

На правах рукописи

ХОЛМАТОВ

Мухаммаджон Басирхонович

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИКИ КЛИПИРОВАНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АНЕВРИЗМ НА
КЛИНИЧЕСКИЕ И АНГИОГРАФИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАЦИИ

3.1.10 - Нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание

ученой степени кандидата медицинских наук

Москва - 2026

Работа выполнена в федеральном государственном автономном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук

Пилипенко Юрий Викторович

Официальные оппоненты:

Лукьянчиков Виктор Александрович доктор медицинских наук,
доцент, ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», Институт
функциональной нейрохирургии, заместитель директора

Лазарев Валерий Александрович доктор медицинских наук, профессор,
ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, кафедра нейрохирургии, профессор
кафедры

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___» _____ 2026 г. в 13.00 час на заседании диссертационного совета 21.1.031.01, созданного на базе ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России (125047, Москва, 4-я Тверская-Ямская, д.16).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России и на сайте Центра <http://www.nsi.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.1.031.01

доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования и степень разработанности темы

Микрохирургическое клипирование церебральных аневризм (ЦА) остаётся одним из основных и надёжных методов лечения, применяемым более 50 лет. За это время техника операции была существенно усовершенствована - от хирургических доступов до методов визуализации и контроля проходимости сосудов.

В ряде случаев, особенно при аневризмах переднего отдела Виллизиева круга, клипирование по-прежнему считается «золотым стандартом».

В то же время современные тенденции в диагностике и лечении требуют пересмотра подходов к этому методу.

Во-первых, увеличивается число выявленных неразорвавшихся бессимптомных аневризм благодаря широкому применению неинвазивной ангиографии. Это приводит к росту превентивных операций и усложняет выбор оптимальной тактики лечения.

Во-вторых, активно развивается эндоваскулярное лечение, которое усиливает конкуренцию с микрохирургическим клипированием. 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. Поэтому отставание позиций классического клипирования ЦА в ряде ситуаций является целесообразным.

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

Оценить распространённость различных микрохирургических техник клипирования церебральных аневризм.

Проанализировать влияние топографо-анатомических характеристик церебральных аневризм (локализация, размер, форма, частичный тромбоз) и типа клинического течения на выбор хирургической техники клипирования.

Определить количество, размерные типы и конфигурации сосудистых клипс при различных техниках клипирования и определить факторы, влияющие на их выбор.

Оценить клинические результаты микрохирургического лечения церебральных аневризм в зависимости от используемых техник клипирования.

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, клинико-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 2 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.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В основу исследования положен проспективный анализ результатов обследования и хирургического лечения 574 пациентов с 678 ЦА, оперированных методом микрохирургического клипирования в 3 нейрохирургическом отделении (сосудистая нейрохирургия) НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко.

Возраст пациентов варьировал от 19 до 78 лет. Средний возраст составил $55 \pm 11,6$. Пациентов женского пола было 65,5%, мужского - 34,5%.

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.

У 525 пациентов с неразорвавшимися аневризмами и пациентов в подостром или «холодном» периоде субарахноидального кровоизлияния (САК) функциональный статус оценивался по модифицированной шкале Рэнкина (МШР). Подавляющее большинство пациентов этой группы (520; 99,05%) имели благоприятный статус (0-2 балла). У 5 пациентов (0,95%) дефицит соответствовал 3-4 баллам по МШР.

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

Таблица 1 - 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).

Таблица 2 - 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)

Первичная диагностика ЦА на догоспитальном этапе включала компьютерную томографическую ангиографию (КТ-ангиография), выполненную у 529 пациентов (97,2%), а также церебральную ангиографию - 4 (0,7%) и магнитно-резонансную ангиографию - 11 (2,0%).

Общая характеристика исследуемых ЦА

В большинстве наблюдений ЦА локализовались в каротидном бассейне - 524 (96,3%), тогда как в вертебро-базилярном бассейне - 20 (3,7%).

Размеры ЦА определялись по классификации G. M. Yasargil: миллиарные ≤ 2 мм, маленькие 3-5 мм, средние 6-14 мм, крупные 15-24 мм и гигантские 25 мм и более.

По морфологической форме ЦА разделяли на мешотчатые и фузиформные, а по наличию тромботических масс - на нетромбированные и частично тромбированные.

К сложным ЦА относили образования с одним или несколькими из следующих признаков: крупный или гигантский размер, фузиформная форма, частичное тромбирование полости либо склероз стенки при размере 10 мм и более.

Тактика выбора хирургического доступа и оценка исходов микрохирургического лечения ЦА

При ЦА переднего отдела Виллизиева круга использовались птериональный и передний межполушарный доступ (Рисунок 1).

