

На правах рукописи

Курзакова Ирина Олеговна

ЭНДОВАСКУЛЯРНОЕ ЛЕЧЕНИЕ АНЕВРИЗМ БИФУРКАЦИИ
БАЗИЛЯРНОЙ АРТЕРИИ

3.1.10. Нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2025

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

Научный руководитель:
доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

Официальные оппоненты:

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

Дашьян Владимир Григорьевич доктор медицинских наук,
ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, кафедра
нейрохирургии и нейрореанимации, профессор кафедры

Ведущая организация: Государственное бюджетное учреждение
здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города
Москвы»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2025 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,
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
<https://www.nsi.ru/>

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 21.1.031.01
доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Аневризмы бифуркации базилярной артерии (АББА) составляют 5–8% от всех внутричерепных аневризм и 49%–63% среди аневризм вертебробазилярного бассейна (Henkes, 2005; Dandurand, 2020).

По данным метаанализа, годовой риск разрыва аневризмы вертебробазилярного бассейна (ВББ) любого размера, за исключением аневризмы задней соединительной артерии (ЗСА), составляет 1,8%, что значительно выше, чем при аневризмах каротидного бассейна – 0,49% (Henkes, 2005; Wermer, 2007).

По данным крупных мультицентровых исследований 5-летняя кумулятивная частота разрывов у пациентов, не имевших в анамнезе субарахноидального кровоизлияния с аневризмами вертебробазилярного бассейна и ЗСА составила 2,5% для аневризм менее 7 мм, 14,5% - 7-12 мм, 18,4% - 13-24 мм и 50% > 25 мм соответственно (Wiebers, 2003; Molyneux, 2005). Многофакторный анализ выявил три фактора риска кровоизлияния: размер (максимальный диаметр 7-12 мм 3,3% и две специфические локализации: ЗСА - 2,1% и АББА - 2,3% (Wiebers, 2003; Molyneux, 2005).

Хирургическое лечение АББА представляет собой сложную задачу, учитывая труднодоступность и сложность выполнения микрохирургических вмешательств на аневризмах этой локализации. Появление и развитие эндоваскулярных технологий открыло новые горизонты лечения АББА, сформировав к настоящему времени альтернативный и эффективный метод их лечения. Активное внедрение в эндоваскулярную практику различных ассистирующих методик позволило добиться более радикального выключения аневризм из кровотока, ремоделировать просвет сосудов, что в значительной степени расширило показания к эндоваскулярным операциям и увеличило количество реконструктивных операций.

По данным мировой литературы, алгоритм выбора метода

эндоваскулярного лечения постоянно меняется. Это обуславливается бурным развитием эндоваскулярного инструментария. В НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко на протяжении многих лет успешно выполняются различные эндоваскулярные операции на АББА. В то же время, как в отечественной, так и в мировой литературе единый протокол лечения пациентов с аневризмами бифуркации базилярной артерии отсутствует.

Степень разработанности темы исследования

Эндоваскулярное лечение аневризм бифуркации базилярной артерии представляет собой сложную и актуальную проблему. Окклюзия аневризм при помощи микроспиралей является эффективным и безопасным методом лечения. Аневризмы, расположенные на бифуркации артерий, как правило имеют широкую шейку.

Внедрение в практику различных ассистирующих устройств позволило добиться более радикального выключения аневризм из кровотока. Однако, при изменении анатомии сосудов ВББ бывает трудно достичь тотальной окклюзии аневризмы и сохранить радикальность в отдаленном послеоперационном периоде. На сегодняшний день не существует единого протокола ведения аневризм данной локализации. Тактика зачастую основывается на опыте хирурга и принятых в отделении алгоритмов. Данная проблема требует изучения анатомо-морфологических характеристик аневризм данной локализации с оценкой подхода к аневризме, степени выключения их кровотока при анализе интраоперационных данных и сохранения результата в долгосрочной перспективе.

Цель исследования

Разработать алгоритм эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии в зависимости от анатомо-морфологических характеристик аневризмы, ангиоархитектоники задних отделов виллизиева круга, клинической картины заболевания.

