

На правах рукописи

Пилипенко Юрий Викторович

Микрохирургическое лечение сложных аневризм средних
мозговых артерий: крупных, гигантских, фузиформных и
частично тромбированных

3.1.10. Нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Москва - 2023

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

Научный консультант:

член-корреспондент РАН,
доктор медицинских наук, профессор

Элиава Шалва Шалвович

Официальные оппоненты:

Кравец Леонид Яковлевич доктор медицинских наук,
профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, группа микронеурологии, главный научный сотрудник

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

Лукьянчиков Виктор Александрович доктор медицинских наук,
ООО «Юни Медика» (УНИКлиник), главный врач

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

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2023 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.031.01, созданного на базе ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России по адресу: 125047, г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16.

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

Автореферат разослан «_____» _____ 2023 года

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.1.031.01
доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Аневризмы средних мозговых артерий (СМА) среди всех аневризм головного мозга составляют 25,7-48% (Kivipelto, 2014; Park, 2017; Rodríguez-Hernández, 2013). Гигантские аневризмы СМА встречаются в 0,5-4,8% (Kivipelto, 2014; Nurminen, 2014; Rinne, 1996). Признаки тромбоза при аневризмах СМА отмечены в 7,9% (Rodríguez-Hernández, 2013), а среди гигантских аневризм СМА – в 30,8-63% (Nakajima, 2012; Nurminen, 2014). Фузиформные аневризмы среди аневризм СМА диагностируются в 0,6-6,6% (Kivipelto, 2014; Meybodi, 2017; Park, 2017).

Указанные анатомические характеристики по отдельности относят данную патологию к категории «сложных» аневризм (Hacein-Beu и соавт., 1998; Andaluz & Zuccarello, 2011; Hanel & Spetzler, 2008). Проблема усугубляется, когда аневризма сочетает в себе несколько сложных характеристик.

Клиническими проявлениями сложных аневризм СМА могут быть интракраниальное кровоизлияние, объемное воздействие на окружающую мозговую паренхиму, церебральная ишемия дистальная эмболия, а также сочетание этих патологических состояний (Park и соавт., 2017; Rinne и соавт., 1996; Крылов и соавт., 2011).

Установлено, что однолетняя выживаемость после кровоизлияния из аневризмы СМА (независимо от формы и размеров) при консервативной тактике составляет 48%. Пациенты с аневризмами СМА умирают после кровоизлияния чаще, чем пациенты с аневризмами других локализациях (Locksley, 1966).

Известно, что риск разрыва аневризмы возрастает по мере увеличения ее размера. Morita A. и соавт. (2005) выяснили, что ежегодный риск разрыва для неразрывавшихся аневризм СМА в целом составляет 0.67%. При этом для аневризм размером 10 – 24 мм риск равен 4,4%, а для аневризм ≥ 25 мм – 33,4%.

Park W. и соавт. (2017) сообщили, что 12.9% пациентов с разрывами крупных и гигантских аневризм СМА переносят повторное САК в течение 12

часов после дебюта заболевания, что ухудшает клиническую картину пациентов.

Повышенный риск разрыва имеют те пациенты, у которых аневризма по данным двух или более контрольных ангиографических исследований увеличилась в размере (Day и соавт., 2003; Villablanca и соавт., 2013).

При фузиформных аневризмах высокий риск увеличения в течение 1 года наблюдения имеют аневризмы с максимальным диаметром более 7 мм (Sacho и соавт., 2014).

Частично тромбированные аневризмы имеют сопоставимый риск разрыва с аневризмами без тромбов (Morita и соавт., 2012; Крылов и соавт., 2011).

Из трех основных мозговых артерий, СМА кровоснабжает самую большую и наиболее функционально значимую область (Gibo и соавт., 1981; Michotey и соавт., 1974; Türe и соавт., 2000). Обеспечение кровотока в СМА, особенно при проксимальной локализации аневризм, является основной целью лечения.

Лечение гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризм СМА, несмотря на совершенствование микрохирургических и эндоваскулярных методов, до настоящего времени является сложной задачей (Sekhar и соавт., 2005; Wessels и соавт., 2019; Zhu и соавт., 2013). При таких аневризмах в подавляющем большинстве случаев невозможно провести простое клипирование шейки или окклюзию аневризмы спиралями.

Алгоритмы выбора метода лечения, основанные на локализации аневризмы, а также клиническом течении заболевания и тяжести состояния пациента, большей частью подходят для мешотчатых аневризм маленьких и средних размеров (Элиава и соавт., 2018). В случаях сложных аневризм при выборе метода лечения учитывается множество дополнительных факторов, поэтому чаще всего подход индивидуальный в каждом конкретном случае (Sekhar и соавт., 2005; Wessels и соавт., 2019; Zhu и соавт., 2013).

Степень разработанности темы

Вопросы лечения пациентов со сложными аневризмами СМА активно изучаются отечественными и зарубежными исследователями в течение многих

лет. В тоже время, опыт лечения этой патологии по данным мировой литературы ограничен и чаще представлен описанием отдельных клинических случаев и относительно небольшими сериями, собранными за длительный временной интервал (Zhu W. и соавт., 2013; Kivipelto L. и соавт., 2014; van Doormaal T.P. и соавт., 2008; Drake, C. G. и соавт., 1994; Meybodi A. T. и соавт., 2017; Wessels L. и соавт., 2019; Natarajan S. K. и соавт., 2019; Diaz F. G. и соавт., 1998; Suzuki S. и соавт., 2009; Park W. и соавт., 2017).

Крупных международных многоцентровых исследований, направленных на определение оптимальных методов хирургического лечения и послеоперационного прогноза заболевания не проводилось. Все это не позволит определить современные взгляды на лечение этой патологии.

В особенности мало информации, необходимой для клинической практики, по видам реконструктивного клипирования при сложных аневризмах СМА, о проблемах интраоперационного тромбоза ветвей СМА после операций с применением методики тромбэктомии из полости аневризмы, в отношении показаний к деконструктивным операциям при аневризмах СМА, об операциях при сложных аневризмах СМА в условиях острого периода кровоизлияния, по алгоритмам выбора и техническим особенностям разных типов реваскуляризирующих операций при аневризмах СМА, в отношении отдаленных результатов операций при сложных аневризмах СМА.

Цель исследования

Оценка эффективности различных хирургических операций для выбора оптимальной тактики лечения пациентов с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА.

Задачи исследования:

1. Описать типы клинического течения крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризм СМА.
2. Изучить и обосновать современный комплекс диагностики крупных,

гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризм СМА.

3. Уточнить показания к операции и метод хирургического лечения у пациентов с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА.

4. Определить оптимальный вид микрохирургической операции при крупных, гигантских и фузиформных нетромбированных аневризмах СМА.

5. Изучить интраоперационные осложнения микрохирургических операций при крупных, гигантских и фузиформных нетромбированных аневризмах СМА с разработкой мер их профилактики и лечения.

6. Определить оптимальные виды микрохирургического лечения частично тромбированных аневризм СМА.

7. Определить интраоперационные осложнения микрохирургических операций при частично тромбированных аневризмах СМА с разработкой мер их профилактики и лечения.

8. Изучить технические особенности и уточнить показания к реваскуляризирующим микрохирургическим операциям при аневризмах СМА.

9. Выявить особенности микрохирургических операций при крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризмах СМА в условиях острого периода субарахноидального кровоизлияния.

10. Выполнить анализ послеоперационных осложнений микрохирургического лечения крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризм СМА.

11. Оценить отдаленные клинические и ангиографические результаты микрохирургического лечения крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризм СМА.

12. Изучить роль эндоваскулярного метода хирургического лечения при крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризмах СМА.

Научная новизна

Впервые проведен подробный статистический анализ группы пациентов со сложными аневризмами СМА. Установлены возрастные, половые и клинические особенности пациентов с данной патологией.

Разработана новая хирургическая методика – временная аневризморафия и наложение изолирующей клипсы, которая позволяет безопасно отделять адгезированный к стенкам аневризмы СМА сосуд.

Установлены три типа частично тромбированных аневризм СМА. Доказано, что тактика лечения и прогноз в зависимости от типа тромбирования существенно различаются.

Усовершенствована методика тромбэктомии без временного клипирования при крупных и гигантских частично тромбированных аневризмах СМА, которая позволяет снизить вероятность ишемических церебральных нарушений.

Разработан интраоперационный метод устранения острого тромбоза церебральных сосудов для уменьшения риска послеоперационных ишемических нарушений.

Установлены три основных вида церебральной ишемии и их причины, существенно влияющие на результаты микрохирургического лечения сложных аневризм СМА.

Впервые разработана классификация ишемических венозных осложнений, являющихся следствием диссекции Сильвиевой щели, которая позволяет определить тактику послеоперационного ведения пациентов и прогноз осложнения.

Определено влияние отека головного мозга, количества хирургических шпателей и биполярной коагуляции на частоту послеоперационной венозной ишемии.

Установлен важный интраоперационный симптом, позволяющий заподозрить вероятность формирования тракционной гематомы.

Определена вероятность неврологического восстановления пациентов в

отдаленном послеоперационном периоде в зависимости от проведенной операции, неврологического статуса и выраженности ишемических нарушений.

Установлены риски формирования резидуальных аневризм и кровоизлияния после хирургического лечения сложных аневризм СМА.

Теоретическая и практическая значимость работы

Впервые предложена классификация радикальности выключения фузиформных церебральных аневризм. Усовершенствована классификация радикальности выключения мешотчатых церебральных аневризм. Представлена классификация степеней хирургического риска сложных аневризм СМА. Определены оптимальные виды реконструктивных и деконструктивных микрохирургических операций при крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризмах СМА в зависимости от клинической картины, периода заболевания и состояния пациента. Даны рекомендации, направленные на уменьшение рисков наиболее грозных интраоперационных осложнений микрохирургического лечения: интраоперационного разрыва аневризмы и тромбоза ветвей СМА. Детальный анализ случаев временного клипирование позволил обозначить безопасные в отношении рисков послеоперационной церебральной ишемии временные интервалы для одного и нескольких эпизодов прекращения кровотока в ветвях СМА. Уточнены показания к различным типам реваскуляризирующих микрохирургических операций. Даны подробные рекомендации о методах и сроках послеоперационного ангиографического исследования пациентов.

Методология и методы исследования

Дизайном работы являлось одноцентровое нерандомизированное ретроспективное когортное исследование.

Объект исследования - пациенты с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА. Сбор, обработка и статистический анализ данных проводились согласно

разработанному дизайну исследования на основании требований, предъявленных к научно-исследовательской работе.

Статистический анализ данных проведен с помощью языка статистического программирования R (версия 4.2.1) в интегрированной среде разработки RStudio Server (версия 1.3.1093). Распределение непрерывных и дискретных количественных переменных в выборке описывали с помощью средних значений, стандартного отклонения, медианы и квартилей, категориальных величин – в процентном формате. Тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных в независимых выборках проводили с помощью непараметрических критериев Крускала-Уоллиса (H-тест) и Манна-Уитни (U-тест). Различие в распределениях категориальных переменных тестировали с помощью критерия Хи-квадрат (χ^2) и точного критерия Фишера (F-тест). Для оценки взаимосвязи между исходами и их предикторами проводили многомерный анализ с помощью бинарной логистической регрессии. Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне значимости $p < 0,05$.