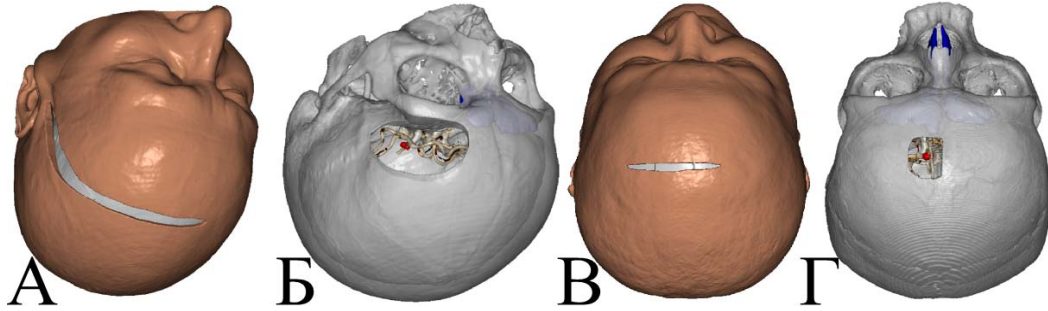


Рисунок 1 - Реконструкция доступов при ЦА передних отделов Виллизиева круга. А. Разрез кожи при птериональном доступе; Б. трепанация при птериональном доступе; В. разрез кожи при межполушарном доступе; Г. трепанация при переднем межполушарном доступе

При ЦА заднего отдела Виллизиева круга использовались субвисочный, ретросигмовидный и срединный субоксипитальный доступ (Рисунок 2).

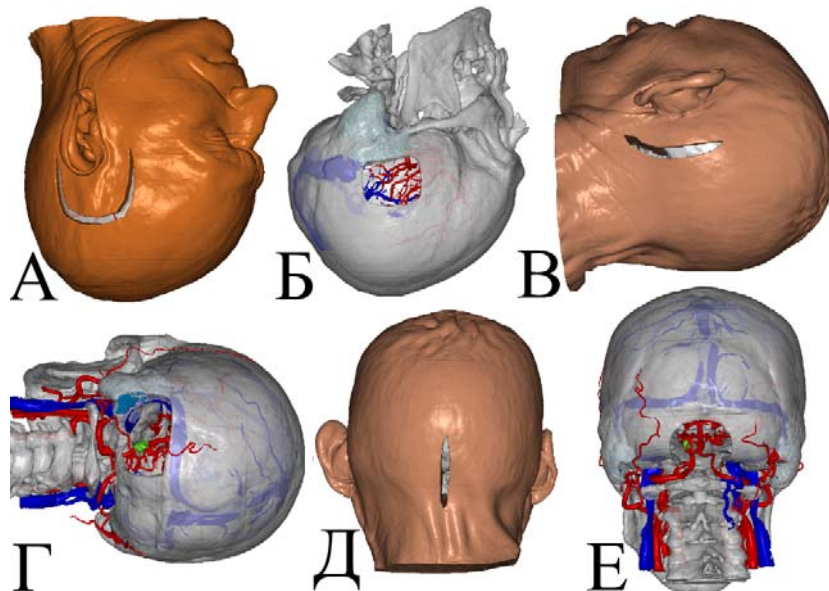


Рисунок 2 - Реконструкция доступов при ЦА задних отделов Виллизиева круга. А. Разрез кожи при субвисочном доступе; Б. трепанация при субвисочном доступе; В. разрез кожи при ретросигмовидном доступе; Г. ретросигмовидный доступ; Д. разрез кожи при срединном субоксипитальном доступе; Е. срединный субоксипитальный доступ

Для оценки исходов пациентов после микрохирургического клипирования ЦА была использована модифицированная шкала Рэнкина (МШР) (Элиава и соавт, 2025 г). Дальнейший анализ проводился с градацией на благоприятные исходы (МШР 0-2), исходы с инвалидизацией (МШР 3-4) и исходы 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 3).

Таблица 3 - 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

В рамках исследования применялись сосудистые клипсы трех производителей: Aescular, Mizuho, Нейрон-Н.

Принцип одной линии при клипировании ЦА

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 3).

