

КОЛОМИН  
ЕГОР ГЕННАДЬЕВИЧ

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНДОВАСКУЛЯРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С  
ДИСТАЛЬНЫМИ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМИ АНЕВРИЗМАМИ

3.1.10. Нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург  
2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор РАН  
Самочерных Константин Александрович

Официальные оппоненты: Яковлев Сергей Борисович  
доктор медицинских наук, профессор, заведующий  
4 нейрохирургическим отделением ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Савелло Александр Викторович  
доктор медицинских наук, профессор, заместитель  
начальника кафедры нейрохирургии ФГБВОУ ВО  
«Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»  
Минобороны России

Ведущая организация: ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия  
непрерывного профессионального образования»  
Минздрава России

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г. в \_\_\_ час на заседании  
диссертационного совета 21.1.028.03 при ФГБУ «Национальный медицинский  
исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России (191014, г. Санкт-  
Петербург, ул. Маяковского, 12)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Российского  
научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л.  
Поленова и на сайте <http://www.almazovcentre.ru/>

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор медицинских наук, профессор Иванова Наталия Евгеньевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Церебральные аневризмы представляют собой локальное выпячивание стенки артерии и являются самой частой причиной нетравматического субарахноидального кровоизлияния (САК) с частотой разрыва составляющей 10 – 15 случаев на 100 000 населения в год (Скворцова В.И. и др., 2018; Крылов В. В. и др., 2024; Vivancos et al., 2016). Наиболее часто церебральные аневризмы формируются в проксимальных отделах артерий головного мозга (так называемые “проксимальные” аневризмы). Более редко встречаются “дистальные” аневризмы — аневризмы, располагающиеся в дистальных отделах артерий каротидного и вертебробазилярного бассейнов (Крылов В. В. др., 2018; Григорьев И. В. и др., 2019; Лукьянчиков В. И. др., 2021; Сенько И. В. и др., 2022 Rodríguez-Hernández А.и др., 2013; Boisseau W. 2025).

Дистальные церебральные аневризмы являются достаточно редкой патологией с частотой встречаемости 1 - 9% от всех церебральных аневризм (Günkan A. et al., 2025; Сенько И. В. и др., 2022). Наиболее часто встречающимися дистальными аневризмами являются аневризмы перикаллезной артерии, а также дистальные аневризмы средней мозговой, задней мозговой и задней нижней мозжечковой артерий (Григорьев И. В. и др., 2019; Сенько И. В. и др., 2022 Khanafer A. et al., 2024).

Причины формирования дистальных аневризм отличаются от аневризм других локализаций: наряду с гемодинамическими факторами, важную роль играют черепно-мозговая травма, инфекционный процесс, онкологические заболевания головного мозга, сосудистые дисплазии, расположение на питающих сосудах мальформации (Бабичев К.Н. и др., 2023; Мартынов Р.С. и др., 2023; Hoh V. et al., 2023; Boisseau W. 2025). Среди дистальных аневризм чаще, чем среди аневризм другой локализации, встречаются аневризмы с фузиформным строением, частично тромбированные, а также достигающие больших и гигантских размеров (Сенько И. В. др., 2022). Отличительной особенностью всех дистальных аневризм

является их чрезвычайно высокая склонность к разрыву (Feng J. et al., 2024). В более чем половине случаев разрыв аневризм дистальной локализации сопровождается формированием внутримозговых гематом (ВМГ) и представляет не меньшую опасность, чем разрыв проксимальных аневризм (Zhou Z. et al., 2023).

Все это свидетельствует о значимых отличиях дистальных аневризм от проксимальных как по этиологии, морфометрическим характеристикам, так и по клиническому течению. На сегодняшний день нет единых подходов к лечению этих аневризм, а большинство публикаций представлено единичными клиническими случаями или небольшими отчетами о разных способах хирургического лечения. С развитием эндоваскулярного инструментария и технологий, внедрением в практику низкопрофильных стентов появились новые возможности лечения дистальных аневризм со смещением акцентов от деконструкции несущего сосуда к реконструкции пораженного сегмента артерии менее инвазивным способом, чем при открытом микрохирургическом вмешательстве. Поэтому оценка эффективности методов оперативного лечения, повышение радикальности и безопасности оперативного вмешательства, разработка эффективного алгоритма лечения являются крайне актуальными на современном этапе, что явилось основанием к выбору темы диссертационного исследования.

#### Степень разработанности темы исследования

В настоящее время не существует единого подхода к лечению дистальных церебральных аневризм различной локализации (Элиава Ш. Ш. и др., 2018; Сенько И. В. и др., 2022; Günkən A. et al., 2025). Совершенствование методов диагностики, таких как КТ-АГ (компьютерная томографическая ангиография), МР-АГ (магнитно-резонансная ангиография), привело к повышению выявляемости таких аневризм, в том числе, в догеморрагическом периоде (Нох В. et al., 2023). Увеличение доли плановых оперативных вмешательств привело к разработке не только микрохирургических подходов, но и малоинвазивных эндоваскулярных подходов при лечении церебральных аневризм различной локализации и строения. Эволюция внутрисосудистого инструментария, появление новых

низкопрофильных стентов, предназначенных именно для артерий малого диаметра, улучшение визуализации и управляемости микроинструмента открыли новые возможности эндоваскулярного лечения пациентов с дистальными церебральными аневризмами, в том числе, с сохранением несущего аневризму сосуда. Тем не менее вопрос эффективности и безопасности различных эндоваскулярных методов в лечении дистальных церебральных аневризм остается недостаточно изученным (Cagnazzo F. et al., 2019; Capirossi C. et al., 2023; Günkân A. et al., 2025).

### Цель исследования

Улучшение результатов эндоваскулярного лечения пациентов с дистальными церебральными аневризмами.