Положения, выносимые на защиту

1. Крупные, гигантские, фузиформные и частично тромбированные аневризмы СМА относятся к сложным аневризмам. Их клинические проявления, связанные с интракраниальным кровоизлиянием, церебральной ишемией и масс-эффектом, сопряжены с высоким риском неблагоприятного исхода при консервативной тактике лечения пациентов.

2. Компьютерная томографическая ангиография головы – основной диагностический метод, с помощью которого удастся установить диагноз и определить топографо-морфологические особенности сложных аневризм СМА.

3. Большинству пациентов со сложными аневризмами СМА показана микрохирургическая операция. Выбор вида операции зависит от локализации, размеров, формы и степени тромбирования аневризмы.

4. При сложных нетромбированных аневризмах СМА показано

реконструктивное клипирование.

5. При реконструктивном клипировании сложных аневризм СМА без тромбов существует высокий риск интраоперационного разрыва аневризмы. Для снижения риска данного осложнения показаны различные виды превентивного временного клипирования.

6. При частично тромбированных аневризмах СМА в большинстве случаев показано реконструктивное клипирование без или с тромбэктомией. Также относительно часто при данной патологии применяются деконструктивные и реваскуляризирующие операции.

7. Основным интраоперационным осложнением микрохирургического лечения частично тромбированных аневризм является тромбоз ветвей СМА. Своевременная диагностика и экстренные меры, направленные на устранение данного осложнения, являются залогом предотвращения тяжелых ишемических послеоперационных нарушений.

8. Создание различных сосудистых байпасов перед деконструкцией артерии оправдано в большинстве случаев при сложных аневризмах СМА.

9. Проведение микрохирургических операций при крупных, гигантских, фузиформных и частично тромбированных аневризмах СМА в условиях острого периода кровоизлияния сопряжено с интраоперационными сложностями, обусловленными отеком мозгового вещества, и с высоким риском нарастания внутричерепной гипертензии в послеоперационном периоде.

10. Основными послеоперационными осложнениями после микрохирургических вмешательств по поводу сложных аневризм СМА являются различные виды ишемических церебральных нарушений.

11. В отделенном периоде после микрохирургического лечения сложных аневризм СМА в большинстве случаев достигаются хорошие клинические и ангиографические результаты.

12. Эндоваскулярные операции в некоторых случаях могут быть эффективной альтернативой микрохирургическим вмешательствам при сложных аневризмах СМА.

Степень достоверности результатов исследования

В исследование включено 285 пациентов с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА, что является достаточным для формирования репрезентативной серии и заключения достоверных выводов. Среди ранее опубликованных наша серия является самой большой, как по данным мировой англоязычной литературы, так и отечественной. Достоверность результатов подтверждается актом проверки первичного материала.

Личный вклад автора

Автором проведено составление базы данных пациентов, анализ результатов диагностики и хирургического лечения пациентов со сложными аневризмами СМА, а также сбор и изучение анамнеза. При непосредственном участии автора подготовлены публикации по теме диссертационной работы. Самостоятельно написан текст диссертации и автореферат. Автор проводил микрохирургическое лечение в качестве основного хирурга у 72 (25,2%) пациентов исследуемой группы. В качестве ассистента автор принимал участие на операции у 70 (24,6%) пациентов исследуемой группы.

Апробация результатов исследования

Основные положения и выводы были представлены и обсуждены на: расширенном заседании проблемной комиссии «Сосудистая нейрохирургия», протокол №2/22 (Москва, 07.12.2022); Третьем Сибирском Нейрохирургическом Конгрессе (Новосибирск, 11-16.07.2022 г.); Всероссийском нейрохирургическом форуме (Москва, 15-17.06.2022); XIX Всероссийской конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 31.03 – 2.04.2021); V Всероссийском съезде по детской нейрохирургии (Москва, 3-5.03.2021); VII конференции по хирургии нарушений мозгового кровообращения (Владивосток, 6.08.2021); Bypass 2020 – Anniversary Symposium (Zurich,

Switzerland, 8-10.01.2020), Бурденковских встречах (Москва, 12-14.11.2019); Российском нейрохирургическом фестивале "5 стихий" (Екатеринбург, 10-11.11.2019); VI конференции по хирургии нарушений мозгового кровообращения (Калининград, 25-27.07.2019); IX ежегодном Образовательном цикле «Сосудистая нейрохирургия» (Москва, 29-30.05.2019); Сибирско-Американском нейрососудистом Симпозиуме (Новосибирск, 29-30.07.2019); The WFNS International conference "Vascular experts" (Tbilisi, Georgia, 17-19.05.2018); VIII Ежегодном образовательном цикле "Сосудистая нейрохирургия" (Москва, 31.05-1.06.2018); Международной конференции «Сосудистые эксперты – 2018» (Москва, 8-9.11.2018); Международном конгрессе, посвященном Всемирному Дню инсульта (Москва, 25-27.10.2017); IV Конференции по хирургии нарушений мозгового кровообращения (Якутск, 14.07.2017); VII Ежегодном образовательном цикле "Сосудистая нейрохирургия" (Санкт-Петербург, 29-30.10.2017); XVI Всероссийской конференции с международным участием «Поленовские чтения 2017», (Санкт-Петербург, 19-21.04.2017); Siberian-American neurovascular symposium, (Новосибирск, 13-16.03.2017); Российском нейрохирургическом фестивале "4 стихии", (Екатеринбург, 19-21.10.2016); XII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 26.04.2013 г.), 15th World Congress of Neurosurgery (Seoul, Korea, 8-13.09.2013), конференции «Рунейро 2013» (Москва, 28.11.2013 г).

Внедрение в практику и учебный процесс

Результаты работы внедрены в практическую работу 3 нейрохирургического отделения (сосудистая нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России. Основные положения и результаты исследования используются в курсах по повышению квалификации, и в учебном процессе на кафедре нейрохирургии с курсом нейронаук научно-образовательного центра ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава.

Публикации результатов исследования

По материалам диссертации опубликовано 40 работ, из них 20 статей - в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ; 7 статей – в зарубежных журналах (scopus), 4 статьи – в отечественных научных журналах, 2 – монографии, 7 тезисов и статей - в журналах и сборниках материалов отечественных и зарубежных съездов, конгрессов и конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 389 страницах машинописного текста, иллюстрирована 159 рисунками, 60 таблицами. Состоит из введения, литературного обзора, главы «материалы и методы», 8 глав собственного исследовательского материала, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, приложений. Использовано 248 опубликованных источников (35 – отечественных и 213 – зарубежных).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал

В НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко за период с 2009 по 2020 гг. проходили лечение 6885 пациентов с 8840 интракраниальными аневризмами. Аневризмы СМА выявлены в 2236 (25,3%) случаях, из них сложные аневризмы диагностированы в 285 (12,7%).

Работа основана на результатах обследования и микрохирургического лечения 285 пациентов с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА.

Соотношение пациентов мужского и женского пола в данной группе составило 134/151 или 47%/53%. Возраст пациентов варьировался от 10 месяцев до 74 лет (средний – 46,3 лет, стандартное отклонение $\pm 15,3$).

Дооперационные методы диагностики

Основным методом диагностики сложных аневризм СМА являлась компьютерная томографическая ангиография (КТА) сосудов головы, которая позволяла установить анатомические и топографические особенности аневризмы, определить взаимоотношение аневризмы и сосудов с костями черепа, уточнить анатомию поверхностной-височной артерии (ПВА). КТА выполнена в 67% случаев. В хронологической последовательности отмечено увеличение количества КТА исследований: в 2009 - 2012 гг. проведено у 52,4% пациентов, в 2013 - 2016 гг. - у 65,2%, в 2017 – 2020 гг. – у 82,4%.

Прямая церебральная ангиография выполнена 29,5% пациентам для более точного определения лентикуло-стриарных артерий в области М1-сегмента СМА. Данное исследование было показано при частично клипированных и частично окклюзированных спиралями аневризмах, поскольку субтракция устраняет все костные фрагменты и металлические импланты.

Магнитно-резонансная ангиография среди наших пациентов чаще всего была методом первичного амбулаторного исследования.

Магнитно-резонансная томография в стандартных режимах до операции требовалась в 59,3% случаев. С ее помощью более точно определяли размер аневризмы, степень тромбирования, а также распространенность ишемических церебральных очагов.

Особенности клинической картины

Клинические проявления сложных аневризм СМА в 83,5% наблюдений были представлены САК, ишемией, масс-эффектом, цефалгией, при этом их частота варьировала от анатомо-морфологических характеристик (Таблица 1) и локализации сложных аневризм СМА (Таблица 2).

Почти в половине наблюдений (51%) сложные аневризмы СМА, приведшие к САК, на момент поступления в Центр нейрохирургии имели признаки частичного тромбирования. А среди всех пациентов с частично тромбированными аневризмами (ЧТА) СМА разовравшиеся аневризмы

составляли 61%. Как показал анализ, тромбы в полости аневризм СМА не защищали от повторного разрыва, как среди пациентов в остром периоде, так и в случаях более давнего кровоизлияния. Вероятно, причиной САК у таких пациентов могут быть не только разрывы стенки аневризмы, но и кровотечения из vasa vasorum, которые присущи ЧТА больших размеров (Miyata H. и соавт., 2019; Wen D. и соавт. 2020).

Таблица 1 - Клинические типы заболевания и анатомо-морфологические характеристики аневризм СМА

Клиническое проявление	Форма аневризмы		ЧТА	Размер аневризмы (мм)				Всего (%)
	Мешотчатая	Фузиформная		До 5	6-14	15-24	>25	
САК	104	43	75	1	40	78	28	147 (51,6)
Ишемия	8	15	17	0	7	7	9	23 (8,1)
Масс-эффект	4	4	6	0	0	2	6	8 (2,8)
Цефалгия	27	33	16	2	19	33	6	60 (21,1)
Без симптомов	17	30	9	1	19	23	4	47 (16,5)
Итого (%)	160 (56,1)	125 (43,9)	123 (43,2)	4 (1,4)	85 (29,8)	143 (50,2)	53 (18,6)	285 (100)

Таблица 2 - Клиническое проявление и локализация сложных аневризм СМА

Клиническое проявление	Локализация					Всего (%)
	M1	Бифуркация	M2	M3	M4	
САК	11	103	16	14	3	147 (51,6)
Ишемия	4	6	9	4	0	23 (8,1)
Масс-эффект	4	4	0	0	0	8 (2,8)
Цефалгия	11	30	13	6	0	60 (21,1)
Без симптомов	10	20	10	5	2	47 (16,5)
Всего (%)	40 (14)	163 (57,2)	48 (16,8)	29 (10,2)	5 (1,8)	285 (100)

У 13 пациентов по результатам нескольких дооперационных исследований прослежено увеличение размеров сложных аневризм. В 28,6% случаях

увеличение аневризм СМА привело к их разрыву. Однако истинный процент разрывов при увеличивающихся в динамике сложных аневризмах СМА определить достоверно не возможно, поскольку, очень вероятно, большая часть пациентов умирает до поступления в Центр нейрохирургии.

