аневризмы (de novo aneurysms) // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2015;79(2):75-81.

16. Хейреддин А., Филатов Ю., Яковлев С., Элиава Ш., Золотухин С., Белоусова О., Сазонов И., Торботряс Н. / Хирургическое лечение асимптомных неразорвавшихся интракраниальных аневризм // Вопросы нейрохирургии имени

Н.Н. Бурденко. 2004;3:2-7.

17. Wiebers D. O., Whisnant J. P., Huston III J., Meissner I., Brown R. D. Jr, Piepgras D. G., Forbes G. S., Thielen K., Nichols D., O'Fallon W. M., Peacock J., Jaeger L., Kassell N. F., Kongable-Beckman G. L., Torner J. C.; International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet*. 2003;362(9378):103-110.

18. Yasargil MG. Microneurosurgery. Volume II. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 1984.

19. Morita A, Kirino T, Hashi K, Aoki N, Fukuhara S, Hashimoto N, Nakayama T, Sakai M, Teramoto A, Tominari S, Yoshimoto T. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *The New England Journal of Medicine*. 2012;366(26):2474-2482.

[Morita A, Kirino T, Hashi K, Aoki N, Fukuhara S, Hashimoto N, Nakayama T, Sakai M, Teramoto A, Tominari S, Yoshimoto T. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N Engl J Med*. 2012;366:2474-2482.]

20. Acciarri N, Toniato G, Raabe A, Lanzino G. Clipping techniques in cerebral aneurysm surgery. *Journal of Neurosurgical Sciences*. 2016;60(1):83-94.

21. Aikawa H, Kazekawa K, Nagata SI, Onizuka M [et al.] Rebleeding After Endovascular Embolization of Ruptured Cerebral Aneurysms. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2007;47(10):439-445.

22. Ajiboye N, Chalouhi N, Starke RM [et al.]. Unruptured Cerebral Aneurysms: Evaluation and Management. *Scientific World Journal*. 2015: P. 1-10.

23. Alg VS, Sofat R, Houlden H, Werring DJ. Genetic risk factors for intracranial aneurysms: a meta-analysis in more than 116,000 individuals. *Neurology*. 2013;80(23):2154-2165.

24. Andaluz N, Zuccarello M. Treatment Strategies for Complex Intracranial Aneurysms: Review of a 12-Year Experience at the University of Cincinnati. *Skull Base*. 2011;21(4):233-242. doi: 10.1055/s-0031-1280685

25. Babbu DR, Sano H, Kato Y, Arabi O, Karagiozov KL, Yoneda M [et al.]. The

«Multi Clip» method in unruptured complex middle cerebral artery aneurysms - a case series. *Minimally Invasive Neurosurgery*. 2006;49(6):331-334. doi:10.1055/s-2006-954578.

26. Batjer H, Samson D. Intraoperative aneurysmal rupture: incidence, outcome, and suggestions for surgical management. *Neurosurgery*. 1986;18(6):701-707.

27. Bhatia S, Raymond FS, Matthew RQ, Robert W, Andrew K. Role of calcification in the outcomes of treated, unruptured, intracerebral aneurysms. *Acta Neurochirurgica*. 2011;153(4):905-911.

28. Bor ASE, Rinkel GJE, Adami J [et al]. Risk of subarachnoid haemorrhage according to number of affected relatives: a population-based case-control study. *Brain*. 2008;131:2662-2665.

29. Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral aneurysms. *The New England Journal of Medicine*. 2006;355:928-939.

30. Broderick JP, Brott T, Brown RDJ, Sauerbeck L [et al]. Greater rupture risk for familial as compared to sporadic unruptured intracranial aneurysms. *Stroke*. 2009;40:1952-1957.

31. Brown MA, Parish J, Guandique CF, Payner TD [et al]. A long-term study of durability and risk factors for aneurysm recurrence after microsurgical clip ligation. *Journal of Neurosurgery*. 2017;126:819-824.