### Задачи исследования:

1. Изучить анатомо-топографические и морфометрические особенности дистальных аневризм различной локализации, их влияние на клиническое течение.
2. Оценить влияние анатомо-топографических и морфометрических характеристик дистальных церебральных аневризм на выбор метода эндоваскулярного вмешательства
3. Сравнить ближайшие и отдаленные клинические и ангиографические результаты применения различных методов эндоваскулярного лечения дистальных церебральных аневризм
4. Оценить структуру и частоту осложнения после применения различных методов эндоваскулярного лечения дистальных церебральных аневризм
5. На основании полученных данных сформировать и внедрить алгоритм персонализированного подхода к лечению пациентов с дистальными церебральными аневризмами

### Научная новизна

Проведенный на большом клиническом материале анализ зависимости анатомо-топографических и морфометрических характеристик дистальных аневризм от их локализации показал существенные различия: аневризмы ПМА были наиболее похожи на проксимальные гемодинамические аневризмы, однако в 74% включали корковые ветви в шейку и тело аневризмы ( $p=0,004$ ); аневризмы

СМА были фузиформными ( $p=0,005$ ) и небифуркационными ( $p<0,001$ ); аневризмы ЗМА крупными ( $p=0,027$ ), фузиформными ( $p=0,005$ ) с тромбированной частью в 33,3% наблюдений; аневризмы мозжечковых артерий во всех случаях были небифуркационными ( $p<0,001$ ) и мешотчатыми в 83% наблюдений ( $p=0,005$ ).

Произведен детальный анализ результатов лечения дистальных церебральных аневризм различными методами эндоваскулярного лечения. На основании полученных данных доказана высокая эффективность реконструктивных методов лечения для дистальных церебральных аневризм различной локализации. В то же время деконструктивные эндоваскулярные методы лечения были ассоциированы с более высокими рисками развития осложнений ( $p=0,013$ ).

#### Теоретическое и практическое значение работы

Показано, что эндоваскулярные методы, в том числе с реконструкцией несущей аневризму артерии, являются эффективными при лечении пациентов с дистальными церебральными аневризмами. Подтверждено, что дистальные церебральные аневризмы различных локализаций имеют анатомо-топографические и морфометрические особенности, влияющие на тип их течения и влияющие на выбор оптимальной тактики эндоваскулярного лечения ( $p=0,001$ ). Доказано, что стентирование несущей аневризму артерии статистически достоверно повышает радикальность и стабильность окклюзии дистальных церебральных аневризм в отдаленном периоде после операции и не повышает риски интра- и послеоперационных осложнений ( $p<0,001$ ).

Разработан и предложен алгоритм персонализированного подхода к эндоваскулярному лечению пациентов с дистальными церебральными аневризмами, применение которого позволяет оптимизировать тактику, снизить частоту послеоперационных осложнений ( $p=0,013$ ), повысить радикальность и эффективность лечения и тем самым улучшить как ближайшие, так и отдаленные результаты лечения данной группы пациентов ( $p=0,009$ ).

### Методология и методы исследования

Нами проведено ретро-проспективное исследование результатов эндоваскулярного лечения 79 пациентов с 81 дистальной церебральной аневризмой, оперированных в РНХИ им. Проф. А. Л. Поленова с 2015 по 2023 гг. Методология исследования базируется на теоретических и практических сведениях отечественной и зарубежной нейрохирургии, неврологии и нейрорентгенологии. Всем пациентам проведены клиничко-неврологическое, нейровизуализационные, лучевые и лабораторные методы исследования. Объектами исследования являлись пациенты с дистальными церебральными аневризмами различной локализации, оперированные с использованием различных методов эндоваскулярного лечения. Предметом исследования являлись ближайшие и отдаленные клинические и ангиографические результаты эндоваскулярного лечения пациентов с дистальными церебральными аневризмами, основанные на данных клиничко-лабораторного, лучевого и инструментального обследования. Работа выполнена в соответствии с принципами доказательной медицины с использованием основных критериев распределения пациентов, а также современных клиничко-диагностических методов исследования и обработки научных данных

### Положения, выносимые на защиту

1. Особенности строения дистальных церебральных аневризм различаются в зависимости от их локализации, влияют на тип их течения и являются определяющими при выборе оптимальной тактики эндоваскулярного лечения.
2. Реконструктивный метод эндоваскулярного лечения дистальных церебральных аневризм обеспечивает благоприятный клинический исход при минимальных рисках осложнений, при этом увеличивая радикальность выключения аневризм в отдаленном периоде.
3. Деконструктивные оперативные вмешательства при дистальных церебральных аневризмах не должны являться методом выбора лечения в связи с высоким риском ишемических осложнений и могут рассматриваться только при отсутствии условий выключения аневризмы другим методом.

### Апробация работы

Основные положения диссертации доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2023, 2024), на 696 заседании Санкт-Петербургской Ассоциации Нейрохирургов (2024).

### Личный вклад автора

Тема и план диссертации, ее содержание и дизайн исследования разработаны лично автором. Автор самостоятельно обосновал актуальность темы диссертации, определил цель, задачи научного исследования. Он лично принимал участие в обследовании и лечении 45 пациентов. Автор проводил первичные и контрольные ангиографические исследования, проанализировал и интерпретировал результаты неврологического осмотра, лучевых методов обследования и проведенного лечения. Диссертантом лично проведен поиск и анализ 222 литературных источников, посвященных исследованию дистальных церебральных аневризм. Автором сформулированы критерии включения пациентов в исследование и критерии исключения из него. Также написан текст диссертации и автореферат. Сформулированы выводы и практические рекомендации. Личное участие автора в выполнении исследования подтверждено актом проверки первичного материала и актами внедрения.