Во всех случаях увеличение размеров аневризмы, как по нашим данным, так согласно опубликованным исследованиям (Villablanca J. P. и соавт. 2013; David C. A. и соавт., 1999), – является показанием к ускоренному хирургическому лечению.

Операции реконструктивного клипирования при нетромбированных крупных, гигантских и фузиформных аневризмах СМА

В данную группу включено 127 пациентов, оперированных вне острого периода САК. Основным видом микрохирургической операции было реконструктивное клипирование, которое проведено у 91,4% пациентов. Виды операций представлены в таблице 3.

Приблизительно с одинаковой частотой реконструктивное клипирование проводилось при мешотчатых (48,8%) и фузиформных (51,2%) аневризмах СМА.

Таблица 3 - Виды микрохирургических операций при сложных нетромбированных аневризмах СМА в зависимости от локализации

Локализация	Простое клипирование		Сложное клипирование				Укрепление	Всего (%)
	Одино- чное	Множес- твенное	Тандем- ное	ТНА	ТПА	Перек- рестное		
М1	9	3	2	2	1	2	3	22 (17,3)
Бифуркация	22	30	12	0	2	9	1	76 (59,8)
М2	4	3	6	3	0	1	3	20 (15,8)
М3	3	5	0	1	0	0	0	9 (7,1)
Всего (%)	38 (29,9)	41 (32,3)	20 (15,7)	6 (4,7)	3 (2,4)	12 (9,4)	7 (5,5)	127 (100)

Пояснение к таблице: ТНА – туннелирование несущей артерии, ТПА – туннелирование прилежащей артерии

Простое одиночное клипирование проведено в 29,9% случаев. При этой

операции клипса полностью перекрывала длинник шейки. Возможность клипирования сложных аневризм СМА одной клипсой была при отсутствии в шейке аневризмы бляшек и кальцинатов.

Если дистальнее первой клипсы, для усиления сжатия, требовались дополнительные клипсы, такое клипирование называли простым множественным. Оно проведено у 32,3% пациентов. Простое множественное клипирование, несмотря на наличие клипс с длинными браншами, больше применялось при аневризмах с относительно неширокими шейками. Этот вид клипирования не подходил для аневризм СМА, шейка которых распространялась на несколько поверхностей.

К сложным видам мы относили клипирования, где длинник шейки аневризмы выключался несколькими клипсами, а также случаи, где использовались фенестрированные клипсы. Всего сложное клипирование проведено в 32,2% случаев нетромбированных аневризм СМА.

Тандемное клипирование – наиболее применимый вид сложного клипирования при нетромбированных крупных, гигантских или фузиформных аневризмах СМА. Этот вид клипирования был эффективным при аневризмах с широкой и неоднородной по плотности (за счет атеросклероза) шейкой. Также стоит отметить, что с помощью тандемного клипирования было возможным выключать аневризмы любых размеров.

При фузиформных аневризмах тандемным способом с помощью фенестрированных клипс возможно сформировать просвет артерии таким образом, чтобы он располагался медиально, а выключаемая часть аневризмы (заключенная в кольца клипс) была бы обращена кнаружи (в сторону хирурга).

Тип сложного клипирования в виде перекрестного наложения клипс в основном применялся при бифуркационных аневризмах СМА, где шейка распространялась на несколько поверхностей. При небифуркационных фузиформных аневризмах перекрестное клипирование являлось вариантом выбора, когда афферентная и эфферентная артерии расположены под углом друг к другу и изгиб, проходящий через аневризму, обращен кнаружи. В связи с тем,

что длина бранш и диаметр кольца фенестрированных клипс имеют ограничение, данный вид клипирования не подошел ни в одном из случаев гигантских нетромбированных аневризм СМА.

Способом исключения из кровотока фузиформных небифуркационных аневризм являлось клипирование с туннелированием несущей артерии. Этот вид сложного клипирования использовался тогда, когда необходимо было исключить большую часть аневризмы медиально по отношению к формируемому просвету артерии. Реконструированный таким способом просвет артерии, соответственно, был обращен латерально (в сторону хирурга).

Одним из наиболее частых интраоперационных осложнений в хирургии сложных нетромбированных аневризм СМА являлся разрыв аневризмы (14,2% наблюдений). У 62,5% пациентов с интраоперационным разрывом сложных нетромбированных аневризм СМА отмечались послеоперационные церебральные ишемические осложнения.

Для снижения риска интраоперационного разрыва мы использовали временное клипирование (ВК). Всего ВК проведено 115 (90,6%) из 127 пациентов. Размер аневризм варьировал от 5 до 40 мм, средний – 16 ± 6 мм, медиана – 15 мм.

Виды временной остановки кровотока: 1) проксимальное превентивное ВК (64,6%); 2) превентивный временный треппинг без вскрытия просвета аневризмы (3,9%); 3) превентивный временный треппинг с пункцией или вскрытием просвета аневризмы (13,4%); 4) временный треппинг в рамках методики внутрисосудистой аспирации крови (2,4%); 5) вынужденное ВК при интраоперационном разрыве аневризмы (6,3%).

Операции без ВК проведены у 12 (9,4%) пациентов. Размер аневризм колебался от 6 до 23 мм, средний – $11,4 \pm 5,6$ мм, медиана – 11 мм. Разница с показателями в группе пациентов с ВК достоверна ($p=0.0044$, U-тест).

Мы разработали технику наложения изолирующей клипсы и временной аневризмораффии при припаянных к куполу аневризмы ветвях СМА или венах сильвиевой группы (Рисунок 1). Это техника позволяет безопасно проводить

диссекцию и снизить вероятность интраоперационного кровотечения.



Рисунок 1 - Схема временной аневризморафии при отделении плотно спаянного с куполом аневризмы сосуда. А. Этап наложения клипс: 1. плотная спаянная с аневризмой М2-ветвь СМА; 2. временная клипса на проксимальных отделах припаянной М2-ветви; 3. изолирующая клипса, накладываемая на купол аневризмы вдоль припаянной ветви; Б. этап отсечения припаянной ветви вместе со стенкой аневризмы; В. этап ушивания дефекта стенки аневризмы

Реконструктивное и деконструктивное клипирование при сложных частично тромбированных аневризмах СМА

В данную группу включено 97 пациентов вне острого периода САК.

Все частично тромбированные аневризмы СМА разделены на 3 типа: I тип – мешотчатые аневризмы с распространением тромбов на шейку, II тип – мешотчатые аневризмы без тромбов в шейке, III тип – фузиформные частично тромбированные аневризмы (Рисунок 2).

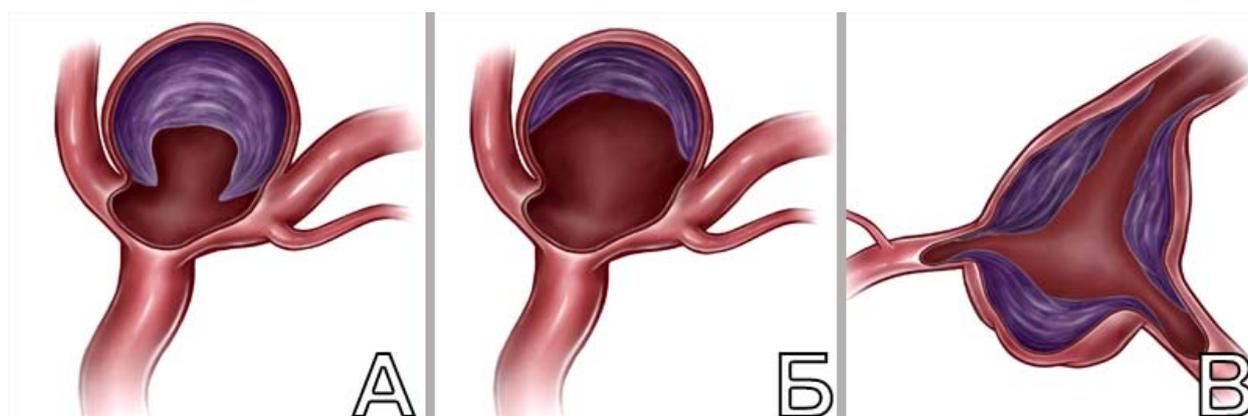


Рисунок 2 - Типы частично тромбированных аневризм: А. I; Б. II; В. III

При мешотчатых аневризмах больше технических сложностей возникало при реконструктивном клипировании ЧТА I типа. Таким пациентам

затруднительно провести обычное клипирование аневризм вследствие невозможности смыкания бранш над плотными тромбами в области шейки. У большинства (66,7%) из них клипирование шейки проведено с предварительной тромбэктомией. Виды хирургических операций представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Виды хирургических операций при частично тромбированных аневризмах СМА

Тип ЧТА	Виды хирургических операций						Всего (%)
	Простое клипирование		Сложное клипирование	Байпас после неудачного клипирования	Треппинг без байпаса	Укрепление	
	Одиночное	Множественное					
I	7	8	11	2	0	2	30 (30,9)
II	16	13	11	0	0	0	40 (41,2)
III	1	0	4	3	17	2	27 (27,8)
Всего (%)	24 (24,7)	21 (21,6)	26 (26,8)	5 (5,2)	17 (17,5)	4 (4,1)	97 (100)

Обычная тромбэктомия чаще проводилась в условиях временного треппинга. Клипирование после тромбэктомии исходно обеспечило удовлетворительный кровоток в исходящих ветвях только у 6 (30%) из 20 пациентов. У 14 пациентов в связи со снижением или отсутствием кровотока в одной или нескольких ветвях после первичного наложения клипс потребовались репозиции. У 7 пациентов перестановки клипс под другими углами оказались успешными, что позволило выключить аневризму с сохранением проходимости ветвей СМА. У 7 пациентов после неуспешных попыток репозиции диагностирован интраоперационный тромбоз ветвей СМА.

Для устранения данного осложнения мы разработали методику пункционного фибринолиза (Рисунок 3) с помощью mr-proUK в виде препарата «Пуролаза». Оптимальная доза для однократного пункционного введения составила 100 тысяч МЕ mr-proUK, разведенной в 1-2 мл 0,9% раствора NaCl.

В 72,7% случаев пункционное введение mr-proUK в тромбированные ветви СМА позволило восстановить их проходимость. У 63,6% из этих пациентов удалось избежать ишемических церебральных осложнений.