32. Brown RD. Unruptured intracranial aneurysms. *Seminars in Neurology*. 2010;30:537-544.

33. Burkhardt JK, Chua MH, Weiss M, Lawton MT. Risk of aneurysm residual regrowth, recurrence, and de novo aneurysm formation after microsurgical clip occlusion based on follow-up with catheter angiography. *World Neurosurgery*. 2017;106:74-84.

34. Burns JD, Huston J, Layton KF, Piepgras DG, Brown RD. Intracranial aneurysm enlargement on serial magnetic resonance angiography: frequency and risk factors. *Stroke*. 2009;40(2):406-411.

35. Chou SH. Subarachnoid Hemorrhage. *Continuum (Minneapolis)*. 2021;27(5):1201-1245.

36. Caranci F, Briganti F, Cirillo L, Leonardi M, Muto M. Epidemiology and

genetics of intracranial aneurysms. *European Journal of Radiology*. 2013;82(10):1598-1605. doi:10.1016/j.ejrad.2012.12.026.

37. Chalouhi N, Dumont AS, Randazzo C, Tjoumakaris S, Gonzalez LF, Rosenwasser R, Jabbour P. Management of incidentally discovered intracranial vascular abnormalities. *Neurosurgical Focus*. 2011;31(6):E1.

38. Chalouhi N, Chitale R, Jabbour P, Tjoumakaris S, Dumont AS, Rosenwasser R, Gonzalez LF. The case for family screening for intracranial aneurysms. *Neurosurgical Focus*. 2011;31(6):E8.

39. Chappell ET, Moure FC, Good MC. Comparison of computed tomographic angiography with digital subtraction angiography in the diagnosis of cerebral aneurysms: a meta-analysis. *Neurosurgery*. 2003;52(3):624-631.

40. Chason JL, Hindman WM. Berry aneurysms of the circle of Willis; results of a planned autopsy study. *Neurology*. 1958;8(1):41-44.

41. Chen J, Liu J, Zhang Y, Tian Z, Wang K, Zhang Y [et al]. China Intracranial Aneurysm Project (CIAP): protocol for a registry study on a multidimensional prediction model for rupture risk of unruptured intracranial aneurysms. *Journal of Translational Medicine*. 2018;16(1):263 doi:10.1186/s12967-018-1641-1.

42. Chyatte D, Porterfield R. Nuances of Middle Cerebral Artery Aneurysm Microsurgery. *Neurosurgery*. 2001;48(2):339-346.

43. Connolly ES. International study of unruptured intracranial aneurysms. *Journal of Neurosurgery*. 2014;121(5):1022-1030. DOI:10.3171/2013.10.JNS131485

44. Costa M, Baldoncini M, Tatarzyn ZL, Demichelis ME, Conde A, Purves C, Lucifero AG, Hernesniemi J, Luzzi S. Microsurgical Clipping of Carotid-Ophthalmic Tandem Aneurysms: Case Report and Surgical Nuances. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(7):731.

45. Daileida T, Vahidy FS, Chen PR, Kamel H, Liang CW, Savitz SI, Sheth SA. Long-term retreatment rates of cerebral aneurysms in a population-level cohort. *Journal of Neurointerventional Surgery*. 2019;11(4):367-372.

46. Dammert S, Krings T, Moller-Hartmann W, Ueffing E, Hans FJ, Willmes K, Mull M, Thron A. Detection of intracranial aneurysms with multislice CT: comparison

with conventional angiography. *Neuroradiology*. 2004;46(6):427-434.

47. Dandy WE. Intracranial aneurysm of the internal carotid artery: cured by operation. *Ann Surgery*. 1938;107(5):654-659. doi:10.1097/00000658-193805000-00003.

48. Darsaut TE, Jack AS, Kerr RS, Raymond J. International Subarachnoid Aneurysm Trial - ISAT part II: study protocol for a randomized controlled trial. 2013;29:14:156 doi:10.1186/1745-6215-14-156.

49. David CA, Vishteh AG, Spetzler RF, Lemole M, Lawton MT, Partovi S. Late angiographic follow-up review of surgically treated aneurysms. *Journal of Neurosurgery*. 1999;91(3):396-401.