### Публикации

По теме диссертации автором опубликовано 16 научных работ, в том числе 1 патент на изобретение, 12 публикаций в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации.

### Внедрение результатов работы в практику

Разработанные технологии внедрены в работу нейрохирургического отделения ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет В. И. Разумовского» НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии МЗ РФ, отдел «Инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии», СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница №2», ГБУ СПб НИИ скорой помощи им. И. И. Джанелидзе, НИЛ



хирургии сосудов головного и спинного мозга “РНХИ им. проф. А. Л. Поленова” филиал ФГБУ “НМИЦ имени В. А. Алмазова” МЗ РФ.

### Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, библиографического указателя и приложения. Работа изложена на 231 странице машинописного текста, содержит 45 рисунков и 73 таблицы. В указателе литературы приводится 222 источников: 12 отечественных и 210 иностранных.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

В настоящее исследование были включены 79 пациентов с 81 дистальной церебральной аневризмой, оперированные на базе нейрохирургического отделения №3 Российского нейрохирургического института им. Проф. А. Л. Поленова в период с 2015 по 2023 гг. с применением различных видов внутрисосудистых методов лечения. Всем пациентам проведены клинико-неврологическое, нейровизуализационные, лучевые и лабораторные методы исследования. Средний возраст больных составил  $56 \pm 12$  лет. Соотношение мужчин и женщин было 1/3 (18/61). 11 (61,1%) из 18 мужчин и 23 (37,7%) из 61 женщины были среднего возраста (45-59 лет). По нашим данным частота дистальных аневризм составила 2,7% от всех церебральных аневризм (3025 аневризм головного мозга) оперированных в данный период. Наиболее часто встречающимися являлись дистальные аневризмы ПМА (46,9%,  $n=38$ ), реже встречались дистальные аневризмы СМА (34,6%;  $n=28$ ), ЗМА (11,1%;  $n=9$ ) и наиболее редкими являлись дистальные аневризмы мозжечковых артерий (7,4%;  $n=6$ ). Превалирующее большинство пациентов ( $n=73$ ; 92,4%) с дистальными аневризмами поступили с аневризмой вне разрыва и только 6 (7,6%) - в остром периоде кровоизлияния. При госпитализации большинство пациентов (69 (87,3%) из 79 случаев) с дистальными аневризмами поступали в компенсированном состоянии с оценкой 0-1 балла по mRs, 7 (8,9%) пациентов поступили в состоянии средней тяжести (2-3 балла по

mRS), и только 3 (3,8%) пациента поступили в тяжелом состоянии (4 баллов по mRS).

Основным методом диагностики дистальных аневризм на догоспитальном этапе являлись КТ-АГ, либо МР-АГ внутричерепных сосудов, которые в большинстве случаев позволяли оценивать особенности строения аневризм и проводить предоперационное планирование; однако, учитывая высокую частоту малого размера и сложного строения дистальных аневризм, “золотым стандартом” диагностики оставалась селективная церебральная ангиография.

#### Анатомо-топографические и морфометрические характеристики дистальных церебральных аневризм

В ходе исследования была выполнена комплексная оценка анатомо-топографических и морфометрических особенностей строения дистальных аневризм различной локализации.

Дистальные аневризмы каротидного бассейна, по сравнению с дистальными аневризмами ВББ, значительно чаще располагались в месте основного деления артерии (бифуркационная локализация) ( $p < 0,001$ ), чаще имели мешотчатую форму ( $p = 0,094$ ), вовлекали корковые ветви в шейку и тело аневризмы ( $p = 0,150$ ), реже имели крупные и гигантские размеры ( $p = 0,196$ ), реже имели тромбированную часть ( $p = 0,114$ ). При анализе анатомо-топометрических и морфометрических характеристик дистальных аневризм с учетом расположения на несущих артериях, выявлено, что:

- бифуркационная локализация была характерна для дистальных аневризм ПМА, небифуркационная – для аневризм СМА, ЗМА и мозжечковых артерий ( $p < 0,001$ );
- мешотчатая форма была характерна для аневризм ПМА, мозжечковых артерий, фузиформная – для аневризм СМА и ЗМА ( $p = 0,005$ );
- вовлечение корковых ветвей было характерно для дистальных аневризм ПМА ( $p = 0,004$ );

- малый размер (до 5 мм) был характерен для аневризм ПМА, обычный (5-10 мм) для аневризм СМА, мозжечковых артерий, крупный размер (10-25 мм) – для аневризм ЗМА ( $p=0,027$ );
- наличие тромбированной части было характерно для аневризм ЗМА ( $p=0,037$ );
- широкая шейка и сложное строение было характерно для всех дистальных церебральных аневризм ( $p=0,189$  и  $p=0,189$  соответственно)

Тип течения дистальных аневризм с учетом анатомо-топографических и морфометрических характеристик

Большинство дистальных церебральных аневризм (60,5%;  $n=49$ ) являлись асимптомными, треть (33,3%;  $n=27$ ) имели геморрагический тип течения, 5(6,2%) - проявили себя симптомами объемного воздействия и/или ишемическими нарушениями.

При анализе типа клинического течения дистальных аневризм, с учетом анатомо-топографических и морфометрических характеристик, выявлено, что геморрагический тип течения значительно чаще наблюдался при аневризмах с наличием дивертикула или дочерней камеры ( $p=0,042$ ), аневризмах, расположенных на мозжечковых артериях ( $p=0,014$ ) и аневризмах малых размеров (до 5 мм), со значениями показателя «size ratio» более 3,12 ( $p=0,006$ ). Для аневризм ЗМА ( $p=0,009$ ), частично тромбированных аневризм ( $p<0,001$ ), а также аневризм крупных и гигантских размеров ( $p=0,003$ ), значительно чаще был характерен псевдотуморозный и/или ишемический типы течения. Дистальные аневризмы ПМА и СМА чаще являлись асимптомными ( $p=0,001$ ). Сочетание дистальных аневризм с проксимальными (множественный характер) ( $p=0,205$ ), бифуркационная и небифуркационная локализация аневризм ( $p=0,103$ ), значения “size ratio” более 3,12 для аневризм более 5 мм ( $p=0,414$ ), значения “aspect ratio” более 1,5 ( $p=0,672$ ), по нашим данным, не коррелировало с геморрагическим типом течения дистальных церебральных аневризм.