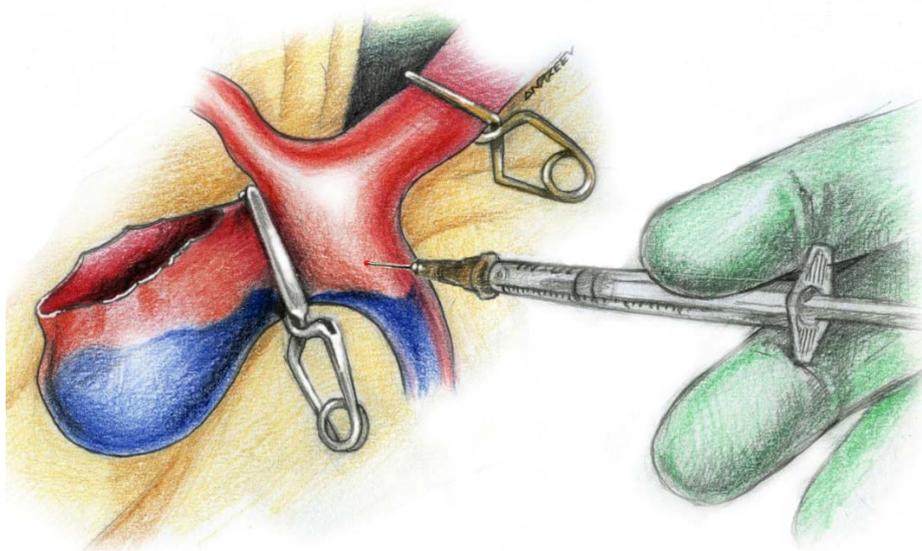


Рисунок 3 - Пункционное введение фибринолитика в тромбированную ветвь

Мы установили, что основным фактором риска интраоперационного тромбоза являлся временный треппинг. Всего среди 20 пациентов с предварительной тромбэктомией временный треппинг выполнен 14 пациентам. Время треппинга варьировало от 5 до 35 минут, в среднем – $13,1 \pm 9,3$ минут. Интраоперационный тромбоз ветвей СМА произошел у 7 из 14 пациентов.

У 6 пациентов тромбэктомия проводилась только в условиях проксимального ВК. Ни в одном из этих случаев не наблюдалось интраоперационного тромбоза ветвей СМА. Сравнение с группой временного треппинга на грани статистической разницы: $p - 0,0515$, F-тест.

Одним из решений явилось проведение тромбэктомии без ВК до того момента, пока не начнется кровотечение (Рисунок 4).

Показанием к проведению такого метода являлось тромбирование полости гигантской аневризмы на 80-90% от общего объема. Благодаря тому, что большая часть тромбов в аневризме удалялась без кровотечения, продолжительность временного клипирования несущей артерии значительно сокращалась и, тем самым, снижались риски интраоперационного тромбоза и церебральной ишемии. Ни у одного из четырех пациентов с гигантскими ЧТА СМА, у которых мы проводили тромбэктомию без временного клипирования, не отмечалось ишемических и неврологических осложнений после операции.

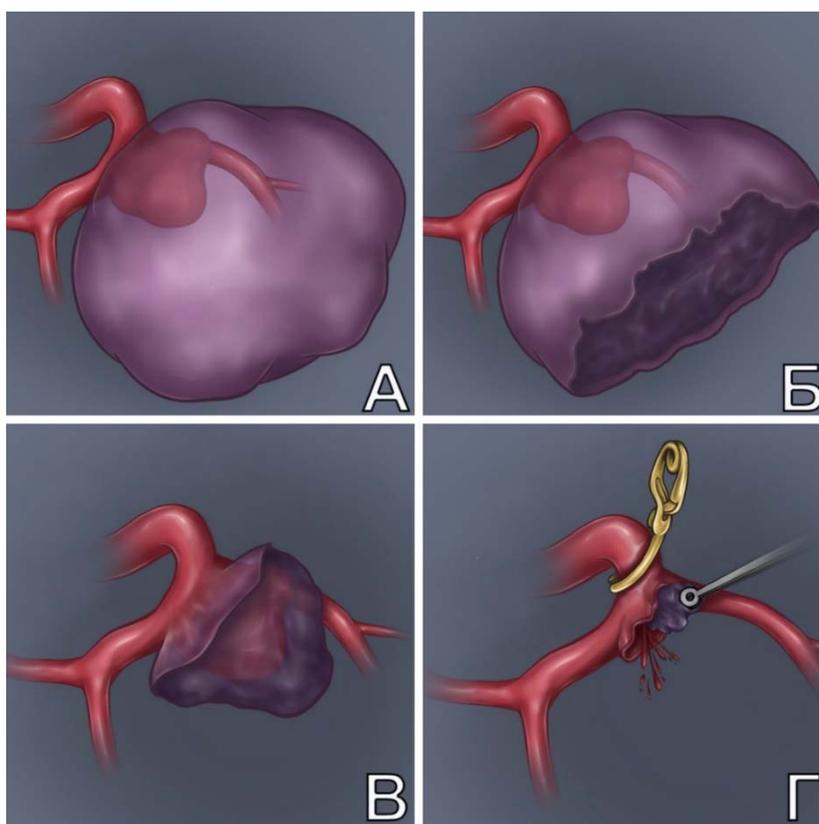


Рисунок 4 - Схема этапов методики тромбэктомии. А. Вид гигантской аневризмы с тромбами; Б. вид аневризмы после удаления тромбов и иссечения стенок в области дна; В. вид аневризмы после резекции тромбов и стенок аневризмы по периферии от кровоснабжаемой части; Г. вид остаточной части шейки аневризмы, из которой перед клипированием удаляются пристеночные тромбы в условиях временного клипирования

Более простым с технической точки зрения являлось клипирование ЧТА II типа. Предварительная тромбэктомия у этих пациентов не требовалась.

Очень сложной задачей являлось реконструктивное клипирование фузиформных аневризм с тромбами (III тип ЧТА). У 50% реконструктивное клипирование таких аневризм после временного треппинга и тромбэктомии приводило к интраоперационному тромбозу артерии. Только в одном случае нам удалось достичь визуально полного выключения аневризмы с сохранением несущей артерии. У остальных пациентов такое клипирование закончилось незапланированной окклюзией несущей артерии, неполным выключением аневризмы или только укреплением. Мы пришли к заключению, что, у большей части пациентов с фузиформными ЧТА (вне зависимости от количества и расположения тромбов) операции реконструктивного клипирования не являются

методом выбора.

У 17 пациентов с периферическими фузиформными ЧТА проведены деконструктивные операции (треппинг) без байпасов. Только в этой группе были пациенты с аневризмами М4-сегмента СМА. Обоснованием для треппинга без реваскуляризации являлись: локализация в кортикальном сегменте (n=5), диаметр несущей артерии в М2-М3 сегментах не более 0,6-0,8 мм (n=4) и случаи, где эфферентная ветвь была уже тромбированной (n=3).

У 5 пациентов с периферическими аневризмами М2-М3 сегментов с диаметром несущей артерии 0,9 – 1,4 мм решение о деконструкции принято на основании данных о «хорошем ретроградном кровотоке». В 3 из 5 случаев после операции были церебральная ишемия и умеренное ухудшение. Таким образом, оценка коллатерального кровотока на основании только лишь визуальной оценки (ретроградное кровотока из пересеченной эфферентной артерии или контрастирование артерии при флюоресцентной видеоангиографии) не показало своей эффективности в отношении прогнозирования церебральной ишемии. Поэтому в случаях крупных ветвей СМА (от 0,8 мм), особенно при аневризмах М2-сегмента СМА, перед треппингом оправдано проведение реваскуляризирующей операции.

Реваскуляризирующие микрохирургические операции

Необходимость реваскуляризирующих операций среди сложных аневризм СМА была у 36 (12,6%) пациентов.

У 25 пациентов микрохирургический байпас исходно рассматривался как основной метод лечения. Среди них ЭИКМА с использованием одного ствола ПВА выполнен у 9 пациентов и с использованием двух стволов – у 8 пациентов. Местные анастомозы были представлены следующими вариантами: реимплантация (n=3), ренастамоз (n=1), бок в бок (n=1). Высокопоточное экстраинтракраниальное шунтирование с использованием графта лучевой артерии проведено у 3 пациентов.

Выключение аневризм после создания байпасов было представлено:

треппингом (n=13), проксимальным клипированием (n=6), дистальным клипированием (n=2), иссечением без клипс (n=2) и клипированием шейки вместе с одной М2 ветвью (n=1). Не проведено выключение и иссечение аневризмы после ЭИКМА у одного пациента.

Таким образом, наиболее часто (68%) используемый байпас у пациентов со сложными аневризмами СМА – ЭИКМА. Сравнительно с другими байпасами, данная операция являлась относительно простой, безопасной и эффективной. Местные анастомозы выполнены в 20% случаев, высокопоточное шунтирование проведено у 12% пациентов.

Реваскуляризирующие операции при аневризмах СМА относятся к категории сложных вмешательств. Соответственно, количество послеоперационных осложнений в данной группе велико – 48%. Тем не менее 76% пациентов в нашей группе выписаны с хорошим неврологическим исходом (МШР 0-2 степени). Летальных случаев не было.

Неврологические осложнения у пациентов с байпасами чаще связаны не с техническими неудачами, а с выключением вместе с аневризмой лентикулостриарных артерий или с обеспечением недостаточного объема кровотока в реваскуляризируемой области. Поэтому очень важным является тщательное планирование таких операций.

В случаях выключения М1-сегмента нужен большой объем шунтируемой крови, поэтому оптимальным байпасом является высокопоточный шунт. Исключением могут быть пациенты детского возраста, у которых хорошо развиты лептоменингеальные коллатерали. В этих случаях чаще достаточно микроанастомозов двух ветвей ПВА с М2-М3-ветвями СМА.

Безопасный треппинг аневризм М1-сегмента возможен только в том случае, когда в зону выключения артерии не попадают лентикулостриарные ветви. При условии только проксимального клипирования сохраняется вероятность, что в процессе тромбирования аневризмы лентикулостриарные артерии либо будут частично кровоснабжаться за счет ретроградного кровотока, либо постепенно тромбируются (в течение нескольких суток). Мы обратили

внимание, что у пациентов с ишемическими очагами в области подкорковых узлов, которым провели проксимальное клипирование, появившаяся симптоматика была не столь грубой и имела тенденцию к быстрому регрессу.

Опыта проведения дистального клипирования при аневризмах М1-сегмента мы не имеем. Предполагаем, что в условиях высокого потока крови со стороны ВСА при этом типе клипирования риск разрыва аневризмы в первые несколько дней более высокий, особенно для пациентов с САК.

Что касается случаев аневризм в области развилки СМА, то тут мы считаем, что каждая М2-ветвь должна быть реваскуляризирована отдельной артерией. Наш опыт с использованием двух ветвей ПВА был неудачным в тех случаях, где они в итоге кровоснабжали три М2-ветви СМА. Это закончилось тромбозом одной или нескольких М2-ветвей. При этом не имело значения, как кровоснабжалась третья ветвь: ретроградно через аневризму или посредством дополнительного местного анастомоза. Поэтому при аневризмах трифуркации СМА, если не удастся сохранить одну ветвь при клипировании, а другие две реваскуляризировать посредством ЭИКМА, следует рассмотреть возможность высокопоточного шунта.

При аневризмах М2-сегмента СМА возможно проведение как ЭИКМА, так и его альтернативы – местных анастомозов (при мелком калибре ПВА). В случаях, когда из аневризмы М2-сегмента выходят две крупные артерии, возможно провести реваскуляризацию с использованием двух ветвей ПВА.

Мы уверены, что в большинстве случаев аневризм М2-сегментов треппинг является оптимальным способом исключения. В тех редких случаях, когда имеется отхождение или тесное прилегание лентикюлостриарных артерий, могут быть применены проксимальное или дистальное клипирование.