Задачи исследования

1. Описать анатомо-морфологические варианты аневризм бифуркации базилярной артерии и бифуркационных ветвей, основываясь на исходных данных нейровизуализации.
2. Определить факторы, влияющие на эффективность реконструктивных операций при аневризмах бифуркации базилярной артерии.
3. Сравнить эффективность и безопасность различных вариантов окклюзии аневризм бифуркации базилярной артерии в ближайшем и отдаленном периодах.
4. На основании проведенного исследования обосновать диагностический алгоритм и тактику эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии.

Научная новизна

Впервые проведен одноцентровой анализ крупной серии пациентов с аневризмами бифуркации базилярной артерии.

Достоверно доказана эффективность и безопасность реконструктивных операций в зависимости от анатомо-морфологических характеристик аневризм и артерий дистального отдела базилярной артерии. Определены параметры аневризмы, достоверно влияющие на стабильность технического и клинического результата лечения.

Разработан алгоритм выбора метода эндоваскулярного лечения, обосновывающий дифференциальный подход к лечению аневризм бифуркации базилярной артерии.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Эндоваскулярный метод является приоритетным в лечении аневризм бифуркации базилярной артерии.
2. Выбор варианта лечения зависит от анатомо-морфологических характеристик аневризмы, дистального отдела базилярной артерии, задних мозговых и верхних мозжечковых артерий.

3. Ранние технические результаты в остром периоде субарахноидального кровоизлияния показывают более низкие показатели тотальной окклюзии в сравнении с данными неразорвавшихся аневризм. Использование стента возможно, в исключительных случаях, при отсутствии другого способа выключения аневризмы.

4. Диагностическим методом выбора при оценке отдаленных результатов окклюзии аневризм является спиральная компьютерная томография в режиме подавления артефактов от металла (MARS), либо магнитно-резонансная томография в режиме 3DTOF.

Практическая значимость

Доказана эффективность и безопасность реконструктивных операций в зависимости от анатомо-топографических и морфометрических характеристик аневризм, определены параметры аневризмы, влияющие на стабильность технического и клинического результата лечения.

Внедрение в клиническую практику алгоритма выбора метода эндоваскулярного лечения позволит существенно улучшить результаты лечения пациентов с аневризмами бифуркации базилярной артерии, прогнозировать риск осложнений и достичь радикальности выключения аневризмы из кровотока, в том числе, в отдаленном периоде после операции.

Методология и методы исследования

Проведен ретроспективный анализ данных 165 пациентов с аневризмами бифуркации базилярной артерии, пролеченных с 2012 г. по 2022 г. в 4 нейрохирургическом отделении (эндоваскулярная нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

Произведена оценка данных анамнеза, клинико-инструментальных методов исследования и хирургических данных. В ходе анализа применены общенаучные методы обобщения, статистического и сравнительного анализа, табличные и графические атрибуты представления материала. Использована

сертифицированная программа статической обработки «RedCap».

Внедрение результатов работы в практику

Результаты внедрены в клиническую практику 4 нейрохирургического отделения (эндоваскулярная нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

Оценка достоверности результатов исследования

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается проведенным статистическим анализом. Данные о радикальности эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии сопоставимы с публикациями отечественных и зарубежных специалистов на заданную тематику.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены убедительными фактическими данными, наглядно представленными в приведенных таблицах и рисунках. В исследовании использованы современные методы сбора и статистической обработки информации.

Апробация результатов и публикации по теме диссертации

Основные результаты диссертации доложены на: Всероссийском нейрохирургическом форуме (Москва, 16-17 июня 2022 г.), XXI Всероссийской конференции нейрохирургов с международным участием «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 26-27 апреля 2022 г.), XXII Всероссийской конференции нейрохирургов с международным участием «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 13-14 апреля 2023 г.); 16th Congress of World Federation Interventional and Therapeutic Neuroradiology (Япония, Kyoto, 21-25 августа 2022 г.), III Российском нейрохирургическом фестивале клинических наблюдений «Нейрофест» (сосудистая нейрохирургия, нейроонкология, нейротравматология, спинальная нейрохирургия, функциональная нейрохирургия, детская

нейрохирургия) (Екатеринбург, 6-7 октября 2022 г.); VII Всероссийской научнопрактической конференции «Инновационные рентгенэндоваскулярные технологии в лечении хронических и острых нарушений мозгового кровообращения» с международным участием (Санкт-Петербург, 28 февраля – 1 марта 2025 г.); заседании проблемной комиссии «Сосудистая нейрохирургия» ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 25.08.2023.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в которых отражены результаты диссертационного исследования, в том числе 2 – в научных рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки России, 2 статьи - в международном журнале, 2 - в виде тезисов на профильных отечественных и зарубежных конференциях, конгрессах и съездах.