### Методы оперативных вмешательств на дистальных церебральных аневризмах

В зависимости от выбранного типа вмешательства 79 пациентов с 81 дистальной аневризмой были разделены на 2 группы: в 1 группу включено 24 пациента с 25 дистальными церебральными аневризмами, по поводу которых было выполнено нереконструктивное вмешательство ( $n=25$ ; 30,9%), а именно окклюзия аневризм отделяемыми спиралями ( $n=22$ ; 27,2%) и деконструктивное вмешательство ( $n=3$ ; 3,7%). Во 2 группу было включено 55 пациентов с 56 дистальными церебральными аневризмами, по поводу которых было выполнено реконструктивное вмешательство ( $n=56$ ; 69,1%), а именно окклюзия аневризмы со стент-ассистенцией ( $n=29$ ; 35,8%) или имплантация поток-отклоняющего стента ( $n=27$ ; 33,3%).

### Выбор типа и метода оперативного вмешательства в зависимости от анатомо-топографических и морфометрических характеристик аневризм

Реконструктивное вмешательство являлось методом выбора при аневризмах сложного строения ( $p<0,001$ ), фузиформных ( $p=0,028$ ), с широкой шейкой ( $p=0,008$ ) и дистальных аневризмах СМА ( $p=0,016$ ). Нереконструктивные вмешательства (изолированная окклюзия аневризм отделяемыми спиралями) выполнялась при аневризмах обычного строения ( $p<0,001$ ) и только при аневризмах мешотчатой формы ( $p=0,002$ ) и без тромбированной части ( $p=0,002$ ), чаще при аневризмах с узкой шейкой ( $p=0,004$ ) и малым размером (до 5 мм) ( $p=0,019$ ).

Аневризмы сложного строения значительно чаще требовали выполнения окклюзии аневризм со стент-ассистенцией, имплантации поток-отклоняющего стента, а также деконструктивных вмешательств, по сравнению с аневризмами обычного строения, которые в большинстве случаев были доступны изолированной окклюзии отделяемыми спиралями ( $p<0,001$ ).

Деконструктивные вмешательства выполнялись исключительно при невозможности проведения других способов выключения аневризм, только при аневризмах ВББ ( $p=0,005$ ), с наличием тромбированной части ( $p=0,019$ ) и крупного

размера аневризм ( $p=0,005$ ). Окклюзия аневризм со стент-ассистенцией чаще выполнялась при аневризмах без вовлечения корковых ветвей в шейку и тело аневризмы ( $p=0,012$ ), имплантация поток-отклоняющего стента - при аневризмах с вовлечением корковых артерий в шейку и тело аневризм ( $p<0,001$ ).

#### Ближайшие результаты оперативного лечения

Результаты оперативного лечения оценивались с использованием ангиографических исследований и общеклинического осмотра. Радикальность окклюзии аневризм оценивалась по данным последней интраоперационной ангиографии с использованием классификации Raymond-Roy (2001) и классификации H.S. Cekirge and I. Saatci (2016). Для унификации данных, для оценки ранних и отдаленных послеоперационных исходов использовали модифицированную шкалу Рэнкина (mRS).

Из 22 аневризм, окклюзированных только отделяемыми спиралями, тотальное-субтотальное выключение наблюдалось в 81,8% ( $n=18$ ) случаев (в 9 (40,9%) случаях тотальное, в 9 (40,9%) – субтотальное). При использовании стент-ассистенции тотальное-субтотальное выключение наблюдалось в 75,9% ( $n=22$ ) случаев (в 12 (41,4%) случаях – тотальное, в 10 (34,5%) – субтотальное). При мешотчатой форме аневризм достоверно чаще удавалось достичь большей первичной радикальности выключения аневризм из кровотока путем окклюзии со стент-ассистенцией ( $p<0,001$ ). Стагнация контраста сразу после имплантации поток-отклоняющего стента, являющаяся предиктором окклюзии аневризм в отдаленном периоде, наблюдалась в 21 (77,8%) из 27 наблюдений.

Интраоперационных осложнений, связанных с манипуляциями, в нашей группе не наблюдалось. Все имевшиеся осложнения развились в ближайшем и раннем послеоперационном периодах. После проведения 6 (7,4%) из 81 оперативного вмешательства, в ближайшем и раннем послеоперационном периодах наблюдались 6 осложнений: в 2 (2,5%) случаях они носили геморрагический характер, в 4 (4,9%) - ишемический. После имплантации поток-отклоняющего стента геморрагическое пропитывание ранее существовавшей зоны ишемии наблюдалось в 2 (7,4%) наблюдениях и тромбоз стента на фоне

самостоятельной отмены дезагрегантной терапии – в 2(7,4%) наблюдениях. Только 2 из 4 осложнений, развившихся после имплантации поток-отклоняющего стента, повлияли на конечный исход лечения пациентов. Интраоперационных осложнений, нарастания неврологической симптоматики после изолированной окклюзии аневризм спиралями и окклюзии аневризм со стент-ассистенцией в послеоперационном периоде не наблюдалось.