При аневризмах М3-сегмента СМА оптимальным байпасом является одноствольный ЭИКМА. С учетом травматичности полного выделения крупных и гигантских аневризм в глубинных отделах сильвиевой щели, после ЭИКМА с кортикальными ветвями возможно проведение только дистального клипирования у места выхода эфферентной артерии из аневризмы.

Проходимость байпасов после операций при аневризмах СМА, по нашим данным, составляет 87,5%. При этом не во всех случаях отсутствия контрастирования анастомозов при послеоперационной ангиографии имеют место ишемические церебральные осложнения. При создании ЭИКМА с ветвями СМА естественные лептоменингеальные коллатерали могут «брать верх» и в конечном итоге делать шунтирование ненужным (Doormaal T. P. C. van и соавт. 2008; Drake C. G. и соавт., 1994). Мы наблюдали этот феномен у 1 из 17 пациентов с ЭИКМА.

Реваскуляризация кортикальных ветвей СМА без прямого выключения аневризмы ранее была описана в литературе (Benashvili G. M. и соавт., 1992; Нуунх Т. Д. И соавт., 2020). В одном наблюдении мы могли убедиться, что перестройка кровотока на фоне ЭИКМА может способствовать полному тромбированию аневризмы. Имеющийся атеросклеротический и (или) тромботический стеноз на уровне аневризмы, по сути, предуготовливает такой патогенез. Иницирующим моментом тромбоза может стать повышение периферического сопротивления кровотоку за счет дополнительных объемов крови по байпасу.

Операции в условиях острого периода кровоизлияния

Основным отличием операций в остром периоде кровоизлияния являлось напряжение мозгового вещества, которое в группе пациентов со сложными аневризмами СМА наблюдалось в 88,9% случаев.

Отек делал препаровку сильвиевой щели более сложной. Повреждались вены, что в итоге влияло на частоту венозных ишемических нарушений и тракционных внутримозговых гематом, потребовавших экстренных ревизионных операций в 8,3% случаев. Следует отметить, что у пациентов вне острой стадии САК, и у пациентов с аневризмами без разрыва реопераций по поводу послеоперационных внутримозговых гематом не было (разница достоверна: $p=0,0019$; F-тест).

Интраоперационный разрыв аневризмы у пациентов в остром периоде

произошел в 30,5% случаев. Это значительно чаще, чем у пациентов в холодном периоде (11,7%) и у пациентов с аневризмами без разрыва (4,3%). Разница между каждой из групп и между тремя группами достоверна: $p=0,0000$; χ^2 .

Декомпрессивная трепанация черепа являлась важным хирургическим пособием для купирования выраженной внутричерепной гипертензии у пациентов со сложными аневризмами СМА.

Ранее опубликованные показания к первичной декомпрессивной трепанации (Пилипенко Ю. В. и соавт., 2018), основанные на трех дооперационных критериях (V стадия по Хант-Хесс, внутримозговая гематома более 30 мл и латеральная дислокация более 5 мм), в полной степени подходили и для пациентов со сложными аневризмами СМА. В то же время, у пациентов, где в дополнение к вазоспазму предполагается длительная операция с большим количеством ВК и вероятным послеоперационным венозным отеком, имеются весомые аргументы в пользу расширения показаний к первичной декомпрессивной трепанации черепа в остром периоде САК.

Анализ послеоперационных осложнений и оценка хирургических рисков при микрохирургическом лечении

Среди 285 пациентов осложнения микрохирургического лечения выявлены в 36,1% случаев. В 34,4% случаях отмечены церебральные осложнения, которые в основном были обусловлены различными видами ишемических нарушений. Выделены 3 основных вида церебральной ишемии: 1) лакунарный инфаркт (6,7%); 2) ишемия в бассейне крупной ветви СМА (12,3%); 3) венозная ишемия (14,4%).

На основании КТ головы после операции мы разделили венозные ишемические нарушения на 3 степени (Рисунок 5):

1. легкие нарушения: отмечается очаг в пределах лобной доли, без явного перифокального отека и без геморрагического пропитывания;
2. умеренные нарушения: очаг в лобной или в нескольких долях (сочетается с очагом в височной, теменной или островковой долях), сопровождается

перифокальным отеком, в том числе с компрессией переднего рога бокового желудочка. Может быть геморрагическая имбибиция. Латеральная дислокация срединных структур не более 5 мм;

3. выраженные нарушения: распространенный очаг, сопровождающийся значительным отеком и геморрагической имбибицией или тракционной гематомой. Дислокация срединных структур более 5 мм.

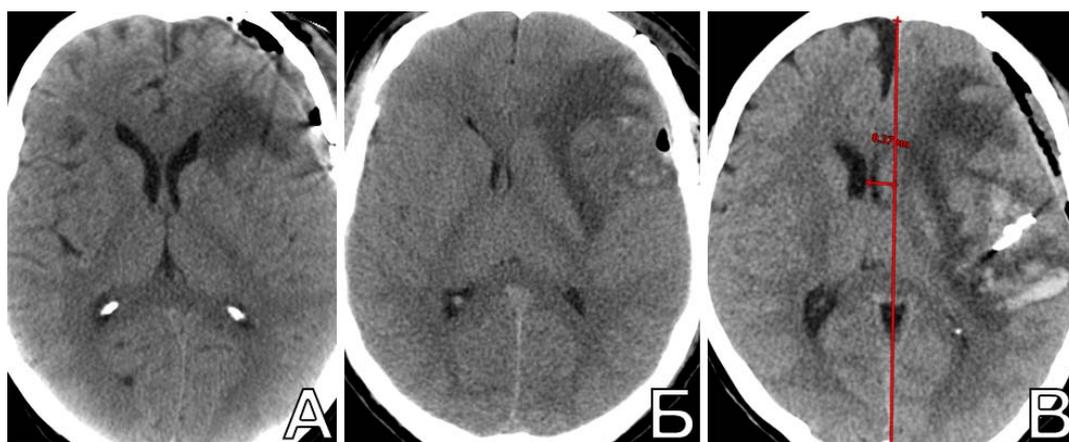


Рисунок 5 - Степени венозных нарушений. А. - легкая; Б. - умеренная; В. - выраженная

Среди 76 пациентов с венозной ишемией у 35 (46,1%) отмечена легкая степень венозного отека лобной доли. Медиана показателей МШР при выписке составляла 0. Учитывая невыраженность клинической картины, всех пациентов с легкой степенью венозных нарушений мы не относили к группе осложнений. У 35 (46,1%) пациентов имели место умеренные венозные нарушения. Медиана показателей МШР при выписки составляла 2. Выраженные венозные нарушения отмечены у 6 (7,9%) пациентов. Медиана показателей МШР при выписки составляла 3.

Н-тест Крускала-Уоллиса показал, что существует значительная разница в зависимой переменной между группами с различными степенями тяжести венозной ишемии и медианой показателей МШР в данных группах ($p < 0,001$), со средними ранговыми баллами 27,81 - для легкой степени, 44,76 - для средней степени и 64,33 - для тяжелой степени.

Дополнительное сравнение с помощью U-теста показало, что существует достоверная разница медианы показателей МШР между легкой и средней степенью ($p=0,0004$), легкой и тяжелой степенью ($p=0,0003$), средней и тяжелой степенью ($p=0,0107$). Таким образом, деление венозной ишемии на группы по степеням тяжести имеет достоверную прогностическую ценность.

Для понимания причин венозной ишемии мы изучили видеоматериалы операций у 111 пациентов. Обращено внимание на те детали, которые не были отражены в текстовом протоколе операции. В первую очередь оценено влияние биполярной коагуляции в ходе препаровки сильвиевой щели.

Оказалось, что вены сильвиевой щели не были повреждены и коагулированы у 28 (25,2%) пациентов. В этой группе венозная ишемия по данным КТ отмечена только у 1 (3,6%) пациента. Коагуляция вен в той или иной степени произведена у 83 пациентов, из них венозная ишемия отмечена у 24 (28,9%). Разница в группах без и с коагуляцией достоверна: $p=0,0039$ (F-тест).

После завершения основного этапа операции, во время гемостаза, могла наблюдаться повышенная кровоточивость мелких вен лобной и (или) височной долей. Мы отметили, что это является признаком локальной венозной гипертензии. Так, значительная кровоточивость корковых вен на этапе гемостаза отмечалась у 47 (56,6%) из 83 пациентов, где ранее по ходу операции проводилась коагуляция вен. Для сравнения, кровоточивость вен на коре отмечалась только у одного (3,6%) из 28 пациентов, где биполярная коагуляция при диссекции сильвиевой щели не использовалась: $p<0,0000$ (F-тест).

Из 48 пациентов с кровоточивостью корковых вен на этапе гемостаза при КТ после операции у 19 (39,6%) отмечены признаки венозной ишемии. Для сравнения, среди 63 пациентов, у которых кровоточивости на этапе гемостаза не было, венозная ишемия отмечена в 7 (11,1%) случаях, $p=0,0004$ (χ^2).

Также мы предположили, что на частоту венозной ишемии могло повлиять количество шпателей, зафиксированных в ретракторах. Среди 111 пациентов фиксированная тракция использована во всех случаях. У 54 пациентов использован один шпатель на лобной доле. При этом венозная ишемия отмечена

у 12 (25,9%) пациентов. У 57 пациентов использованы два шпателя для тракции лобной и височной долей. Среди них венозная ишемия выявлена у 13 (22,8%) пациентов. Достоверная разница не получена: $p=0,9412$ (χ^2).

Размер аневризмы СМА достоверно влиял на количество послеоперационных осложнений. Максимальное значение неврологических ухудшений (50,9%) отмечено при гигантских аневризмах СМА. Медиана размера в группе пациентов без ухудшения составила 15, а в группе пациентов с ухудшением – 19: $p<0,001$ (U-тест).

При ЧТА наибольшее количество осложнений имели мешотчатые аневризмы с тромбами в области шейки (I тип). Общее количество неврологических ухудшений при ЧТА I типа составило 45,9%, что значительно больше сравнительно с ЧТА II типа – 15% ($p=0,0088$, χ^2).

Высокий процент послеоперационных неврологических осложнений имели фузиформные ЧТА (III тип) – 41,3%. При этом разницы по общему количеству неврологических осложнений между ЧТА I и III типов почти нет (41,3% и 45,9% соответственно). Но количество ишемий в бассейнах крупных ветвей при ЧТА I типа (32,4%) достоверно больше сравнительно с ЧТА III типа (13%): $p=0,0276$, χ^2 .

Наибольшее количество неврологических осложнений (44,8%) отмечено при локализации аневризм в области М3-сегмента СМА. Обусловлено это тем, что микрохирургический доступ к этой области наиболее сложен, поскольку связан с необходимостью глубокой препаровки сильвиевой щели. Поэтому большая частота послеоперационных венозных ишемий (27,6%) наблюдалась при этой локализации аневризм.

Самый большой удельный вес (20%) выраженных неврологических ухудшений отмечен при аневризмах М1-сегмента СМА. Под выраженным ухудшением мы понимали появление или усугубление уже имеющейся неврологической симптоматики до «3-5» степеней по МШР (в том числе изменения с «3» на «4», с «3» на «5» или с «4» на «5»). Чаще (17,5%) данные нарушения были связаны с лакунарными инфарктами.