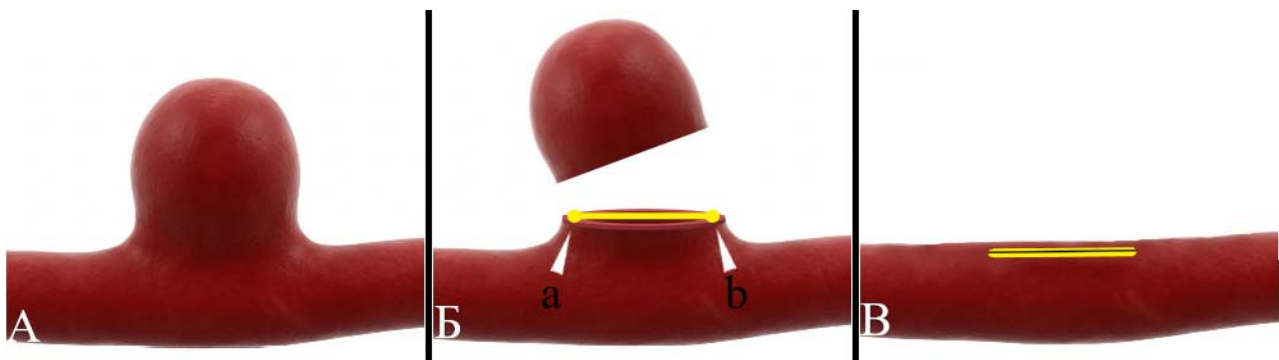


Рисунок 3 - Схема наложения одной клипсы по линии соответствующей максимальной протяженности шейки аневризмы. А. Вид классической аневризмы; Б. для визуализации дефекта в области шейки произведено виртуальное отсечение купола аневризмы. Отрезок ab соответствует максимальной величине шейки; В. линия перекрытия 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 выключения 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 4).



Рисунок 4 - 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

Классификация методов реконструктивного клипирования согласно принципу «одной линии».

В нашей работе мы использовали классификацию, представленную Пилипенко Ю.В. и соавт. (2025).

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.

Мы разделили все вышеперечисленные виды клипирования на две типовые группы.

Первая группа - сплошное клипирование, при котором бранши первой (основной) клипсы полностью захватывают шейку аневризмы по максимальной ее длине (Рисунок 5).

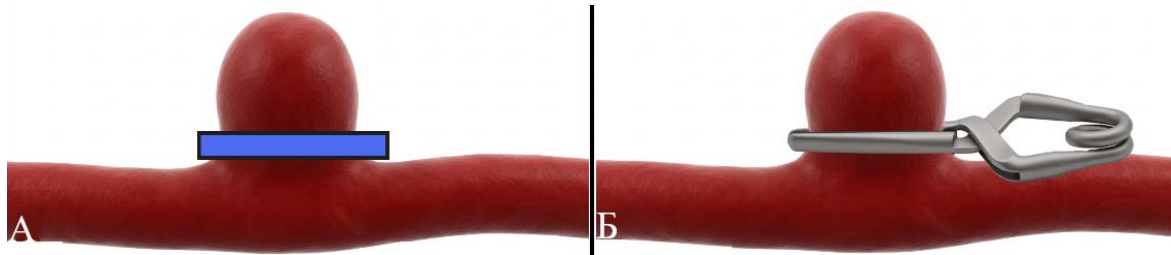


Рисунок 5 - Сплошное клипирование: А. Линия перекрытия шейки; Б. установленная клипса полностью захватывает шейку вдоль одной линии

К сплошному клипированию также отнесены случаи, когда дистальнее и параллельно первой клипсе устанавливались дополнительные клипсы с целью усиления эффекта сжатия первой клипсы (Рисунок 6).

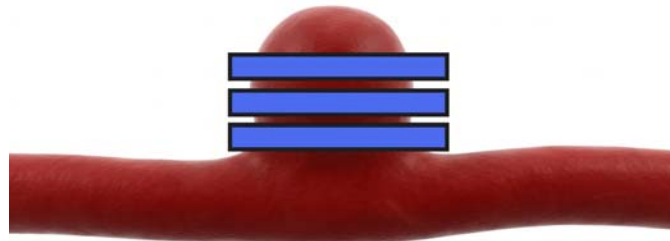


Рисунок 6 - Сплошное клипирование с усилением

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 7).

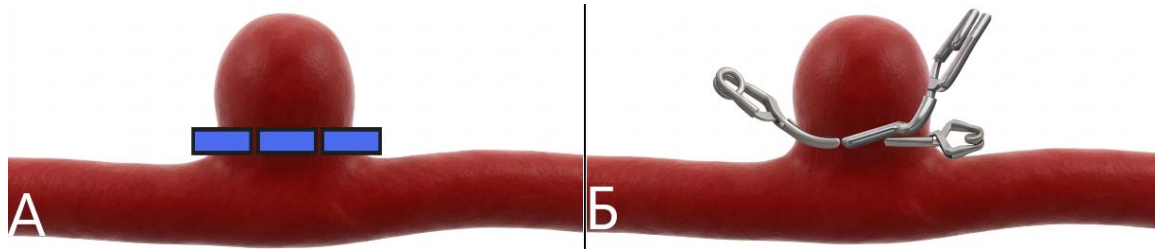


Рисунок 7 - Фрагментированное клипирование. А. Линия перекрытия шейки, состоящая из нескольких отрезков; Б. установленные клипсы на разные отрезки шейки аневризмы

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 8).

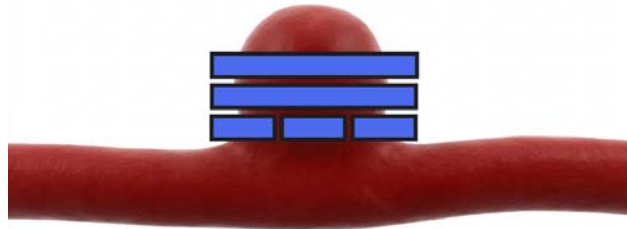


Рисунок 8 - Фрагментированное клипирование с усилением

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.