Деконструктивные вмешательства (окклюзия аневризмы вместе с сегментом несущей артерии) были выполнены 3 пациентам с 3 аневризмами ВББ: в 2 случаях – при гигантских фузиформных аневризмах Р3 сегмента ЗМА, в 1 случае – при аневризме s3 сегмента ВМА. После деконструктивных вмешательств в 2/3 (66,6%) наблюдений отмечалось развитие осложнений (симптомный ишемический инсульт), что было значительно чаще, чем после других методов эндоваскулярного лечения ( $p=0,013$ ).

#### Отдаленные результаты оперативного лечения

Контрольное исследование в установленные сроки (6, 12, 24 и более месяцев) после внутрисосудистой операции было выполнено по поводу 77 (95,1%) из 81 дистальной церебральной аневризмы. Тотальное-субтотальное выключение аневризм в отдаленном периоде наблюдалось в 63 (81,8%) наблюдениях, частичное - в 14 (18,2%) наблюдениях. После окклюзии аневризм отделяемыми спиралями контрольное исследование выполнено в 21 (95,5%) из 22 наблюдений. Средний период наблюдения в группе окклюзии отделяемыми спиралями составил 26 месяцев (минимальный – 6 месяцев, максимальный – 84 месяца). Тотальное выключение аневризм из кровотока при последней контрольной ангиографии наблюдалось в 8 (38,1%) из 21 наблюдения, субтотальное в 9 (42,9%) наблюдениях и частичное в 4 (19%) наблюдениях. Рецидив после изолированной окклюзии аневризм отделяемыми спиралями наблюдался в 7 (33,3%) из 21 наблюдения, что

было значительно чаще, чем после других методов эндоваскулярного лечения ( $< 0,001$ ) (Рисунок 1).

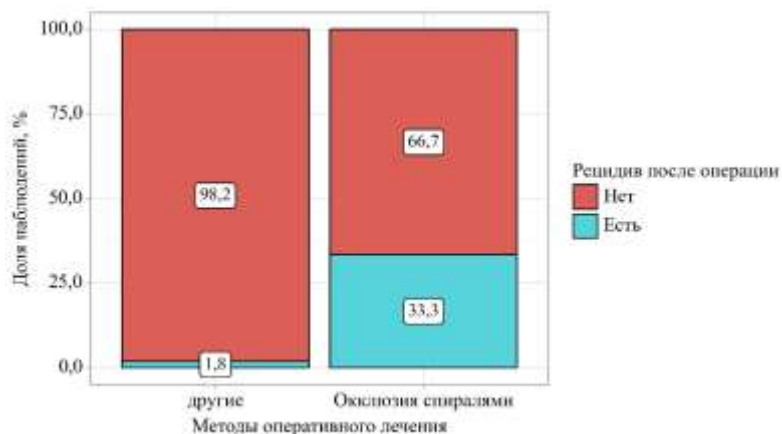


Рисунок 1 – Сравнение частоты развития рецидивов в отдаленном периоде после изолированной окклюзии аневризм спиралями и других методов эндоваскулярного лечения

В 3 (42,9%) наблюдениях рецидив после окклюзии спиралями являлся значимым и потребовал повторного, уже реконструктивного внутрисосудистого лечения. Первичная субтотальная окклюзия аневризм отделяемыми спиралями, а также увеличение срока наблюдения более 12 месяцев значительно повышало риски развития рецидива аневризм в отдаленном периоде ( $p=0,023$  и  $p=0,005$  соответственно). Повторных разрывов дистальных аневризм после изолированной окклюзии аневризм спиралями в отдаленном периоде, даже при наличии рецидива аневризм, не наблюдалось.

После окклюзии аневризм со стент-ассистенцией контрольное исследование было выполнено во всех 29 (100%) наблюдениях. Средний период наблюдения в группе окклюзии аневризм со стент-ассистенцией составил 14 месяцев (минимальный 6 месяцев, максимальный 48 месяцев). При контрольном исследовании в отдаленном периоде после окклюзии аневризм со стент-ассистенцией было выявлено значительное повышение радикальности выключения аневризм - отмечалось увеличение доли аневризм, выключенных из кровотока totally (с 12 (41,4%) до 23 (79,3%)), уменьшение доли аневризм, выключенных из кровотока субtotalно (с 10 (34,5%) до 4 (13,8%) наблюдений), а

также уменьшение доли аневризм, выключенных из кровотока частично (с 5 (27,6%) до 2 (6,9%) наблюдений) ( $p=0,002$ ).

В период 6-12 и 12-24 месяцев отмечалось повышение радикальности выключения аневризм из кровотока с последующим сохранением стабильного результата при наблюдении более 24 месяцев ( $p=0,018$ ), в основном за счет наблюдений, оперированных с плетеными стентами ( $p=0,002$ ) (Рисунок 2).

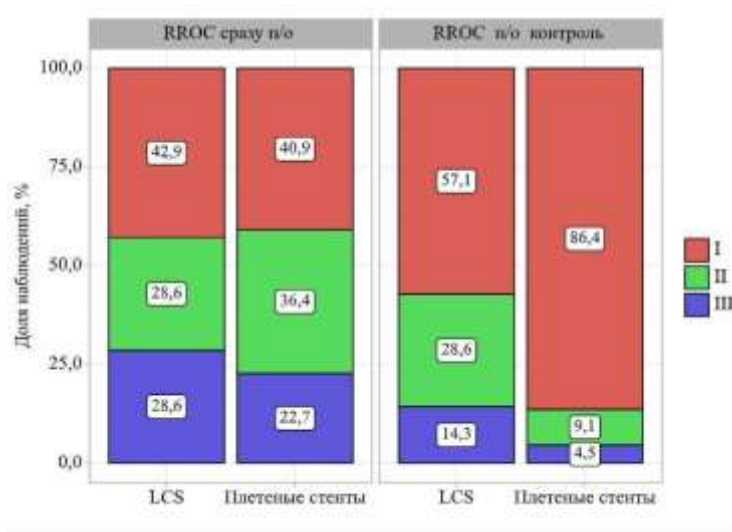


Рисунок 2 – Динамика степени окклюзии аневризм после окклюзии аневризм со стент-ассистенцией в зависимости от метода изготовления стента (по классификации Raymond Roy 2001)