50. Davies JM, Lawton MT. «Picket Fence» clipping technique for large and complex aneurysms // *Neurosurgical focus*. 2015;(39 Video Suppl):V17. doi:10.3171/2015.7.FocusVid.14632.

51. Ding YH, Lewis DA, Kadirvel R, Dai D, Kallmes DF. The Woven EndoBridge: a new aneurysm occlusion device. *AJNR American Journal of Neuroradiology*. 2011;32(3):607-611.

52. Doormaal T. P. C. van, A. van der Zwan, B. H. Verweij, K. S. Han, D. J. Langer, C. A. F. Tulleken. Treatment of giant middle cerebral artery aneurysms with a flow replacement bypass using the excimer laser-assisted nonocclusive anastomosis technique. *Neurosurgery*. 2008;63(1):12-22.

53. Drake CG. Giant intracranial aneurysms: experience with surgical treatment in 174 patients. *Clinical Neurosurgery*. 1979;26:12-95.

54. Drake CG, Peerless SJ, Hernesniemi JA. Surgery of vertebrobasilar aneurysms: London, Ontario experience on 1,767 patients. Springer; 1996. P 329.

55. Drexler R, Sauvigny T, Pantel TF, Ricklefs FL, Catapano JS, Wanebo JE, Lawton MT, Sanchin A, Hecht N, Vajkoczy P [et al]. Global Outcomes for Microsurgical Clipping of Unruptured Intracranial Aneurysms: A Benchmark Analysis of 2245 Cases. *Neurosurgery*. 2024;94(2):369-378.

56. Eliava SS, Filatov YM, Yakovlev SB, Shekhtman OD, Kheireddin AS, Sazonov IA, Sazonova OB, Okishev DN. Results of microsurgical treatment of large

and giant ICA aneurysms using the retrograde suction decompression (RSD) technique: series of 92 patients. *World Neurosurgery*. 2010;73(6):683-687.

57. Esposito G, Fierstra J, Regli L. Distal outflow occlusion with bypass revascularization: last resort measure in managing complex MCA and PICA aneurysms. *Acta Neurochirurgica*. 2016;158(8):1523-1531.

58. Fassano VA, Broggi G. The problem of revascularization in obliterations of the internal carotid & central cerebral arteries. *Minerva Med*. 1957;48(79):3196-3198.

59. Ferns SP, Sprengers MES, Rooij WJ, Berg R, Velthuis BK [et al]. De novo aneurysm formation and growth of untreated aneurysms: A 5-year MRA follow-up in a large cohort of patients with coiled aneurysms and review of the literature. *Stroke*. 2011;42(2):313-318.

60. Feuerberg I, Lindquist C, Lindqvist M, Steiner L. Natural history of postoperative aneurysm rests. *Journal of Neurosurgery*. 1987;66(1):30-34.

61. Fox JL. *Intracranial Aneurysms*. Volume 1 1983. P 316.

62. Gieteling EW, Rinkel GJE. Characteristics of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage in patients with polycystic kidney disease. *Journal of Neurology*. 2003;250(4):418-423.

63. Greenberg MS. *Handbook of Neurosurgery*. 5th edition. 2000. (SAH and aneurysms chapter).

64. Haccin-Bey L, Connolly ESJ, Mayer SA, Young WL, Pile-Spellman J, Solomon RA. Complex intracranial aneurysms: combined operative and endovascular approaches. *Neurosurgery*. 1998;43(6):1304-1312.

65. Hoh BL, Siström CL, Firment CS, Fautheree GL, Velat GJ, Whiting JH, Reavey-Cantwell JF, Lewis SB. Bottleneck factor and height-width ratio: association with ruptured aneurysms in patients with multiple cerebral aneurysms. *Neurosurgery*. 2007;61(4):716-722.

66. Horikoshi T, Akiyama I, Yamagata Z, Nukui H. Retrospective analysis of the prevalence of asymptomatic cerebral aneurysm in 4518 patients undergoing MRA - when does cerebral aneurysm develop? *Neurologia medico-chirurgica*. 2002;42(3):105-112.