Структура и объем диссертации

Диссертация представлена в виде рукописи, изложена на 134 страницах машинописного текста, иллюстрирована 8 таблицами и 30 рисунками. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и приложений. Библиографический указатель содержит 113 источников, из них 11 отечественных и 102 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Проведен ретроспективный анализ данных 165 пациентов с аневризмами бифуркации базилярной артерии, пролеченных с 2012 г. по 2022 г. в 4 нейрохирургическом отделении (эндоваскулярная нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

В исследование включены все пациенты с АББА, за исключением пациентов с крупными и гигантскими АББА, пациентов детского возраста, аневризм размером менее 2,5мм. В исследование вошли 165 пациентов с 165 АББА и 57 (34,5%) аневризмами другой локализации. Среди них 105 (63,6%) женщин и 60 (36,4%) мужчин. Медиана возраста составила 53 года (стандартное отклонение ± 10 лет), минимальный возраст – 27 лет, максимальный - 72 года.

При анализе первичных ангиографических данных выяснено, что 160 (98,8%) аневризм имели мешотчатую форму, 144 (87,3%) были среднего размера, 21 (12,7%) – малого. Средний размер аневризмы составил 8 мм. 6,7% (11) имели двухкамерное строение, 29,9% (49) имели дивертикулы: 89,8% (44) – один, 10,2% (5) – несколько. Средний размер шейки аневризмы составил 4 мм, средний индекс тело: шейка 1,78 (параметры широкой шейки - отношение размера тела аневризмы к размеру шейки < 2 или размер шейки больше 4 мм).

Нами были определены анатомо-морфологические варианты АББА в зависимости от отхождения бифуркационных ветвей: симметричное отхождение задней мозговой артерии (ЗМА) выявлено у 82 (49,7 %) из 165 исследуемых, у 50 (30,3%) - ЗМА отходили от пришеечной части аневризмы, у 5 (3%) верхняя мозжечковая артерия, а у 21 (12,7%) ЗМА отходили под острым углом по отношению к оси базилярной артерии (острым считали угол, градусная мера которого больше 0^0 и меньше 90^0); извитой ход ЗМА имели 73 (44,2%) пациента; ЗМА разного калибра - 12 (7,2%) пациентов.

Пациенты были разделены на три группы: неразорвавшиеся аневризмы, пациенты в остром и холодном периоде субарахноидального кровоизлияния. Группа неразорвавшихся аневризм дополнительно поделена на симптоматические и асимптомные.

Спонтанное САК перенесли 98 (59,4%) пациентов из 165, тогда как у 67 (40,6%) – наступления кровоизлияния не наблюдалось. В холодном периоде кровоизлияния были прооперированы 74 (75,5%) из 98 разорвавшихся аневризм, в остром периоде - 24 (24,5%) (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Распределение пациентов по статусу разрыва аневризмы

Большинству пациентов 45,9% (11) принадлежал II класс тяжести состояния по шкале Hunt-Hess (НН), III класс тяжести имели 33,3% (8), по 8,3% (2) – IV и V класс по шкале НН соответственно, 4,2% (1) I класс по шкале НН (Рисунок 2).