После имплантации поток-отклоняющего стента контрольное исследование было выполнено в 24 (88,9%) из 27 наблюдений. Средний период наблюдения составил 16,5 месяцев (минимальный 6 месяцев и максимальный 59 месяцев). В отдаленном периоде при последнем контрольном исследовании аневризмы были выключены totally в 13 (54,2%) наблюдениях, субtotaly в 3 (12,5%) наблюдениях и частично в 8 (33,3%) из 24 наблюдений. Среди морфометрических характеристик аневризм, пролеченных путем имплантации поток-отклоняющего стента, только размер мешка аневризмы влиял на степень ее выключения в отдаленном периоде. Так, аневризмы миллиарного размера (до 3 мм) в 14,882 раза чаще были выключены из кровотока totally при контрольном исследовании, по сравнению с аневризмами других размеров ( $p=0,041$ ). Стагнация контраста в мешке аневризмы сразу после имплантации поток-отклоняющего стента достоверно не



влияла на степень исключения аневризм из кровотока в отдаленном периоде ( $p=0,724$ ). В отдаленном периоде после имплантации поток-отклоняющего стента отмечалось увеличение доли аневризм, радикально исключенных из кровотока на протяжении всего периода наблюдения ( $p<0,001$ ). Роста, рецидивирования и разрывов аневризм в отдаленном периоде в данной группе выявлено не было.

В отдаленном периоде после операции в преобладающем большинстве случаев (у 71 из 79 (89,9%) пациентов) клинический исход был хорошим (0 – 1 балл по mRS), в 7 (8,9%) наблюдениях отмечался умеренный неврологический дефицит (2 - 3 балла по mRS), в 1 (1,3%) наблюдении отмечалось сохранение тяжелого неврологического дефицита (4 балла по mRS)

#### Алгоритм выбора тактики эндоваскулярного лечения пациентов с дистальными церебральными аневризмами

На основании проанализированных данных, оценки анатомо-топографических и морфометрических особенностей дистальных церебральных аневризм различной локализации, оценки результатов различных методов лечения дистальных церебральных аневризм, нами был сформулирован алгоритм персонализированного подхода к эндоваскулярному лечению пациентов с дистальными церебральными аневризмами (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Алгоритм выбора тактики эндоваскулярного лечения пациентов с дистальными церебральными аневризмами

Как видно из представленного алгоритма, в остром периоде кровоизлияния эндоваскулярный метод ограничен только изолированной окклюзией аневризм

отделяемыми спиралями (в связи с высокими рисками, связанными с назначением дезагрегантной терапии) при отсутствии необходимости проведения открытого вмешательства данным пациентам. При оперативном лечении дистальных церебральных аневризм вне разрыва при обычном строении аневризм, методом выбора может являться изолированная окклюзия аневризм отделяемыми спиралями.

При сложном строении аневризм определяющим факторами выбора метода эндоваскулярного вмешательства являлась возможность сохранения несущей аневризму артерии при эндоваскулярном лечении, а также анатомо-морфометрических характеристик аневризм, на основании комплексной оценки которых проводился выбор оптимального метода лечения. Деконструктивные вмешательства рассматривались в качестве метода исключения и являлись допустимыми только при невозможности сохранения несущего аневризму сосуда другими методами хирургического лечения.

Таким образом, реконструктивное вмешательство являлось методом выбора при аневризмах сложного строения ( $p < 0,001$ ), фузиформных ( $p = 0,028$ ), с широкой шейкой ( $p = 0,008$ ) и дистальных аневризмах СМА ( $p = 0,016$ ). Нереконструктивные вмешательства (изолированная окклюзия аневризм отделяемыми спиралями) выполнялась при аневризмах обычного строения ( $p < 0,001$ ) и только при аневризмах мешотчатой формы ( $p = 0,002$ ) и без тромбированной части ( $p = 0,002$ ), чаще при аневризмах с узкой шейкой ( $p = 0,004$ ) и малым размером (до 5 мм) ( $p = 0,019$ ). Деконструктивные вмешательства выполнялись исключительно при невозможности проведения других способов выключения аневризм.

Использование предложенного нами алгоритма предоперационного планирования оптимизирует тактику эндоваскулярного лечения пациентов с дистальными церебральными аневризмами вне разрыва, позволяя достигнуть стабильной радикальной окклюзии аневризм как в ближайшем, так и отдаленном периодах при низких рисках осложнений ( $p = 0,013$ ) и плохих клинических исходов (3-4 балла по mRS) ( $p = 0,009$ ).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дистальные аневризмы представляют собой редкую, клинически и морфологически неоднородную группу церебральных аневризм. Помимо локализации на дистальных сегментах церебральных артерий данные аневризмы зачастую имеют сложное строение. Несмотря на то, что деструктивная хирургия до сих пор широко используется в хирургии церебральных аневризм, особенно при лечении аневризм дистальной локализации, исходы данных вмешательств плохо прогнозируемы и сопряжены с высокими рисками послеоперационных ишемических осложнений. Реконструктивные методы эндоваскулярного лечения позволили в большинстве случаев достичь радикальной окклюзии дистальных церебральных аневризм с сохранением несущего аневризму сосуда. Использование низкопрофильных ассистирующих и поток-отклоняющих стентов не повышало рисков осложнений и было ассоциировано с высокой радикальностью исключения аневризм из кровотока как в ближайшем, так и отдаленном послеоперационных периодах. Эндоваскулярный метод лечения с использованием разработанного нами алгоритма является эффективной и безопасной альтернативой для хирургического лечения дистальных церебральных аневризм вне разрыва с достижением стабильной радикальной окклюзии аневризм и низкими рисками осложнений.