67. Horiuchi T, Ito K, Hongo K, Shibuya M. Mechanical Evaluation of Long

Titanium Alloy Clip-Comparison of Cobalt Alloy Clip. *Neurologia medico-chirurgica*. 2013;54(3):176-179.

68. Inagawa T, Hirano A. Autopsy study of unruptured incidental intracranial aneurysms. *Surgical Neurology*. 1990;34(6):361-365.

69. Inci S, Karakaya D. Intraoperative Aneurysm Rupture: Surgical Experience and the Rate of Intraoperative Rupture in a Series of 1000 Aneurysms Operated on by a Single Neurosurgeon. *World Neurosurgery*. 2021;149:e415-e426.

70. Ishikawa T, Nakayama N, Moroi J, Kobayashi N, Kawai H, Muto T, Yasui N. Concept of ideal closure line for clipping of middle cerebral artery aneurysms-technical note. *Neurologia medico-chirurgica*. 2009;49(6):273-277.

71. Ito Z. *Microsurgery of Cerebral Aneurysms (Atlas)*. Nishimura; 1985. doi.org/10.1136/jnnp.49.6.734-c

72. Jakubowski J, Kendall B. Coincidental aneurysms with tumours of pituitary origin. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 1978;41(11):972-979.

73. Jeon HJ, Kim SY, Park KY, Lee JW, Huh SK. Ideal clipping methods for unruptured middle cerebral artery bifurcation aneurysms based on aneurysmal neck classification. *Neurosurgical Review*. 2016;39(2):215-223.

74. Jumah F, Quinoa T, Akel O, Shah S, Narayan V, Adeeb N, Gupta G, Nanda A. The Origins of Eponymous Aneurysm Clips: A Review. *World Neurosurgery*. 2020;134:518-531.

75. Juvela S. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: risks for aneurysm formation, growth, and rupture. *Acta Neurochirurgica Supplement*. 2002;82:27-30.

76. Juvela S. Prevalence of and risk factors for intracranial aneurysms. *The Lancet Neurology*. 2011;10(7):595-597.

77. Juvela S, Porras MD, Heiskanen O. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: a long-term follow-up study. *Journal of Neurosurgery*. 1993;79(2):174-182.

78. Kassell NF, Torner JC, Haley EC, Jane JA, Adams HP. The International Cooperative Study on the Timing of Aneurysm Surgery. Part 2: Surgical results. *Journal of Neurosurgery*. 1990;73(1):37-47. doi:10.3171/jns.1990.73.1.0037.

79. Kim D, Park SK, Chung J. Outcomes and predictors of intraprocedural rupture in patients with cerebral aneurysm. *Acta neurochirurgica*. 2024;166(1):370.
80. Kivipelto L., M. Niemelä, T. Meling, M. Lehecka, H. Lehto, J. Hernesniemi, M. Niemela, T. Meling, M. Lehecka, H. Lehto, J. Hernesniemi, M. Niemelä, T. Meling, M. Lehecka, H. Lehto, J. Hernesniemi. Bypass surgery for complex middle cerebral artery aneurysms: Impact of the exact location in the MCA tree. *Journal of Neurosurgery*. 2014;120(2):398-408.
81. Kotowski M, Naggara O, Darsaut TE, Nolet S, Gevry G, Kouznetsov E, Raymond J. Safety and occlusion rates of surgical treatment of unruptured intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis of the literature from 1990 to 2011. *Journal of Neurosurgery*. 2013;84(1):42-48.
82. Lawton MT, Quiñones-Hinojosa A, Chang EF, Yu T. Thrombotic intracranial aneurysms: classification scheme and management strategies in 68 patients. *Neurosurgery*. 2005;56(3):441-454.
83. Lawton MT. *Seven Aneurysms: Tenets and Techniques for Clipping*. Thieme; 2011:224 p.
84. Lawton MT, Lang MJ. The future of open vascular neurosurgery: perspectives on cavernous malformations, AVMs, and bypasses for complex aneurysms. *Journal of neurosurgery*. 2019;130(5):1409-1425.
85. Lawton MT, Spetzler RF. Surgical management of giant intracranial aneurysms: experience with 171 patients. *Acta Neurochirurgica Supplement*. 1995;42:245-266.
86. Li H, Pan R, Wang H, Rong X, Yin Z, Milgrom DP, Shi X, Tang Y, Peng Y. Clipping versus coiling for ruptured intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2013;44(1):29-37.
87. Li MH, Chen SW, Li YD, Chen YC, Cheng YS, Hu DJ [et al]. Prevalence of unruptured cerebral aneurysms in Chinese adults aged 35 to 75 years: a cross-sectional study. *Ann of Internal Medicine*. 2013;159(8):514-521.
88. Lin T, Fox AJ, Drake CG. Regrowth of aneurysm sacs from residual neck following aneurysm clipping. *Journal of Neurosurgery*. 1989;70(4):556-560.