Радикальность клипирования

Радикальность выключения ЦА оценивали по классификации Пилипенко Ю. В. и соавт. (2020) с разделением оценки для мешотчатых (Рисунок 9) и фузиформных ЦА (Рисунок 10).

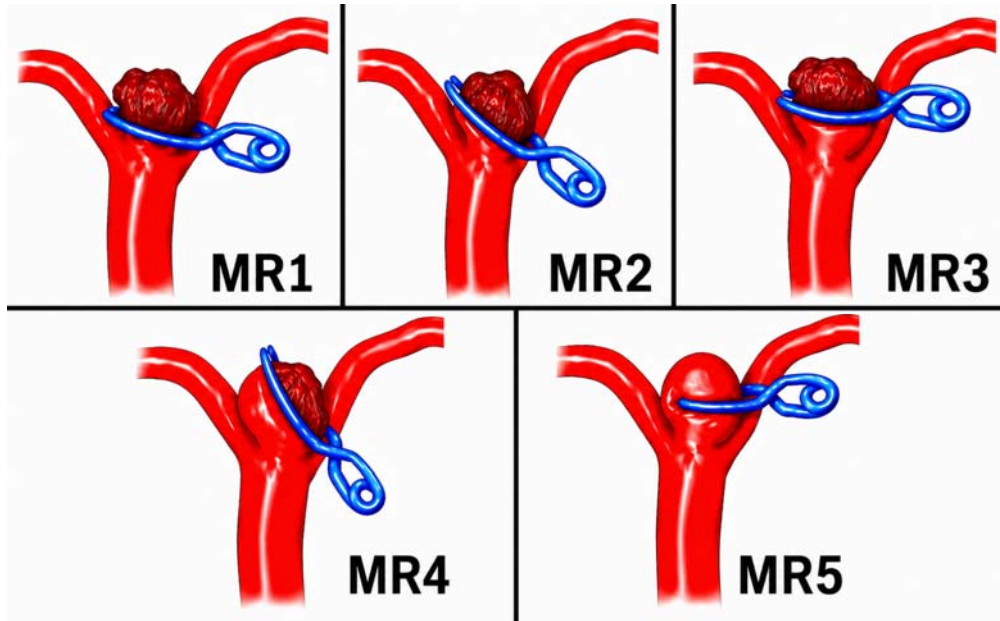


Рисунок 9 - Степени радикальности выключения мешотчатой аневризмы ЦА из кровотока

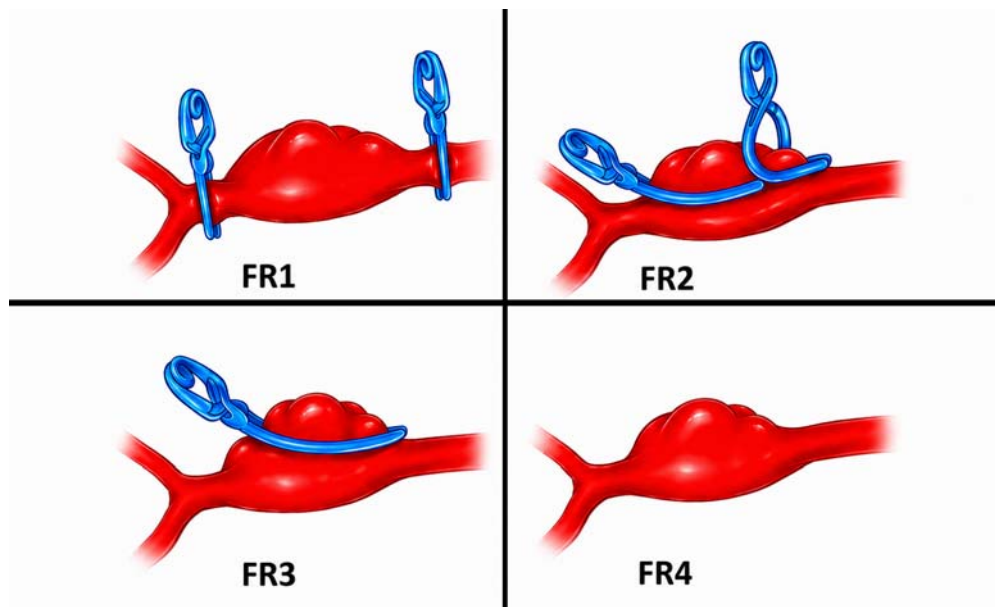


Рисунок 10 - Степени радикальности выключения фузиформной аневризмы ЦА из кровотока

Распределение мешотчатых ЦА в зависимости от радикальности выключения из кровотока (по классификации Пилипенко Ю. В. и соавт.,2020) представлено в таблице 4, фузиформных ЦА – в таблице 5.