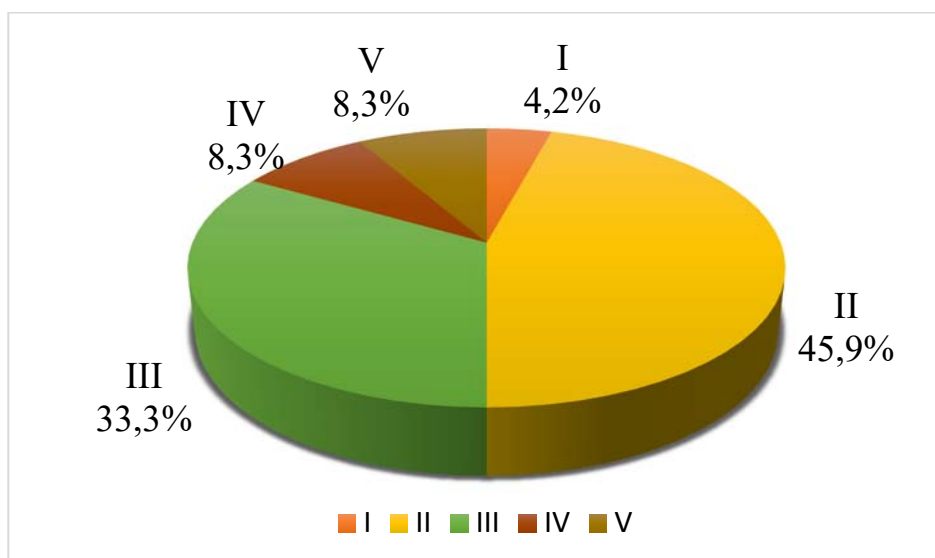


Рисунок 2 - Тяжесть состояния пациентов по шкале Hunt-Hess

По тяжести кровоизлияния пациенты распределились следующим образом: 83,3% (20) пациентов имели IV класс тяжести САК по шкале Fisher, 12,5% (3) – II класс, Fisher III – 4,2% (1) (Рисунок 3).

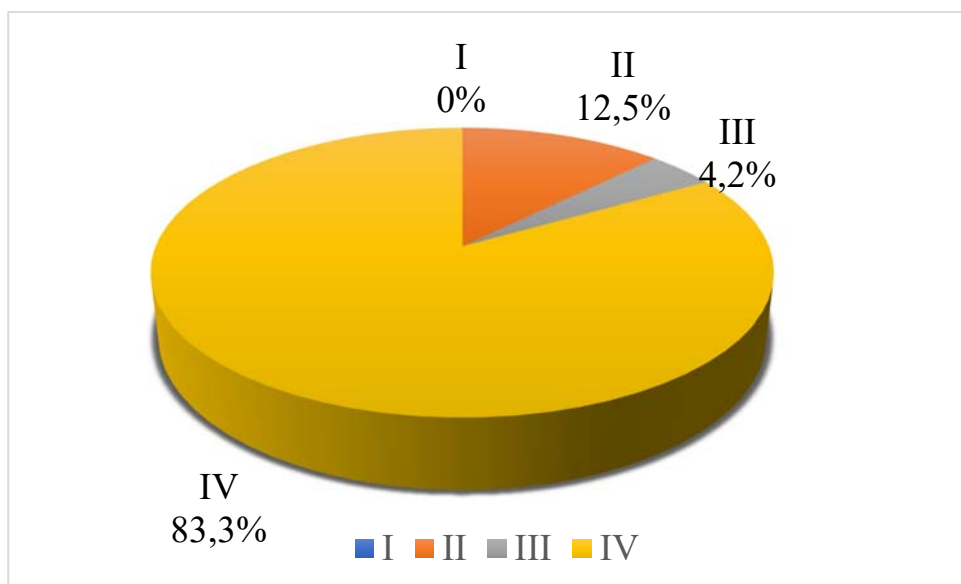


Рисунок 3 - Распределение пациентов по тяжести субарахноидального кровоизлияния по шкале Fisher

В ходе анализа анамнестических данных выяснено, что причиной для обращения к врачу в 85,5% (141) случаев являлась неврологическая симптоматика, тогда как 14,5% (24) аневризм выявлены в качестве случайной находки. Среди неврологической симптоматики преобладала общемозговая (жалобы на головную боль) 68,8% (97), 24,1% (34) пациентов имели очаговую и 7,1% (10) менингеальную симптоматику (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Неврологическая симптоматика

У 83,4% (136) пациентов отмечена сопутствующая патология: 77,9% (127) - гипертоническую болезнь, 3,1% (5) – сахарный диабет, 0,6% (1) – фибромускулярную дисплазию, по 6,1% (10) – атеросклероз, гинекологические заболевания, не сопровождающиеся кровотечением, 19,6% (32) - хронические заболевания желудочно-кишечного тракта в стадии ремиссии.