89. Lmejjati M, Aniba K, Haddi M, Idrissi-Boumzebra M, Benali SA. Intracranial aneurysm associated with aortic coarctation: a case report and literature review. *Neurochirurgie*. 2007;53(2-3):100-103.
90. Loumiotis I, Wagenbach A, Brown RDJ, Lanzino G. Small (<10-mm) incidentally found intracranial aneurysms, Part 1: reasons for detection, demographics, location, and risk factors in 212 consecutive patients. *Neurosurgical Focus*. 2011;31(6):E3.
91. Maestro R. F. Origin of the Drake fenestrated aneurysm clip. *Journal of neurosurgery*. 2000;92(6):1056-1064.
92. McCormick WF, Nofzinger JD. Saccular intracranial aneurysms: an autopsy study. *Journal of Neurosurgery*. 1965;22:155-159.
93. McKissock W, Richardson A, Walsh L. Middle-cerebral aneurysms: further results in the controlled trial of conservative and surgical treatment of ruptured intracranial aneurysms. *The Lancet*. 1962;2:417-421.
94. Meling TR. Lawton's Seven Aneurysms: tenets and techniques for clipping. *Neurosurgery*. 2011;68(6): E1774.
95. Merritt WC, Berns HF, Ducruet AF, Becker TA. Definitions of intracranial aneurysm size and morphology: A call for standardization. *Surgical Neurology International*. 2021;12:506.
96. Meybodi A. T., W. Huang, A. Benet, O. Kola, M. T. Lawton. Bypass surgery for complex middle cerebral artery aneurysms: An algorithmic approach to revascularization. *Journal of Neurosurgery*. 2017;127(3):463-479.
97. Meyer FB, Sundt TMJ, Fode NC, Morgan MK, Forbes GS, Mellinger GF. Cerebral aneurysms in childhood and adolescence. *Journal of Neurosurgery*. 1989;70(3):420-425.
98. Miyazawa N, Akiyama I, Yamagata Z. Risk factors for growth of unruptured intracranial aneurysms: follow-up study by serial 0.5-T MRA. *Neurosurgery*. 2006;58(6):1047-1053.
99. Mizutani T, Miki Y, Kojima H, Suzuki H. Proposed classification of nonatherosclerotic cerebral fusiform and dissecting aneurysms. *Neurosurgery*.