Таблица 4 – Распределение мешотчатых ЦА в зависимости от радикальности выключения из кровотока (по классификации Пилипенко Ю. В. и соавт.,2020)

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 мм 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)

Таблица 5 - Распределение фузиформных ЦА в зависимости от радикальности выключения из кровотока (по классификации Пилипенко Ю. В. и соавт.,2020)

Степень выключения	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: тотальное выключение: MR1, FR2; субтотальное выключение: MR2; частичное выключение: MR3, MR4, FR3, FR4. Примеры радикальности выключения мешотчатых аневризм передней соединительной артерии (ПСА) и фузиформных ЦА передней мозговой артерии (ПМА) представлены на рисунке 11.

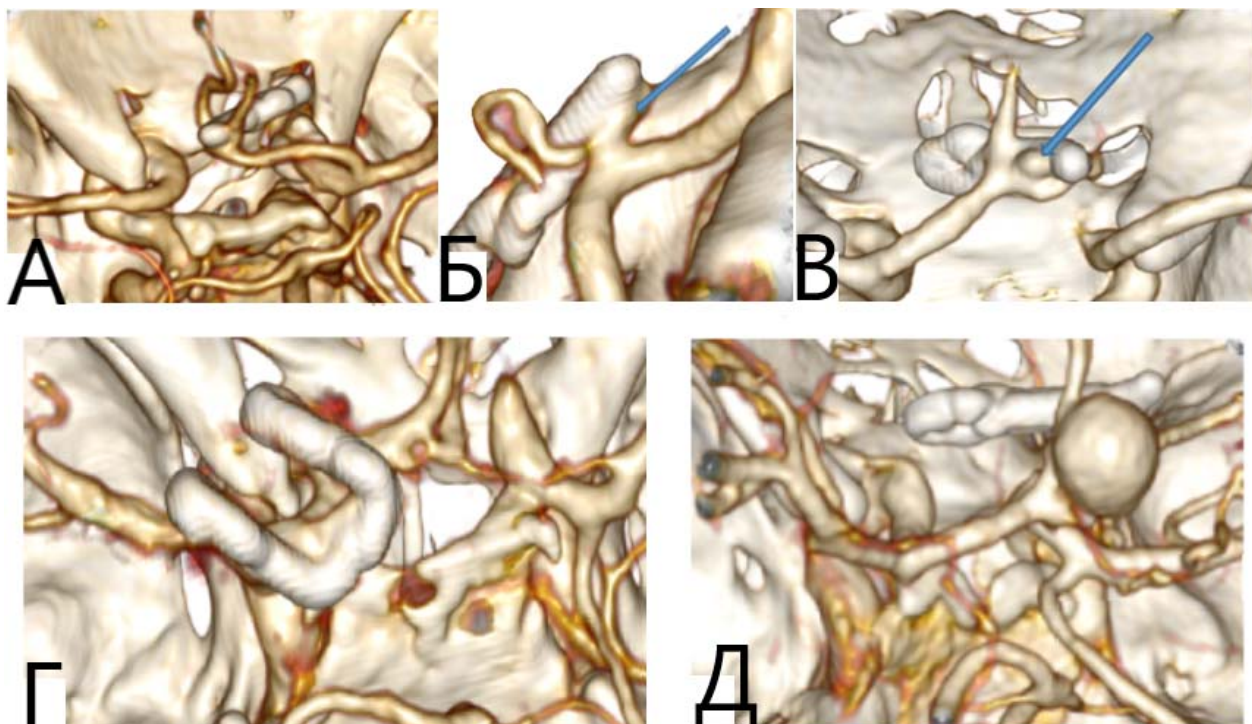


Рисунок 11 - Степень радикальности выключения мешотчатых и фузиформных ЦА. А. Тотальное выключение (MR1) при одиночном клипировании мешотчатой ЦА ПСА; Б. субтотальное выключение (MR2) мешотчатой ЦА устья задней нижней мозжечковой артерии при тандемном клипировании; В. частичное выключение (MR3) мешотчатой 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

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

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). Методы клипирования в зависимости от локализации ЦА представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Методы клипирования в зависимости от локализации ЦА

Локализация ЦА	Методы клипирования (%)										Количество ЦА (%)
	Простое одиночное	Простое усиленное	Тандемное	Встреч- 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 (3,2)	-	32 (4,7)
ВСА супраклиноидная	57 (58,8)	14 (14,4)	17 (17,5)	2 (2,1)	-	-	2 (2,1)	1 (1,0)	3 (3,1)	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)	-	-	-	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)	-	3 (1,3)	10 (4,4)	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)	-	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)

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 внутренней сонной артерии (ВСА) была характерна схожая стратегия: в 72,4-75% случаев применялось сплошное клипирование, что значительно чаще, чем при других локализациях. При этом преобладала техника простого одиночного клипирования (Рисунок 12), которая в зависимости от сегмента применялась в 58,8-

69%. 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.).