Первоначальная диагностика представляла собой СКТ-АГ или МР-АГ, по данным которой верифицировался диагноз аневризмы и определялись показания к операции. Для определения тактики проводился тщательный анализ анамнестических, клинических и нейровизуализационных данных. В ряде случаев для уточнения анатомо-морфологических характеристик аневризмы и определении хирургической тактики исходно выполнялась цифровая субтракционная ангиография.

Локализация в области бифуркации базилярной артерии, размер аневризмы более 2,5 мм, форма аневризмы, позволяющая уложить микроспираль и факт кровоизлияния являлись абсолютным показанием для проведения эндоваскулярного вмешательства.

Всем госпитализированным пациентам при поступлении проводился клинический осмотр, детальный неврологический осмотр, осмотр нейрофтальмолога, нейроанестезиолога для оценки анестезиологического риска, консультации смежных специалистов при наличии жалоб по поводу сопутствующей патологии, лабораторные исследования. Всеми пациентами было подписано стандартное информированное согласие на добровольное хирургическое вмешательство по утвержденной форме. В тех случаях, когда согласие на оперативное вмешательство не могло быть подписано пациентом (по тяжести состояния: угнетение сознания, психические нарушения), операция проводилась по согласованию с родственниками пациента либо по заключению консилиума по жизненным показаниям.

Пациентам, которым исходно предполагалось использование стента назначалась двойная дезагрегантная терапия. За основу взяты протоколы, используемые зарубежными и российскими интервенционистами, которые были

адаптированы под нейрохирургических пациентов. Протокол включал проведение на догоспитальном этапе фиброгастроуденоскопии на предмет эрозивно-язвенного поражения желудочно-кишечного тракта. При наличии жалоб на нарушение менструального цикла, женщинам дополнительно проводилось гинекологическое обследование на выявление патологии, сопровождающейся кровотечениями. При обнаружении сопутствующей патологии на догоспитальном этапе рекомендовалось лечение соответствующих профильных специалистов.

Использовались два варианта терапии:

- клопидогрел 75 мг\сут. в сочетании с ацетилсалициловой кислотой 100-300 мг\сут;
- тикагрелор 180 мг\сут., разделенные на 2 приема, в сочетании с ацетилсалициловой кислотой (АСК) 100-300 мг\сут.

При первом варианте схемы терапия назначалась за 3-7 суток, при использовании тикагрелора – за 1-2 суток до операции.

Оценка эффективности терапии производилась на анализаторе функции тромбоцитов Innovance PFA-200 (Siemens) и агрегометре VerifyNow (Accumetrics) с использованием картриджей с эпинефрином для оценки эффективности АСК и картриджи P2Y12 для оценки чувствительности к препаратам, блокирующим P2Y12 рецепторы тромбоцитов (клопидогрел и тикагрелор). Целевые показатели для PFA-200 считали время кровотечения 300 сек. и более для обоих параметров. Для VerifyNow – ниже 500 ARU (Aspirin Reaction Units) и ниже 90 PRU (P2Y12 Reaction Units),

Пациенты, госпитализированные в остром периоде кровоизлияния, как правило, оперировались в первые сутки после госпитализации, антиагрегантная терапия им превентивно не назначалась.

В случаях, когда окклюзия аневризмы микроспиральями без применения стента не представлялась возможной, дезагрегантная терапия в нагрузочной дозе проводилась интраоперационно через зонд (3 пациента). В 3 случаях, операция проводилась в условиях внутривенного введения эптифибатида (интегрилин).

Дозировка препарата рассчитывалась с учетом 180 мкг на кг веса внутривенно струйно, далее 2мкг/кг/мин. В этих случаях, двойная дезагрегантная терапии назначалась при пробуждении пациента. Тяжесть состояния пациентов в остром периоде САК оценивали по шкале Хант – Хесс, объем интракраниального кровоизлияния - по шкале Фишер. Всем пациентам в остром периоде САК до и после операции проводилась транскраниальная доплерография для ориентировочной оценки церебрального вазоспазма. При показателях ЛСК по средней мозговой артерии (СМА) превышающих 260 см\мин в 9 (37,5%) случаях потребовалось интраартериальное введение верапамила в средней дозировке 20мг в один сосудистый бассейн за 1-5 этапов.