## ВЫВОДЫ

1. Дистальные аневризмы ПМА были мешотчатыми ( $p=0,005$ ), бифуркационными ( $p<0,001$ ), с вовлечением корковых ветвей в шейку и тело аневризмы ( $p=0,004$ ), а также имели малый размер ( $p=0,027$ ); дистальные аневризмы СМА были фузиформными ( $p=0,005$ ), небифуркационными ( $p<0,001$ ) и имели обычный размер ( $p=0,027$ ); дистальные аневризмы ЗМА были фузиформными ( $p=0,005$ ), небифуркационными ( $p<0,001$ ), имели крупный размер ( $p=0,027$ ) и наличие тромбированной части ( $p=0,037$ ); аневризмы мозжечковых артерий были мешотчатыми ( $p=0,005$ ), небифуркационными ( $p<0,001$ ) и имели обычный размер ( $p=0,027$ ).

2. Геморрагический тип течения был характерен для аневризм с наличием дивертикула или дочерней камеры ( $p=0,042$ ), аневризм мозжечковых артерий ( $p=0,014$ ) и для аневризм малого размера (до 5 мм), имеющих значение size ratio более 3,12 ( $p=0,006$ ). Для аневризм ЗМА ( $p=0,009$ ), а также частично тромбированных аневризм ( $p<0,001$ ), крупных и гигантских размеров ( $p=0,003$ ), был характерен псевдотуморозный и/или ишемический типы течения.

3. Реконструктивное вмешательство являлось методом выбора при аневризмах сложного строения ( $p<0,001$ ), фузиформных ( $p=0,028$ ), с широкой шейкой ( $p=0,008$ ) и дистальных аневризмах СМА ( $p=0,016$ ); окклюзия со стент-ассистенцией применялась при аневризмах без вовлечения корковых ветвей в шейку и тело аневризмы ( $p=0,012$ ); имплантация поток-отклоняющего стента применялась при аневризмах с вовлечением корковых артерий в шейку и тело аневризм ( $p<0,001$ ).

4. Нереконструктивные вмешательства (изолированная окклюзия аневризм отделяемыми спиралями) выполнялась при аневризмах обычного строения ( $p<0,001$ ) и только при аневризмах мешотчатой формы ( $p=0,002$ ) и без тромбированной части ( $p=0,002$ ), чаще при аневризмах с узкой шейкой ( $p=0,004$ ) и малым размером (до 5 мм) ( $p=0,019$ ). Деконструктивные вмешательства выполнялись исключительно при невозможности проведения других способов выключения аневризм, только при аневризмах ВББ ( $p=0,005$ ), с наличием тромбированной части ( $p=0,019$ ) и крупного размера аневризм ( $p=0,005$ ).

5. При анализе результатов применения изолированной окклюзии аневризм отделяемыми спиралями, первичное тотальное-субтотальное выключение было достигнуто в 81,8% случаев с последующим снижением радикальности в период с 12 до 84 месяцев наблюдения, с формированием рецидивов в 33,3% наблюдений, в отличие от других методов эндоваскулярного лечения ( $p<0,001$ ). При анализе результатов применения стент-ассистенций, первичное тотальное-субтотальное выключение было достигнуто в 75,9% случаев, с последующим повышением радикальности в период с 6 до 48 месяцев до 93,1% ( $p=0,018$ ) за счет наблюдений, оперированных с плетеными стентами ( $p=0,002$ ). При анализе результатов

применения поток-отклоняющего стента, радикальное выключение аневризм в отдаленном периоде наблюдалось в 66,7% наблюдений и повышалось на протяжении всего периода наблюдения с 6 до 59 месяцев наблюдения ( $p<0,001$ ), без формирования рецидивов.

6. Осложнения после эндоваскулярных вмешательств наблюдались в 7,4% ( $n=6$ ) случаев (в 4,9% носили ишемический характер, в 2,5 % геморрагический характер); после окклюзии аневризм отделяемыми спиралями с и без стент-ассистенции осложнений не было. После имплантации поток-отклоняющего стента наблюдалось 4 (14,8%) осложнения: геморрагическое пропитывание ранее существовавшей зоны ишемии в 2 (7,4%) наблюдениях, тромбоз стента на фоне самостоятельной отмены дезагрегантной терапии в 2 (7,4%) наблюдениях. Осложнения после деконструктивных вмешательств наблюдались в 2/3 наблюдений, что было значительно чаще, чем при других методах эндоваскулярного лечения ( $p=0,013$ ).

7. Эндоваскулярный метод лечения с использованием разработанного нами алгоритма является эффективной и безопасной альтернативой для хирургического лечения дистальных церебральных аневризм вне разрыва с достижением стабильной радикальной окклюзии аневризм в 81,8% случаев и низкими рисками осложнений.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выявлении сложного строения дистальных аневризм целесообразно применять реконструктивное вмешательство, ассоциированное с высокой первичной радиальностью и стабильностью в отдаленном периоде при низких рисках осложнений.

2. Окклюзия дистальных аневризм со стент-ассистенцией должна проводиться с использованием плетеных стентов, имеющих частичные поток-перенаправляющие свойства, что обеспечивает более высокую радикальность в отдаленном периоде, по сравнению со стентами, изготовленными по технологии лазерной резки.