Выявлена достоверная разница в количестве лакунарных инфарктов в группах пациентов с локализацией в М1-сегменте (17,5%) и бифуркации СМА (5,5%): $p=0,0117$ (χ^2).

При анализе случаев ВК при реконструктивном клипировании сложных аневризм СМА выяснено, что существенного отличия в долях ишемических осложнений в зависимости от количества эпизодов временного клипирования не наблюдается. Более значимыми предикторами оказались максимальное время одного эпизода и суммарное время всех эпизодов ВК.

Отмечено, что количество лакунарных инфарктов и ишемий в бассейнах крупных ветвей увеличивается линейно, достигая максимальных значений после 10 минут ВК. У 68% пациентов с эпизодом ВК от 10 минут и более наблюдалось неврологическое ухудшение. На основании χ^2 теста установлено, что достоверной разницы в количестве неврологических ухудшений между группами с ВК «1-3 мин.» и «4-5 мин.» нет ($p=0,7550$). При этом имеются достоверные различия между «4-5 мин.» и «6-9 мин.» ($p=0,0157$), между «6-9 мин.» и «от 10 мин.» ($p=0,0058$).

Медина максимального времени одного эпизода ВК у пациентов с ухудшением составляет 6,5 минут. Разница по отношению к пациентам без ухудшения (медiana – 4,5 минуты), на основании U-теста, достоверна ($p<0,001$).

В когорте пациентов с суммарным ВК соответствующим 11-20 минутам у 32,3% отмечалось ухудшение неврологической симптоматики, что достоверно больше, чем при суммарном ВК в течение 6-10 минут (16,2%): $p=0,0316$ (χ^2). При суммарной продолжительности ВК в интервале 21-47 минут значительно возрастало количество ишемических осложнений. При этом ишемии в бассейнах крупных ветвей выявлены в 26,8%, что достоверно больше сравнительно с временным интервалом 11-20 минут (9,7%): $p=0,0217$ (χ^2).

Медiana суммарного времени ВК у пациентов с ухудшением составляет 15,5 минут, что, на основании U-теста, достоверно меньше ($p<0,001$), сравнительно с пациентами без ухудшения (медiana ВК – 8 минут).

Балльная система оценки неврологических рисков

На основании дооперационных предикторов, показавших наибольшую достоверность при оценке исходов исходя из одномерных и многомерного (бинарная логистическая регрессия) анализов, мы составили шкалу прогнозирования серьезных неврологических осложнений в виде балльной оценки (Таблица 5). К осложнениям мы относили случаи выраженного ухудшения и летальные исходы.

Таблица 5 - Шкала оценки рисков микрохирургического лечения сложных аневризм СМА

Предикторы осложнений при сложных аневризмах СМА		Баллы
1. Размер	Обычный (до 15 мм)	0
	Крупный (15-24 мм)	1
	Гигантский (от 25 мм)	2
2. Локализация	М1 или М3	1
	Бифуркация, М2, М4	0
3. Тромбы в аневризме	I или III типы ЧТА	1
	II тип ЧТА или нет тромбов	0

Мы проанализировали результаты лечения 285 пациентов в нашей группе и выяснили, что удельный вес выраженных неврологических осложнений нарастает пропорционально увеличению количества баллов (Таблица 6).

На основании полученных результатов мы разделили пациентов с аневризмами СМА в исследуемой группе на 3 категории сложности: I – умеренная (0 -1 баллов); II – средняя (2 балла); III – высокая (3-4 балла).

Таблица 6 - Выраженные неврологические ухудшения у пациентов после микрохирургического лечения сложных аневризм СМА на основании шкалы оценки рисков

Баллы	Количество пациентов	Выраженное ухудшение п/о (%)
0	42	4,8%
1	138	9,4%
2	61	18%
3	36	25%
4	8	37,5%

Для оценки изменений в качестве микрохирургического лечения пациентов мы разделили их на 2 равные по периодам группы: с 2009 по 2014 гг. (144 пациента) и с 2016 по 2020 гг. (141 пациент). В таблице 7 представлены клинические характеристики обеих групп пациентов.

Таблица 7 - Сравнение результатов микрохирургического лечения двух групп пациентов, разделенных на временные периоды

Клинические характеристики	Период		p	Тест
	2009-2014 гг	2015-2020 гг		
Количество пациентов	144	141		
Сложность аневризм				
I категория	99 (68,8%)	81 (57,4%)	0,0479	χ^2
II категория	32 (22,2%)	29 (20,6%)	0,8445	χ^2
III категория	13 (9%)	31 (21,9%)	0,0042	χ^2
Виды операций				
Клипирование без тромбэктомии	99 (68,8%)	77 (54,6%)	0,0200	χ^2
Клипирование с тромбэктомией	28 (19,4%)	26 (18,4%)	0,9780	χ^2
Байпас	1 (0,7%)	26 (18,4%)	0,0000	F-тест
Треппинг	7 (4,9%)	10 (7,1%)	0,5857	χ^2
Укрепление	9 (6,3%)	2 (1,4%)	0,0605	F-тест
Ишемические осложнения				
Лакунарный инфаркт	8 (5,6%)	11 (7,8%)	0,6014	χ^2
Ишемия в бассейне крупной ветви	14 (9,7%)	21 (14,9%)	0,2504	χ^2
Венозная ишемия	17 (11,8%)	24 (17%)	0,2777	χ^2
Неврологические осложнения				
Без ухудшения	109 (75,7%)	94 (66,7%)	0,1206	χ^2
Умеренное ухудшение	18 (12,5%)	26 (18,4%)	0,2211	χ^2
Выраженное ухудшение	16 (11,1%)	20 (14,2%)	0,5468	χ^2
Смерть	1 (0,7%)	1 (0,7%)	1,0000	F-тест

При данном сравнении было выявлено, что за последние 6 лет почти в 2,5 раза увеличилось количество операций при аневризмах III категории ($p=0,0042$), и меньше стали проводиться операции I категории сложности ($p=0,0479$).

Также отмечено, что во втором периоде достоверно больше проводилось реваскуляризирующих микрохирургических операций ($p<0,0001$). При этом

обозначились тенденции меньшего количества паллиативных операций, которые ограничивались только укреплением стенок.

Отдаленные клинические результаты и радикальность операций

Отдаленные результаты лечения в исследуемой группе удалось изучить в 91,2% случаев. У 82,6% выписавшихся пациентов наблюдались хорошие неврологические исходы (МШР 0-2).

При среднем сроке катамнеза около 5 лет скончалось 6,6% выписавшихся пациентов. У 3,1% пациентов причиной летального исхода стали сложные аневризмы СМА и их последствия. У 1,9% пациентов летальный исход был связан с кровоизлияниями из остаточных аневризм СМА.

Всего остаточные и новые аневризмы выявлены в 9,6% случаев. У 2,5% пациентов резидуальные аневризмы проявились кровоизлиянием.

Важным прогностическим параметром является ежегодный риск кровоизлияния. Он рассчитывается на основании данных о количестве кровоизлияний в группе, умноженных на 100 и поделенных на суммарное количество лет наблюдения пациентов этой группы (Koroknay-Pál P. и соавт., 2013). Ежегодный риск кровоизлияния у оперированных пациентов в нашей серии составил 0,45% (в течение суммарных 1331 лет наблюдения 258 пациентов выявлено шесть интракраниальных аневризматических кровоизлияний).

Эндоваскулярные операции при сложных аневризмах СМА

За исследуемый период в нашем центре эндоваскулярные операции при аневризмах СМА, в том числе сложных, не были приоритетными. Поэтому этих пациентов мы изучали отдельно от основной исследуемой группы.

Всего было 13 пациентов. Из них 8 – с первичными эндоваскулярными операциями, где исходно было решено, что аневризму будут лечить именно этим способом. Четыре пациента были пролечены эндоваскулярным способом после нерадикальных микрохирургических операций (ранее эти пациенты вошли в основную исследуемую группу). И одна пациентка исходно была запланирована

на комбинированную операцию с применением микрохирургической и эндоваскулярной методик.

Обращает на себя внимание хронологическое распределение видов эндоваскулярных вмешательств. С 2011 по 2016 гг. (5 наблюдений) проводились только деконструктивные эндоваскулярные операции, где аневризмы СМА окклюзировались спиралями вместе с несущей артерией. Несмотря на ишемические и неврологические проблемы у ряда пациентов, все они полностью восстановились в отдаленном периоде.

С 2014 г. по 2020 гг у пациентов в основном проводились реконструктивные стентирующие операции. Все пациенты перенесли такие операции без неврологических и ишемических осложнений. У большинства пациентов результат достигнут уже через 6 месяцев после операции: аневризмы полностью тромбировались, и контрастирование ветвей, кровоснабжаемых через ячеей стента, сохранилось.

К сожалению, по ряду клинических и технических особенностей, данные операции не могут быть применены в большинстве случаев при лечении сложных аневризм СМА. Но в тех случаях, где это возможно, стентирующая операция должна быть безусловной альтернативой сложной микрохирургической операции, имеющей у ряда пациентов высокие риски.

Опыт комбинированного вмешательства, где проксимальная окклюзия проведена после предварительной реваскуляризации, оказался успешным. Важный момент – эндоваскулярную деконструктивную операцию необходимо проводить в тот же день, чтобы не допустить тромбирования анастомозов на фоне гемодинамического конфликта в условиях сохраняющегося антероградного кровотока. Идеальным вариантом является проведения данной операции в условиях гибридной операционной, поэтому развитие данного технологического направления является крайне актуальным.

ВЫВОДЫ

1. Пациенты с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА имеют следующие клинические типы течения: САК – 51,6%, церебральная ишемия – 8,1%, масс-эффект – 2,8%. В 21,1% отмечается цефалгия, не связанная с тремя вышеперечисленными типами заболевания. В 16,5% случаев явных клинических проявлений не отмечается.

2. Основным методом диагностики сложных аневризм СМА является компьютерная томографическая ангиография головного мозга. Среди наших пациентов данное исследование проведено в 67%. В 2017-2020 гг отмечено увеличение количества предоперационных КТА исследований до 82,4%.

3. В большинстве случаев пациентам с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА для предотвращения осложнений естественного течения заболевания показана операция. Микрохирургическое вмешательство являлось методом выбора в 97,2% случаев.

4. При сложных нетромбированных аневризмах СМА основным видом микрохирургической операции было реконструктивное клипирование, которое проведено у 91,4% пациентов. Чаще (62,2%) использовалось простое одиночное или множественное клипирование. Сложное клипирование выполнено в 32,2% случаев.

Применявшиеся виды сложного клипирования: тандемное (48,8%), перекрестное (29,3%), с туннелированием несущей артерии (14,6%), с туннелированием прилежащей ветви (7,3%).

5. Основным интраоперационным осложнением реконструктивного клипирования сложных нетромбированных аневризм СМА являлся разрыв аневризмы, который встречался в 14,2% случаев.

Превентивное временное клипирование – эффективный метод релаксации стенок сложных нетромбированных аневризм СМА, позволяющий снизить вероятность интраоперационного разрыва.

Безопасное время одного эпизода временного клипирования в бассейне СМА составляет 5-6 мин, суммарное время всех эпизодов – 9 -15 мин.