100. Molyneux AJ, Kerr RSC, Yu LM, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, Sandercock P. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *The Lancet*. 2005;366(9488):809-817.
101. Morita A. Natural history of unruptured cerebral aneurysms. *Brain Nerve*. 2008;60(11):1383-1389.
102. Müller TB, Sandvei MS, Kvistad KA, Rydland J, Håberg A [et al]. Unruptured intracranial aneurysms in the Norwegian Nord-Trøndelag Health Study (HUNT): risk of rupture calculated from data in a population-based cohort study. *Neurosurgery*. 2013;73(2):256-261.
103. Nakagawa T, Hashi K. The incidence and treatment of asymptomatic, unruptured cerebral aneurysms. *Journal of Neurosurgery*. 1994;80(2):217-223.
104. Nakase H, Kamada Y, Aoki H, Goda K, Morimoto T, Sakaki T. Clinical study on recurrent intracranial aneurysms. *Cerebrovascular Diseases*. 2000;10(4):255-260.
105. Natarajan SK, Zeeshan Q, Ghodke BV, Sekhar LN. Brain bypass surgery for complex middle cerebral artery aneurysms: evolving techniques, results, and lessons learned. *World Neurosurgery*. 2019;130:e272-e293.
106. Nieuwkamp DJ, Setz LE, Algra A, Linn FHH, Rooij NK, Rinkel GJ. Changes in case fatality of aneurysmal subarachnoid haemorrhage over time, according to age, sex, and region: a meta-analysis. *The Lancet Neurology*. 2009;8(7):635-642.
107. Nurminen V, Lehecka M, Chakrabarty A, Kivisaari R, Lehto H, Niemelä M, Hernesniemi J. Anatomy and morphology of giant aneurysms - angiographic study of 125 consecutive cases. *Acta Neurochirurgica*. 2014;156(1):1-10.
108. O'Neill M, Hope T, Thomson G. Giant intracranial aneurysms: diagnosis with special reference to computerized tomography. *Clinical Radiology*. 1980;31(1):27-39.
109. Park W., J. Chung, J. S. Ahn, J. C. Park, B. D. Kwun. Treatment of Large and Giant Middle Cerebral Artery Aneurysms: Risk Factors for Unfavorable Outcomes. *World Neurosurgery*. 2017;102:301-312.
110. Pepin M, Schwarze U, Superti-Furga A, Byers PH. Clinical and genetic

features of Ehlers-Danlos syndrome type IV, the vascular type. *The New England Journal of Medicine*. 2000;342(10):673-680.

111. Pia HW, Zierski J. Giant cerebral aneurysms. *Neurosurgical Review*. 1982;5(4):117-148. doi: 10.1007/BF01742676.

112. Pipolo DO, Demichelis ME, Purves C, Campero A, Villalonga JF, Luzzi S, Baldoncini M. Piggyback Stacking and Booster Clipping Technique: A Technical Note. *World neurosurgery*. 2022;164:306-309.

113. Raabe A, Nakaji P, Beck J, Kim LJ, Hsu FPK, Kamerman JD, Seifert V, Spetzler RF. Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography during aneurysm surgery. *Journal of Neurosurgery*. 2005;103(6):982-989.

114. Richard HW, Jane JA, Taylor J, Kaiser D, Britz GW. Prevalence of asymptomatic incidental aneurysms: review of 4568 arteriograms. *Journal of Neurosurgery*. 2002;96(1):43-49.

115. Rinkel GJ. Intracranial aneurysm screening: indications and advice for practice. *Lancet Neurology*. 2005;4(2):122-128.

116. Rinkel GJ. Natural history, epidemiology and screening of unruptured intracranial aneurysms. *Journal of Neuroradiology*. 2008;35(2):99-103.

117. Rinne J, Hernesniemi J, Puranen M, Saari T. Multiple intracranial aneurysms in a defined population: prospective angiographic and clinical study. *Neurosurgery*. 1994;35(5):803-808.

118. Rodríguez-Hernández A, Sughrue ME, Akhavan S, Habdank-Kolaczkowski J, Lawton MT. Current management of middle cerebral artery aneurysms: surgical results with a «clip first» policy. *Neurosurgery*. 2013;72(3):415-427

119. Romy M, Werner A, Wildi E. Occurrence of intracranial arterial aneurysms and their rupture, from a series of routine autopsies. *Neurochirurgie*. 1973;19(7):611-626.

120. Rosenørn J, Eskesen V, Schmidt K. Unruptured intracranial aneurysms: an assessment of the annual risk of rupture based on epidemiological and clinical data. *British Journal of Neurosurgery*. 1988;2(3):369-377.

121. Sacho RH, Saliou G, Kostynskyy A, Menezes R, Tymianski M, Krings T,

Radovanovic I, Terbrugge K, Rinkel GJE, Willinsky R. Natural history and outcome after treatment of unruptured intradural fusiform aneurysms. *Stroke*. 2014;45(11):3251-3256.