3. Использование методик стентирования при лечении дистальных аневризм требует от пациента обязательного длительного, непрерывного приема дезагрегантной терапии, подобранной с учетом индивидуальной чувствительности

4. Деконструктивные хирургические вмешательства при дистальных церебральных аневризмах могут рассматриваться в качестве метода лечения только при невозможности сохранения несущего аневризму сосуда другими методами хирургического лечения.

5. При лечении пациентов с дистальными церебральными аневризмами вне разрыва эндоваскулярный метод может рассматриваться в качестве метода выбора.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Целесообразно дальнейшее изучение механизмов формирования и роста дистальных церебральных аневризм, взаимосвязи между их морфометрическими особенностями, генетическими и эпигенетическими факторами и рисками их разрыва. Необходимым является дальнейшее изучение результатов лечения дистальных церебральных аневризм для оптимизации предложенных алгоритмов лечения (эндоваскулярного и микрохирургического) данной патологии. Перспективным является изучение безопасности и эффективности применения низкопрофильных стентов в дистальных отделах церебральных артерий малого калибра в остром периоде кровоизлияния, для расширения показаний к применению интракраниальных стентов в геморрагическом периоде.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Коломин, Е.Г. Эндоваскулярное лечение пациентов с аневризмами офтальмического сегмента внутренней сонной артерии / В.В. Бобинов, Е.Г. Коломин, Л.В. Рожченко и соавт. // **Нейрохирургия. - 2024. - Т. 26, № 1. - С. 34-40.**

2. Коломин, Е.Г. Ближайшие и отдаленные результаты эндоваскулярного лечения церебральных аневризм / В.В. Бобинов, Л.В. Рожченко, Е.Г. Коломин и соавт. // **Нейрохирургия. - 2023. - Т. 25, № 2. - С. 10-19.**

3. Коломин, Е.Г. Эндоваскулярное лечение аневризм верхней трети основной артерии / Е.Г. Коломин, А.Е. Петров, Л.В. Рожченко и соавт. // **Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. - 2023. - Т. 15, № 4. - С. 68-80.**

4. Коломин, Е.Г. Персонализированный подход в лечении пациента с рецидивом аневризмы внутренней сонной артерии. Случай из практики / В.В. Бобинов, А.Е. Петров, Е.Г. Коломин, Л.В. Рожченко // **Российский журнал персонализированной медицины. - 2022. - Т. 2, № 5. - С. 72-79.**

5. Коломин, Е.Г. Реконструкция артерии с помощью потокотклоняющего стента как метод лечения рецидива аневризмы внутренней сонной артерии. Случай из практики / В.В. Бобинов, А.Е. Петров, Е.Г. Коломин, Л.В. Рожченко // **Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. - 2021. - Т. 13, № 3. - С. 41-45.**

6. Коломин, Е.Г. Микрохирургическое лечение пациента с рецидивом аневризмы передней соединительной артерии после внутрисосудистой окклюзии спиралями. Случай из практики / В.В. Бобинов, А.Е. Петров, Л.В. Рожченко, Е.Г. Коломин // **Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 3. – С. 192.**

7. Коломин, Е.Г. Аневризма примитивной тригеминальной артерии: случай из практики и обзор литературы / С.А. Горощенко, Л.В. Рожченко, Е.Г. Коломин и соавт. // **Нейрохирургия. - 2022. - Т. 24, № 4. - С. 95-100 (авторский вклад 60%).**

8. Коломин, Е.Г. Ближайшие и отдаленные результаты внутрисосудистой окклюзии церебральных аневризм отделяемыми спиралями / В.В. Бобинов, Л.В. Рожченко, Е.Г. Коломин, А.Е. Петров // **Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. - 2022. - Т. 14, № 2. - С. 29-36.**

9. Коломин, Е. Г. Забрюшинное кровотечение как осложнение пункции бедренной артерии / С.А. Горощенко, А.Е. Петров, Е.Г. Коломин и соавт. // **Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 6. – С. 168.**

10. Коломин, Е.Г. Эндоваскулярный метод лечения пациентов с дистальными аневризмами мозжечковых артерий / Е.Г. Коломин, С.А. Горощенко, В.В. Бобинов

и соавт. // **Нейрохирургия. - 2024. - Т. 26, № 2. - С. 15-25.**

11. Коломин, Е.Г. Случай успешного лечения крупной аневризмы кавернозного сегмента внутренней сонной артерии с использованием поток-отклоняющего стента / Е.Г Коломин, Л.В. Рожченко, В.В. Бобинов и соавт. // **Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. - 2024. - Т. 16, № 2. - С. 193-203.**

12. Коломин, Е.Г. Эндоваскулярная эмболизация аневризмы офтальмического сегмента внутренней сонной артерии, осложнившаяся спонтанной миграцией поток-перенаправляющего стента p64 (Клиническое наблюдение) / А.Е. Петров, С.А. Горощенко, Е.Г. Коломин и соавт. // **Диагностическая и интервенционная радиология. - 2023. - Т. 17, № 4. - С. 47-53.**

13. Коломин, Е. Г. Способ забора пробы артериальной крови из полости церебральной аневризмы для определения уровня биомаркеров, ответственных за формирование и рост церебральной аневризмы: **Патент на изобретение RU 2814502** / Л.В. Рожченко, Н.А. Мамонов, Е.Г. Коломин и соавт.; заявитель и патентообладатель ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Минздрава России. - № 2023132492 / заявл. 08.12.2023; опубл. : 29.02.2024, Бюл. № 7. – 7с.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВББ – вертебробазилярный бассейн

ВМГ – внутримозговых гематом

ЗМА – задняя мозговая артерия

ЦАГ – церебральная ангиография

КТ – компьютерная томография

КТ-АГ – компьютерная томографическая ангиография

МР-АГ – магнитно-резонансная ангиография

МРТ – магнитно-резонансная томография

LCS (laser-cut stent) – стент изготовленный по технологии лазерной резки