6. При частично тромбированных аневризмах СМА реконструктивное клипирование проводилось в большинстве (66,1%) случаев. Другими видами микрохирургических вмешательств были операции с байпасами (16,9%) и треппинг без байпасов (13,7%). Нерадикальные операции (укрепление стенок) проведены в 3,2% наблюдений.

7. Интраоперационный тромбоз ветвей СМА – основное осложнение, встречающееся при микрохирургических операциях по поводу частично тромбированных аневризм СМА в 15% случаев.

Пункционный интраартериальный фибринолиз – эффективный экстренный метод восстановления кровотока при остром тромбозе ветви СМА.

8. Реваскуляризирующие операции у пациентов со сложными аневризмами СМА проведены в 12,6%.

Показанием для выполнения реваскуляризирующих операций являются случаи с высокими рисками окклюзии несущей артерии на уровне М1 - М3 сегментов СМА при реконструктивном клипировании, а также случаи, где клипирование несет высокие риски формирования резидуальных аневризм.

9. У большинства больных (88,9%) микрохирургические операции при сложных аневризмах СМА в остром периоде САК проходят в условиях отека, проявляющегося напряжением мозгового вещества. В послеоперационном периоде эти пациенты имеют высокий риск внутричерепной гипертензии.

10. У 285 пациентов со сложными аневризмами СМА после микрохирургических операций различные осложнения выявлены в 36,1% случаев. Среди них: ишемии в бассейнах крупных ветвей СМА (12,3%), лакунарные инфаркты (6,7%) и венозные ишемии (14,4%).

11. После микрохирургических операций по поводу сложных аневризм СМА у большинства (82,6%) выписавшихся пациентов в отдаленном периоде наблюдаются хорошие неврологические исходы.

Остаточные и новые аневризмы после микрохирургического лечения

выявлены в 9,6% случаев. У 2,5% выписавшихся пациентов резидуальные аневризмы проявились кровоизлиянием. Ежегодный риск кровоизлияния у оперированных пациентов составляет 0,45% в год.

12. У пациентов с крупными, гигантскими, фузиформными и частично тромбированными аневризмами СМА эндоваскулярные вмешательства были методом выбора в 2,7% случаев. Стентирующие операции являются приоритетными при эндоваскулярном лечении сложных аневризм СМА.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С помощью программной обработки снимков возможно визуализировать сложную аневризму СМА, сегментировав ее из разных серий или исследований. Это позволяет улучшить качество изображения, определить мягкие ткани, костные и сосудистые структуры в проекции аневризмы, что важно для планирования хирургического доступа и основного этапа операции.

2. Для выбора места препаровки сильвиевой щели при подходах к периферическим аневризмам СМА показаны применение нейронавигационной системы или использование индивидуальных краниометрических линеек, изготовленных на основании данных компьютерной и магнитно-резонансной томографии и распечатанных из пластика на 3D-принтере.

3. В ряде случаев крупных и гигантских аневризм СМА без тромбов, где превентивное временное клипирование недостаточно эффективно, для уменьшения напряжения стенок аневризмы перед клипированием возможно проведение временного треппинга, пункции или вскрытия просвета аневризмы или проведение операции с использованием методики внутрисосудистой аспирации крови.

4. Техника наложения изолирующего клипса и временной аневризморафии является одним из эффективных методов освобождения плотно припаянной к стенке нетромбированной аневризмы ветви СМА.

5. Эффективное реконструктивное клипирование возможно только при

мешотчатой конфигурации частично тромбированных аневризм. В случаях распространения тромбов на область шейки перед клипированием всегда нужно проводить тромбэктомию.

6. Снижение риска тромбоза ветвей СМА и церебральной ишемии после тромбэктомии из полости частично тромбированной аневризмы возможно за счет уменьшения продолжительности временного треппинга, проведения операции в условиях только проксимального временного клипирования, использования техники тромбэктомии без временного клипирования или осуществление операции в условиях превентивного ЭИКМА.

7. Проведение тромбэктомии без временного клипирования до того момента, пока не начнется кровотечение, показано при крупных и гигантских мешотчатых аневризмах СМА, где полость аневризмы тромбирована на 80-90% от общего объема и кровоснабжается только шейка.

8. При интраоперационном тромбозе ветви СМА следует применить методику пункционного интраартериального фибринолиза и, при ее неэффективности, провести экстренную реваскуляризацию дистальных отделов тромбированной ветви за счет поверхностной височной артерии или прилежащих артерий СМА.

9. Всем взрослым пациентам, которым проводятся реваскуляризирующие операции по поводу сложных аневризм СМА, следует назначать антиагрегантную терапию как в раннем, так и отдалённом (на 6 месяцев) послеоперационных периодах. У детей антиагреганты не назначаются, либо, при частично тромбированных аневризмах, даются в уменьшенной дозе на 3 месяца.

10. При деконструкции М1 сегмента СМА показано высокопоточное шунтирование. При более дистальных аневризмах возможна реваскуляризация за счет анастомозов с ветвями поверхностной височной артерии или местных байпасов. В области развилки СМА каждая М2 ветвь должна быть реваскуляризирована отдельной артерией.

11. У больного со сложной аневризмой СМА в остром периоде САК, если планируется длительная операция с многократными эпизодами временного

клипирования, показания к первичной декомпрессивной трепанации черепа должны быть расширены.

12. При вынужденной или непреднамеренной коагуляции крупной вены сильвиевой щели следует провести очень тщательный гемостаз в области коры лобной и височной долей. При появлении кровоточивости и локального напряжения коры с помощью ультразвукового сканера или путем ограниченной энцефалотомии следует убедиться в отсутствии внутримозговой гематомы, вероятность которой увеличивается при венозной ишемии.

13. Пациентам со сложными аневризмами СМА, которым на операции установлены титановые клипсы, в качестве контрольного ангиографического исследования достаточна компьютерная томографическая ангиография.

16. Пациентам, которым сложные аневризмы СМА выключаются с помощью кобальтовых клипс, особенно при множественном клипировании и при использовании фенестрированных клипс, при выписке следует давать настойчивую рекомендацию о проведении контрольной прямой церебральной ангиографии.

17. При исходно полном микрохирургическом выключении сложной мешотчатой аневризмы СМА, а также полном выключении фузиформной аневризмы СМА как вместе с несущей артерией, так и с ее сохранением, первое контрольное ангиографическое исследование показано через 2-3 года.

18. При субтотальном клипировании сложной мешотчатой аневризмы СМА, где остаются небольшие части шейки, контрольное ангиографическое исследование рекомендуется через 1 год после операции.

19. При частичном клипировании сложных мешотчатых и фузиформных аневризм СМА первое контрольное ангиографическое исследование показано через 3-6 мес после операции.

20. У пациентов с исходно нерадикальными степенями выключения аневризм с учетом высокого риска их увеличения и разрыва сроки контрольного ангиографического исследования устанавливаются индивидуально в каждом конкретном случае.

21. В некоторых случаях после нерадикальных микрохирургических выключений сложных аневризм СМА следует рассмотреть возможность проведения эндоваскулярной стентирующей операции.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Пилипенко Ю. В.**, Элиава Ш. Ш., Абрамян А. А. Тромбэктомия без временного клипирования при гигантских частично тромбированных мешотчатых аневризмах // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко. — 2022. — Т. 86, № 3: с. 17–22.
2. Коновалов, А. Н., **Пилипенко, Ю. В.**, Царукаев, Б. А., Баранич, А. И., Ошоров, А. В., Элиава, Ш. Ш. Внутрисосудистая гипотермия при церебральной ишемии после микрохирургического клипирования сложных аневризм средней мозговой артерии // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко, - 2022, - Т. 86, № 2: с. 36 – 44.
3. Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б., **Пилипенко Ю.В.**, Коновалов Ан Н., Микеладзе К.Г., Гребенев Ф.В., Хейреддин А.С. Неразорвавшиеся бессимптомные аневризмы головного мозга: современные подходы к выбору хирургического метода и результаты лечения пациентов // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2021ю - Т 86, № 6: с. 6-13.
4. **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. – Т. 84, № 6: с. 76-85.
4. Окишев Д.Н., Подопригора А.Е., Белоусова О.Б., **Пилипенко Ю.В.**, Шехтман О.Д., Ласунин Н.В., Беляев А.Ю., Пошатаев В.К., Кутин М.А., Коновалов Ан Н., Спиру А., Окишева Е.А., Элиава Ш.Ш. Индивидуальное предоперационное 3D-моделирование сосудистой патологии головного мозга // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2019. – Т. 83, № 4: с. 34-44.
5. **Пилипенко Ю.В.**, Коновалов Ан Н., Элиава Ш.Ш., Бочаров А.В., Окишев Д.Н. Успешное комбинированное лечение гигантской двухкамерной фузиформной частично тромбированной аневризмы у пациента 12 лет (случай из практики и обзор литературы) // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2019. –Т. 83, № 5: с. 67-77.

6. Элиава Ш.Ш., Белоусова О.Б., **Пилипенко Ю.В.**, Хейреддин А.С., Окишев Д.Н., Шехтман О.Д., Микеладзе К.Г., Коновалов Ан Н., Абрамян А.А., Варюхина М.Д., Курдюмова Н.В., Табасаранский Т.Ф., Баранич А.И. Хирургическое лечение больных с аневризмами головного мозга в острой стадии разрыва: динамика результатов за 2006 – 2018 годы // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2019. – Т.83,№5: с. 5-13.
7. Сычѐв А.А., **Пилипенко Ю.В.**, Бирг Т.М., Савин И.А., Табасаранский Т.Ф., Соколова Е.Ю., Курдюмова Н.В., Савченко Я.В., Баранич А.И., Коновалов Ан Н. Благоприятный исход хирургического лечения и интенсивной терапии у ребенка, поступившего в тяжелом состоянии на фоне аневризматического субарахноидального кровоизлияния (клиническое наблюдение и обзор литературы) // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2018. – Т. 82, № 3: с. 66-72.
8. Баранич А.И., Савин И.А., Табасаранский Т.Ф., Полупан А.А., Сычев А.А., **Пилипенко Ю.В.**, Курдюмова Н.В., Микеладзе К.Г., Элиава Ш.Ш. Нарушения системы гемостаза у пациентов с аневризматическим субарахноидальным кровоизлиянием // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2018. – Т. 82, № 4: с. 109-116.
9. **Пилипенко Ю.В.**, Коновалов Ан Н., Элиава Ш.Ш., Белоусова О.Б., Окишев Д.Н., Сазонов И.А., Табасаранский Т.Ф. Определение оправданности и эффективности декомпрессивной трепанации черепа у больных с субарахноидальным кровоизлиянием после микрохирургического выключения аневризм // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2018. – Т. 82, № 1: с. 59-71.
10. Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б., Шехтман О.Д., **Пилипенко Ю.В.**, Хейреддин А.С., Коновалов Ан Н., Арустамян С.Р., Бочаров А.В., Табасаранский Т.Ф., Курдюмова Н.В. Принципы выбора метода хирургического лечения больных с бессимптомными аневризмами и аневризмами головного мозга в холодном периоде после спонтанных внутрочерепных кровоизлияний // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2018. – Т. 82, № 4: с. 8-14
11. Шехтман О.Д., Элиава Ш.Ш., Коновалов Ан Н., **Пилипенко Ю.В.** Планирование хирургического лечения больших и гигантских аневризм на основании их топографо-анатомических вариантов // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко - 2017, № 4: с. 17-25.