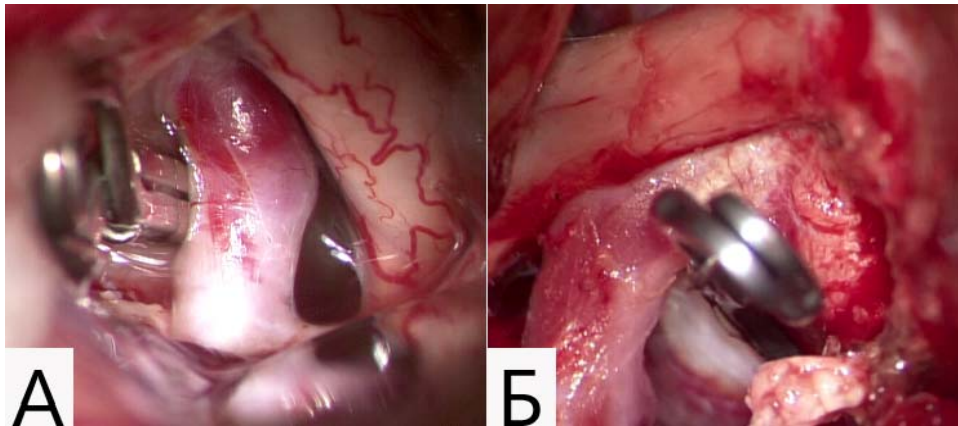


Рисунок 12 - Простое одиночное клипирование ЦА ВСА:
А. супраклиноидного сегмента; Б. параклиноидного сегмента

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 перикаллезной 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 среднемозговой артерии (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 (Рисунок 13).

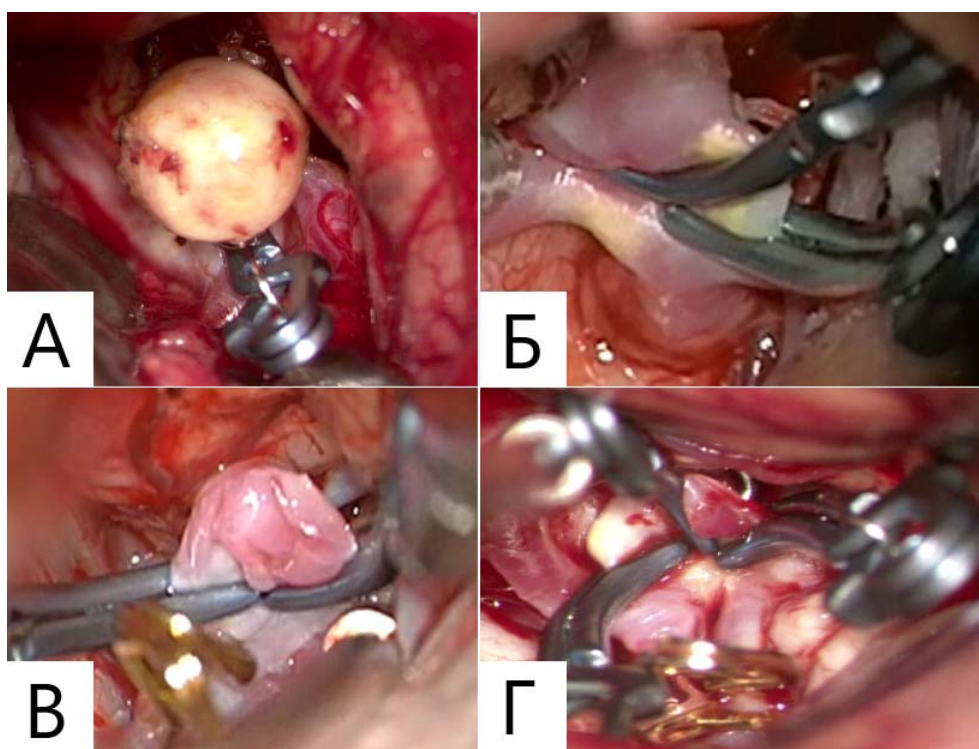


Рисунок 13 - Клипирование ЦА бифуркации СМА разными способами:
 А. Простым одиночным (O1); Б. обычным тандемным (F2);
 В. встречным (F4); Г. встречным с центральным усилением (F4R1)

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 лентикюлостриарных 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 вертебро-базиллярного бассейна 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% (Таблица 7).

Таблица 7 - 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	
						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)

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, но наиболее распространенными являлись тандемное (35,1%) и простое одиночное (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 4 из 5 случаев гигантских ЦА 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 (12,5%), по сравнению с нетромбированными ЦА, частота применения, комбинированного фрагментированного клипирования (Рисунок 14) и клипирования с туннелированием несущей артерии (6,3%), а также отдельного клипирования (6,3%).