122. Salem MM, Maragkos GA, Gomez-Paz S, Ascanio LC, Ngo LH, Ogilvy CS, Thomas AJ, Moore JM. Trends of Ruptured and Unruptured Aneurysms Treatment in the United States in Post-ISAT Era: A National Inpatient Sample Analysis. *Journal of the American Heart Association*. 2021;10(4):e016998.

123. Samson DS, Batjer HH, White J, [et al]. *Intracranial Aneurysm Surgery: Basic Principles and Techniques*. Thieme; 2011.

124. Sano H. Treatment of complex intracranial aneurysms of anterior circulation using multiple clips. *Acta Neurochirurgica Supplement*. 2010;107:27-31.

125. Sato K, Yoshimoto Y. Risk profile of intracranial aneurysms: rupture rate is not constant after formation. *Stroke*. 2011;42(12):3376-3381.

126. Scerrati A., G. Sabatino, G. M. Della Pepa, A. Albanese, E. Marchese, A. Puca, A. Olivi, C. L. Sturiale. Treatment and outcome of thrombosed aneurysms of the middle cerebral artery: institutional experience and a systematic review. *Neurosurgical Review*. 2019;42(3)649-661.

127. Schievink WI. Genetics of intracranial aneurysms. *Neurosurgery*. 1997;40(4):662-663.

128. Sekhar LN, Fessler RG. *Atlas of Neurosurgical Techniques: Brain*. Thieme; 2016.

129. Seymour T, Jazayeri SB, Khozy S, Rinaldo L, Kadirvel R. A comprehensive review of aneurysm clip materials and artifact reduction techniques. *Interventional neuroradiology*. 2025;15910199251387204.

130. Shimizu K, Imamura H, Tani S, Adachi H, Sakai C, Ishii A [et al]. Candidate drugs for preventive treatment of unruptured intracranial aneurysms: a cross-sectional study. *PLoS One*. 2021;16(2):e0246865.

131. Silva HB, Messina-Lopez M, Sekhar LN. Bypasses and Reconstruction for Complex Brain Aneurysms. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*. 2014;10(4):224-233.

132. Sindou M, Acevedo JC, Turjman F. Aneurysmal remnants after microsurgical

clipping: classification and results from a prospective angiographic study in a consecutive series of 305 operated intracranial aneurysms. *Acta Neurochirurgica*. 1998;140(11):1153-1159.

133. Spetzler RF, McDougall CG, Zabramski JM, Albuquerque FC, Hills NK [et al]. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 6-Year Results. *Journal of Neurosurgery*. 2015;123(3):609-617.

134. Storrs BB, Humphreys RP, Hendrick EB, Hoffman HJ. Intracranial aneurysms in the pediatric age-group. *Child's Brain*. 1982;9(5):358-361.

135. Sughrue ME, Saloner D, Rayz VL, Lawton MT. Giant intracranial aneurysms: evolution of management in a contemporary surgical series. *Neurosurgery*. 2011;69(6):1270-1271.

136. Sugita K. *Microneurosurgical Atlas*. Springer; 1985.

137. Szmuda TM, Słoniewski PT. Late postoperative slippage of the cerebral aneurysm clip. A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Translational and Clinical Medicine*. 2021; 4(1). doi:10.60816/67s8-9s93

138. Thompson BG, et al. Guidelines for the Management of Patients With Unruptured Intracranial Aneurysms: A Guideline for Healthcare Professionals From the AHA/ASA. *Stroke*. 2015;46(8):2368-2400.

139. Tsutsumi K, Ueki K, Mirita A, Usui M, Kirino T. Risk of aneurysm recurrence in patients with clipped cerebral aneurysms: results of long-term follow-up angiography. *Stroke*. 2001;32(5):1191-1194.

140. Vanzin JR, Mounayer C, Abud DG, Annes RD, Moret J. Angiographic results in intracranial aneurysms treated with inert platinum coils. *Interventional Neuroradiology*. 2012;18(4):391-400.