12. **Пилипенко Ю.В.**, Элиава Ш.Ш., Кисарьев С.А. Успешное треппинг-клипирование фузиформной аневризмы проксимальных отделов правой задней нижней мозжечковой артерии после создания анастомоза между задними нижними мозжечковыми артериями // *Нейрохирургия* – 2017. - № 2: с. 42-49.
13. **Пилипенко Ю. В.**, Шехтман О.Д., Элиава Ш. Ш., Дубовой А.В., Серова Н.К., Кучина О.Б., Коновалов А.Н. Улучшение зрительных функций после успешного микрохирургического выключения гигантской аневризмы правой внутренней сонной артерии с применением реваскуляризирующих методик // *Вопросы нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко.* – 2016. - Т. 80, №5: с. 98-104.
14. Элиава Ш.Ш., Лихтерман Л.Б., Тиссен Т.П., Яковлев С.Б., Усачев Д.Ю., Шехтман О.Д., **Пилипенко Ю.В.**, Коновалов Ан.Н. История хирургии сосудистой патологии головного и спинного мозга в Институте нейрохирургии им акад. Н.Н. Бурденко (к 50-летию основания первого нейрососудистого отделения)// *Вопросы нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко.* – 2016. – Т. 80, №5: с. 5-14.
15. Элиава Ш. Ш., Яковлев С. Б., Белоусова О. Б., **Пилипенко Ю. В.**, Хейреддин А. С., Шехтман О. Д., Окишев Д. Н., Коновалов А. Н., Микеладзе К. Г., Арустамян С. Р., Бочаров А. В., Бухарин Е. Ю., Курдюмова Н. В., Табасаранский Т. Ф. Принципы выбора метода хирургического лечения больных в остром периоде разрыва церебральных аневризм// *Вопросы нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко.* – 2016. – Т. 80, №5: с. 15-22.
16. Элиава Ш.Ш., **Пилипенко Ю.В.**, Шехтман О.Д., Лукшин В.А., Коновалов Ан.Н. Интраоперационный артериальный тромбоз в хирургии больших и гигантских частично тромбированных аневризм средних мозговых артерий // *Нейрохирургия* – 2015. - № 2: с. 24 – 33.
17. Элиава Ш. Ш., Шехтман О. Д., **Пилипенко Ю. В.**, Окишев Д. Н., Хейреддин А. С., Кисарьев С.А., Кафтанов А. Н. Интраоперационная флуоресцентная ангиография с индоцианином в хирургии аневризм головного мозга. Первый опыт применения и обзор литературы // *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко* - 2015. – Т. 79, № 1: с. 33-41.
18. Царикаев А.В., **Пилипенко Ю. В.**, Мышкин О.А., Реутов А.А., Денисенко Е.И. Микрохирургическое лечение аневризм артериального круга головного мозга // *Кремлевская Медицина. Клинический вестник* – 2015. - №3: с. 25-29.
19. Коновалов А.Н., Филатов Ю.М., Тиссен Т.П., Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б.,

Пронин И.Н., Усачев Д.Ю., Голанов А.В., Лукшин В.А., Арустамян С.Р., Хейреддин А., Шехтман О.Д., Сазонов И.А., Маряшев С.А., Белоусова О.Б., Коршунов А.Е., **Пилипенко Ю.В.**, Шмигельский А.В. Хирургическое лечение сосудистых заболеваний головного мозга // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. - 2015. - Т. 115, № 7: с. 4-21.

20. **Пилипенко Ю.В.**, Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б., Белоусова О.Б., Буклина С.Б., Арустамян С.Р., Микеладзе К.Г., Бондаренко А.А., Быканов А.Е. Анализ осложнений хирургического лечения аневризм головного мозга у больных, оперированных в отдаленном постгеморрагическом периоде // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. - 2014. - Т. 78, № 2: с. 32-39.

21. Филатов Ю. М., Хейреддин А. С., Шишкина Л. В., Сазонов И. А., Окишев Д. Н., **Пилипенко Ю. В.** Гигантская фузиформная, частично тромбированная аневризма фенестрированной средней мозговой артерии // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. – 2009. - №4: с. 47 – 50.

22. **Пилипенко Ю.В.**, Элиава Ш.Ш., Абрамян А. А., Коновалов Ан. Н., Гребенев Ф. В., Арустамян С. Р. Хирургическое лечение гигантских аневризм средних мозговых артерий // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова, 2021, том 13, с. 178

23. **Пилипенко Ю. В.**, Элиава Ш. Ш., Яковлев С. Б., Белоусова О. Б., Микеладзе К. Г., Буклина С. Б., Бондаренко А. А. Анализ осложнений хирургического лечения аневризм головного мозга // Российский нейрохирургический журнал им. Проф. А. Л. Поленова. – 2013. - Т. V, спец. выпуск: с. 148-149

24. Цейтлин А.М., Израелян Л.А., Салова Е.М., **Пилипенко Ю.В.**, Лубнин А.Ю. Устранение сугаммадексом глубокой остаточной нервно-мышечной блокады после применения пипекурония бромида у больной с разрывом аневризмы СМА // Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина – 2012.- №1: с. 81-83

25. Шехтман О.Д., Элиава Ш.Ш., Шахнович А.Р., **Пилипенко Ю.В.** Роль интраоперационной флоуметрии в хирургии сложных аневризм сосудов головного мозга / Сборник тезисов X—й Всероссийской конференции Поленовские чтения, Санкт-Петербург, 2011.

26. Шитов А. М., Сазонов И. А., Белоусова О. Б., Элиава Ш. Ш., Хейреддин А. С., Шехтман О. Д., **Пилипенко Ю. В.** Особенности и результаты лечения 50 больных с периферическими аневризмами головного мозга / Материалы форума «Сосудистая нейрохирургия», Екатеринбург, 2011: с. 71.

27. Шехтман О. Д., Элиава Ш. Ш., Шахнович А. Р., **Пилипенко Ю. В.** Роль интраоперационной флоуметрии в хирургии больших и гигантских аневризм сосудов головного мозга /Материалы форума «Сосудистая нейрохирургия», Екатеринбург, 2011: с. 70-71.
28. **Пилипенко Ю. В.**, Элиава Ш. Ш., Белоусова О. Б., Филатов Ю. М., Хейреддин А. С., Шехтман О. Д., Сазонов И. А. Результаты микрохирургического лечения больных с артериальными аневризмами головного мозга в холодном периоде кровоизлияния / Сборник тезисов IX—й Всероссийской конференции Поленовские чтения, Санкт-Петербург, 2010.
29. Элиава Ш. Ш., Шехтман О. Д., Табасаранский Т. Ф., Окишев Д. Н., Пронин И. Н., **Пилипенко Ю. В.**, Микеладзе К. Г., Курдюмова Н. В., Коновалов А. Н., Варюхина М. Д., Абрамян А. А., Яковлев С. Б. Хирургическое лечение аневризм головного мозга в остром периоде кровоизлияния — М.: ИП Т. А. Алексеева, 2019. – 232 с.
30. Элиава Ш. Ш., Яковлев С. Б., Пронин И. Н., Абрамян А. А., Варюхина М. Д., Гребенев Ф. В., Кафтанов А. Н., Коновалов А. Н., Курдюмова Н. В., Микеладзе К. Г., Окишев Д. Н., **Пилипенко Ю. В.**, Табасаранский Т. Т., Хейреддин А. С., Шехтман О. Д. Превентивное хирургическое лечение аневризм головного мозга – М.: Наука, 2021, 312 с.
31. Khe A.K., Chupakhin A.P., Cherevko A.A., Eliava S.S., **Pilipenko Y.V.** Viscous dissipation energy as a risk factor in multiple cerebral aneurysms // Russian journal of numerical analysis and mathematical modelling - 2015. - Vol. 30, № 5: P. 277-287.
32. **Pilipenko Y.**, Konovalov A., Poluektov Y., Eliava S. Intracranial injection of fibrinolytic agent in a patient with iatrogenic artery thrombosis following clipping of the middle cerebral artery aneurysm // Neurosurgery - Cases and Reviews – 2022. –vol.5, № 2: p. 1–5.
33. Okishev D., Abramyan A., Konovalov A., **Pilipenko Y.**, Okisheva E., Eliava S., Usachev D. Brain structure segmentation and 3d printed individual craniometric rulers for cortex brain lesions // Annals of 3D Printed Medicine – 2022.- vol. 8 - 100079.
34. Gadzhiagaev V. S., Shekhtman O. D., Konovalov A. N., Eliava S. S., **Pilipenko Y. V.**, Okishev D. N., Strunina Y. V. Surgical treatment of large and giant aca aneurysms in endovascular era: analysis of large clinical series // World Neurosurgery – 2022. – vol. 165: p. 298–310.
35. **Pilipenko Y.**, Eliava Sh., Abramyan A., Grebenev F., Birg T., Kheireddin A.,

- Shekhtman O., Arustamyan S. Giant Middle Cerebral Artery Aneurysms: A 55-Patient Series // World Neurosurgery – 2021. – vol. 155: p. e727-e737.
36. **Pilipenko Y.**, Abramyan A. Temporal Aneurysmorrhaphy Technique for the Management of Complex Middle Cerebral Artery Aneurysm: A Video Case // World Neurosurgery – 2021. – vol. 148: p. 196-197.
37. **Pilipenko Y.**, Eliava S., Okishev D., Okisheva E., Spyrou A. Vertebral artery and posterior inferior cerebellar artery aneurysms: Results of microsurgical treatment of 80 patients // Surgical neurology international – 2019. – vol. 227, № 10: p. 1 – 11.
38. Shekhtman O., Schitov A., Sazonov I., Belousova O., Eliava Sh., **Pilipenko Y.**, Okishev D. Surgical Treatment of 139 Consecutive Patients with Distal Intracranial Aneurysms // Abstracts of 15th World Congress of Neurosurgery, 2013, Seoul, Korea - FA093329.
39. Eliava S., Dmitriev A., Shekhtman O., Yakovlev S., Kheyreddin A., **Pilipenko Y.** Treatment of brain arteriovenous malformations with hemodynamic aneurysms: a series of 131 consecutive cases // World Neurosurgery. - 2018. – vol. 110: p. 917-927.
40. Eliava S, **Pilipenko Y.**, Shekhtman O, Konovalov A. Reversal of intraoperative arterial thrombosis with a fibrinolytic agent when treating large and giant partially thrombosed aneurysms of the middle cerebral artery// J Neurosurg. -2016. - vol. 124: p. 1114–1122.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВК – временное клипирование
- КТ – компьютерная томография
- КТА – компьютерная томографическая ангиография
- МШР – модифицированная шкала Ренкина
- ПВА – поверхностная височная артерия
- САК – субарахноидальное кровоизлияние
- СМА – средняя мозговая артерия
- ТНА – туннелирование несущей артерии
- ТПА – туннелирование прилегающей артерии
- ЧТА – частично тромбированная аневризма
- ЭИКМА – экстраинтракраниальный микроанастомоз