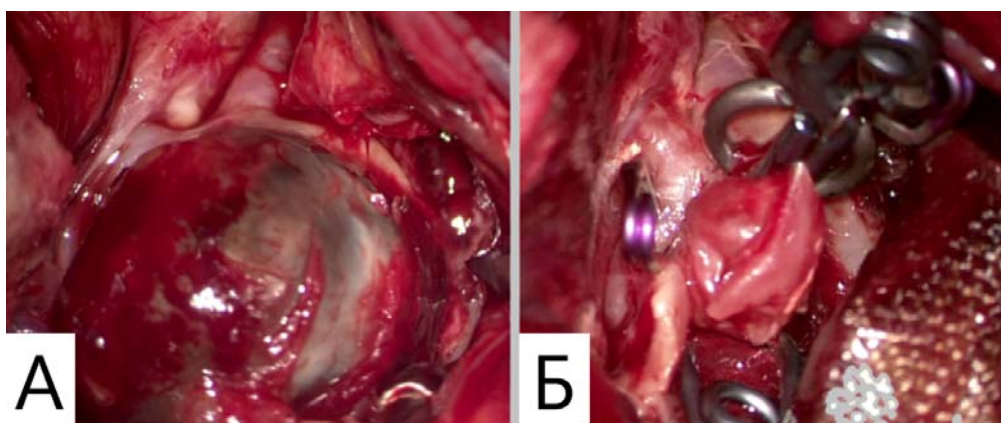


Рисунок 14 - Интраоперационное фото частично тромбированной ЦА СМА.
А. Вид тромбированного купола; Б. расположение клипс при комбинированном клипировании

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), 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 мм 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 интраоперационного разрыва 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 интраоперационного разрыва аневризмы, максимальный размер ЦА в миллиметрах и ее анатомическая локализация (СМА, ВСА, ПСА, дистальные ПМА, другие).

Анализ показал отсутствие статистически значимой связи между интраоперационным разрывом 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 интраоперационного разрыва.

Фактор локализации аневризмы также продемонстрировал высокую статистическую значимость. По сравнению с аневризмами СМА, патология бассейна ВСА 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 ПСА, 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 СМА и дистальными сегментами ПМА, 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 интраоперационный разрыв представляет собой изолированное техническое осложнение этапа клипирования, но не определяет конфигурацию окончательного микрохирургического клипирования на аневризме.

Количество и виды клипс при микрохирургическом лечении церебральных аневризм

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 (Таблица 8), 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.

Таблица 8 - 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	$2,2 \pm 0,6$	91 (53,2)	80 (46,8)	-	171 (100)
Тандемное	199	$2,4 \pm 0,6$	261 (55,5)	164 (34,9)	45 (9,6)	470 (100)
Встречное	15	$2,3 \pm 0,5$	23 (65,7)	12 (34,3)	-	35 (100)
Перекрестное	23	$2,8 \pm 0,7$	8 (12,5)	26 (40,6)	30 (46,9)	64 (100)
С туннелированием отходящей артерии	13	$2,2 \pm 0,8$	5 (17,9)	5 (17,9)	18 (64,3)	28 (100)
С туннелированием несущей артерии	6	$1,8 \pm 0,4$	-	1 (9,1)	10 (90,9)	11 (100)
Перпендикулярное	6	$3,2 \pm 1,2$	17 (89,5)	-	2 (10,5)	19 (100)
Комбинированное	22	$4,1 \pm 2,1$	20 (22,0)	35 (38,5)	36 (39,6)	91 (100)
Раздельное	12	$2,8 \pm 1,0$	19 (55,9)	10 (29,4)	5 (14,7)	34 (100)
Всего (%)	678	$1,8 \pm 1,0$	667 (54,3)	415 (33,8)	146 (11,9)	1228 (100)

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 (Таблица 9).

Таблица 9 - Применение различных конфигураций клипс в зависимости от размеров ЦА

Размер ЦА	Среднее количество клипс	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
2 мм	$1,2 \pm 0,5$	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	$1,5 \pm 0,7$	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	$2 \pm 0,9$	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	$3,6 \pm 2,3$	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,)	2 (9)	22 (100)
25 мм и более	$4,2 \pm 2,9$	1 (50)	-	1 (50)	2 (100)	4 (36,4)	4 (36,4)	3 (27,2)	11 (100)	4 (50)	4 (50)	-	8 (100)
Всего (%)	$1,8 \pm 1,0$	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)

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 внутрисосудистых тромбов. Полученные данные позволяют оптимизировать арсенал планируемых для использования клипс под индивидуальные характеристики ЦА у конкретного пациента для достижения радикального и безопасного результата операции.

Клинические и ангиографические результаты

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.

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: период кровоизлияния (острый или другие); локализация (вертебро-базилярный бассейн или другая); возраст пациента (до 59 лет или 60 лет и старше); размер аневризмы (до 14 мм или 15 мм и более); интраоперационный разрыв (да или нет); б) 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-базилярном 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.