141. Vázquez Sufuentes S, Estallo LE, Herbera JM, Martínez LMG, Popta JS, Pellejero JC. Microsurgical clipping of unruptured intracranial aneurysms: clinical and radiological outcomes. *Neurocirugía (English Edition)*. 2024;35(6):289-298.

142. Villablanca JP, Duckwiler GR, Jahan R, Tateshima S, Martin NA, Frazee J, Gonzalez NR, Sayre J, Vinuela FV. Natural History of Asymptomatic Unruptured Cerebral Aneurysms Evaluated at CT Angiography: Growth and Rupture Incidence and

correlation with epidemiologic risk factors. *Radiology*. 2013;269(1):258-265. doi:10.1148/radiol.13121188.

143. Vlak MHM, Algra A, Blandenburg R, Rinkel GJ. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Neurology*. 2011;10(7):626-636.

144. Wang L, Lu S, Cai L, Qian H, Tanikawa R, Shi X. Internal maxillary artery bypass for the treatment of complex middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurgical Focus*. 2019;46(2):E10.

145. Wermer MJH, Schaaf IC, Algra A, Rinkel GJE. Risk of rupture of unruptured intracranial aneurysms in relation to patient and aneurysm characteristics: an updated meta-analysis. *Stroke*. 2007;38(4):1404-1410.

146. White PM, Wardlaw JM, Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. *Radiology*. 2000;217(2):361-370.

147. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J, Meissner I, Brown RD, Piepgras DG, Forbes GS, Thielen K, Nichols D, O'Fallon WM, Peacock J, Jaeger L, Kassell NF, Kongable-Beckman GL. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet*. 2003;362(9378):103-110.

148. Wiebers DO, Piepgras DG, Meyer FB, Kallmes DF, Meissner I, Atkinson JLD, Link MJ, Brown RD. Pathogenesis, natural history, and treatment of unruptured intracranial aneurysms. *Mayo Clinic Proceedings*. 2004;79(12):1572-1583.

149. Wiebers DO, Whisnant JP, O'Fallon WM. The natural history of unruptured intracranial aneurysms. *The New England Journal of Medicine*. 1981;304:696-698.

150. Wiebers DO. Unruptured intracranial aneurysms - risk of rupture and risks of surgical intervention. *The New England Journal of Medicine*. 1998;339:1725-1733.

151. Wiseman JE, Agange N, Milliken JC. Coarctation of the aorta presenting as spontaneous subarachnoid haemorrhage in the absence of cerebral aneurysm: a report of a rare clinical entity. *Heart, Lung & Circulation*. 2010;19(7):432-434.

152. Yang I., Lawton M. T. Clipping of complex aneurysms with fenestration tubes: application and assessment of three types of clip techniques. *Neurosurgery*.

2008;62(5 Suppl 2):ONS371-378.

153. Yang L, Gao X, Gao C, Xu S, Cao S. Dynamic evaluation of unruptured intracranial aneurysms by 4D-CT angiography: comparison with DSA and surgical findings. *BMC Medical Imaging*. 2023;23(1):161.

154. Yasargil MG, Smith RD, Yong PH, Teddy PJ. *Microneurosurgery, Volume I: Microsurgical Anatomy of the Basal Cisterns and vessels of the brain, diagnostic studies, general operative techniques and pathological considerations of the intracranial aneurysms*. Thieme Classics.1984. 368 p.

155. Zhang L, Chen X, Dong L, Liu P, Jia L, Zhang Y. Clinical and Angiographic Outcomes After Stent-Assisted Coiling of Cerebral Aneurysms With Laser-Cut and Braided Stents: A Comparative Analysis of the Literatures. *Frontiers in Neurology*. 2021;12:666481.

156. Zhu W., P. Liu, Y. Tian, Y. Gu, B. Xu, L. Chen, L. Zhou, Y. Mao. Complex middle cerebral artery aneurysms: A new classification based on the angioarchitecture and surgical strategies. *Acta Neurochirurgica*. 2013;155(8):1481-1491.