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 основная артерия и задняя мозговая артерия.

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% (Таблица 10). 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.

Таблица 10 - 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)

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 (Рисунок 15).

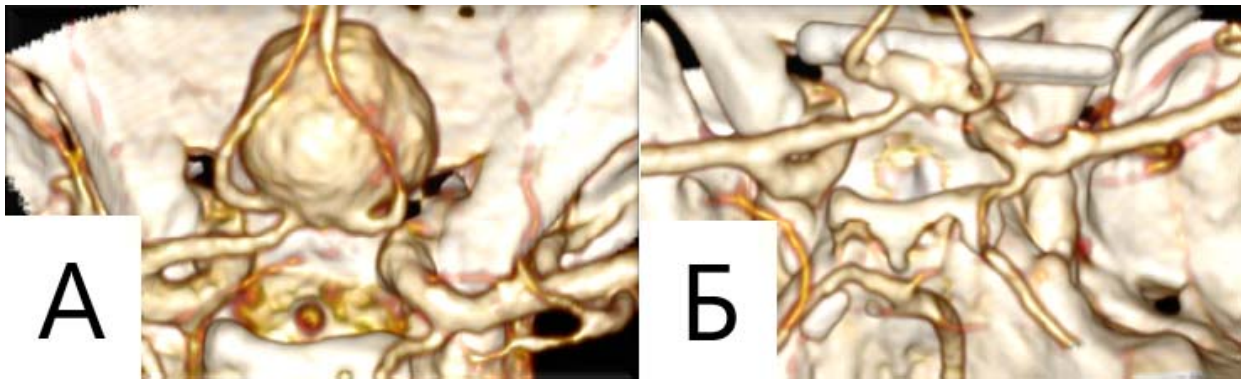


Рисунок 15 - Клипирование ЦА ПСА. А. КТ-ангиография до клипирования ЦА; Б. КТ-ангиография после клипирования, определяется остаток аневризмы по задней поверхности (MR3)

Радикальность клипирования статистически значимо выше при мешотчатых ЦА по сравнению с фузиформными: 92,4% против 65,2% (Таблица 11, рисунок 16).

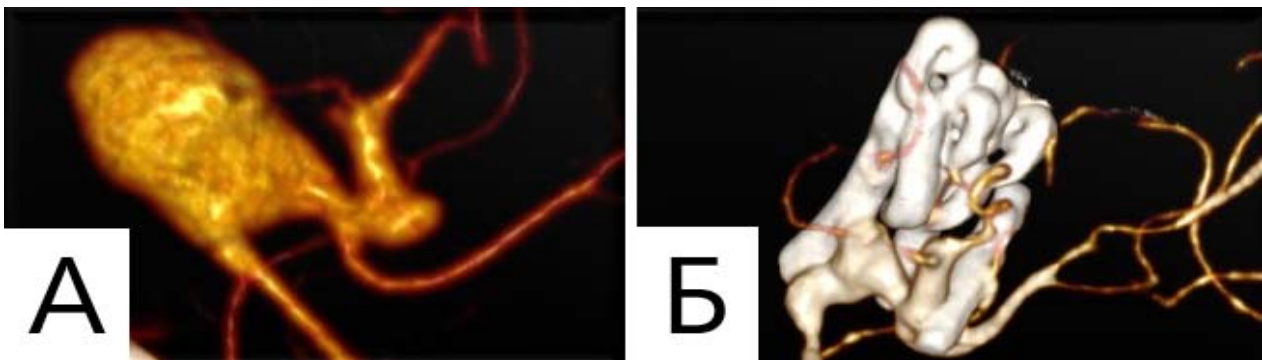


Рисунок 16 - Клипирование фузиформной аневризмы А3 сегмента ПМА. А. КТ-ангиография до клипирования ЦА; Б. КТ-ангиография после клипирования, определяется остаток аневризмы (FR3)

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%).

Таблица 11 - 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)

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 интраоперационный разрыв в рамках данной многофакторной модели не достиг порога статистической значимости ($p=0,152$).

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).

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 выключения 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 выключения 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 выключения 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 выключения, 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 выключения 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 выключения (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 ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. 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. DOI: 10.17116/neiro20258903160

2. Пилипенко Ю.В., Элиава Ш.Ш., Окишев Д.Н., Коновалов Ан.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. DOI: 10.17116/neiro2025890515

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВББ - Вертебро-базиллярный бассейн

ВСА - Внутренняя сонная артерия

КТ-ангиография - Компьютерно-томографическая ангиография

МШР - Модифицированная шкала Рэнкина (mRS)

ОШ - Отношение шансов

ПМА - Передняя мозговая артерия

ПСА - Передняя соединительная артерия

САК - Субарахноидальное кровоизлияние

СМА - Средняя мозговая артерия

ЦА - Церебральная аневризма