Все эндоваскулярные вмешательства осуществлялись на биплановых ангиографических установках Axiom Artis BA (Siemens), Allura Clarity FD 20/20(Phillips) и моноплановой установке Allura FD20 (Phillips). Был использован стандартный правосторонний феморальный доступ, селективная церебральная ангиография производилась в 2-х проекциях (прямой и боковой), а также в 3D – режиме. Оценивались анатомо-морфологические параметры аневризмы: форма, размер тела, размер шейки, наличие дивертикулов, отхождение дочерних ветвей бифуркации, ниже отходящих ветвей от пришеечной части аневризмы, учитывались анатомические особенности дистального отдела базилярной артерии, задних мозговых артерий и позвоночных артерий.

При лечении пациентов, включенных в исследование, применялись следующие спирали: GDC, Target, Matrix2, (Boston Scientific, Stryker, USA); Orbit, Galaxy, DeltaMaxx (Codis, Codman, USA); Axiom (EV3, Covidien, Medtronic); Microplex (Microvention, Terumo); MDS, Optima (Balt, France) с диаметром витков от 2 до 10 мм и длиной от 2 до 30 см.

Стент–ассистенция осуществлялась с помощью саморасширяемых стентов с открытым (Wingspan, Neuroform1-2-3 (Boston Scientific, Stryker)) и закрытым дизайном ячеек (Enterprise (Codman); Solitaire (EV3, Covidien)), в ряде случаев для ассистенции был использован стент Leo (Balt). Используемые стенты были диаметром от 3 до 4,5 мм и длиной от 16 до 30 мм.

Бифуркационный стент pConus (Phenox, USA) стал применяться с 2016 г. для лечения сложных аневризм с широкой шейкой и атипичной анатомией ЗМА (несимметричным отхождением ЗМА, острые углы ЗМА, разный калибр артерий, извитой ход). Размеры использованных стентов pConus: диаметр 4 мм, размер лепестков - 6, 8, 10 мм, длина 20,25 мм.

Для баллон-ассистенции использовались баллоны HyperForm (EV3, Covidien, USA) размером 4x7 мм.

Интраоперационные технические результаты оценивались по данным контрольной цифровой субтракционной ангиографии в прямой, боковой проекциях и 3D режиме. При оценке ангиограмм учитывались следующие параметры: радикальность выключения аневризмы из кровотока, отсутствие протрузии микроспиралей в просвет артерий, проходимость бифуркационных ветвей и артерий, исходящих из аневризмы, адекватность положения и проходимость имплантированного стента. Степень окклюзии аневризмы оценивалась по Модифицированной шкале Реймонда – Роя.

Согласно классификации, I класс соответствует тотальной окклюзии аневризмы (аневризма не контрастируется), II – субтотальной (контрастирование пришеечной части аневризмы), а III – частичной (заполнение контрастного препарата между витков спиралей).

В 2015 году Mascitelli и соавт. была предложена классификация с подразделением III класса на два подкласса: а – контрастирование полости аневризмы между витками спиралей, b – контрастирование аневризмы вне витков (между витками спиралей и боковой стенкой аневризмы).

Оценка осложнений проведенного хирургического вмешательства осуществлялась с учетом отрицательной динамики в неврологическом или соматическом статусе и данных нейровизуализации.

Функциональный статус оценивался по модифицированной шкале Рэнкин непосредственно после пробуждения пациента и в день выписки из стационара.

На 1-е сутки после операции, все пациенты были осмотрены нейроофтальмологом, оториноларингологом и неврологом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Из 165 аневризм бифуркации базилярной артерии 48 (29,1%) окклюзированы без вспомогательных методик, 115 (69,7%) пациентам выполнена окклюзия микроспиральями со стент-ассистенцией, 2 (1,2%) – с баллон – ассистенцией. Большую часть пациентов прооперировали в холодном периоде САК 74 (44,8%), значительная часть пациентов 67 (40,6%) имела неразрывавшиеся аневризмы на момент проведения операции и лишь 24 (14,5%) пациентам оперативное вмешательство проведено в остром периоде САК. Состояние по МШР до операции соответствовало 0 - 2 баллам у 141 (85,5%) пациента, 3 - 5 – у 24 (14,5%).

Нейрофтальмологический осмотр до операции проведен у 120 пациентов, среди них у 19 (15,8%) выявлена неврологическая симптоматика: поражение зрительного пути - у 8 (6,7%); парез отводящего нерва – у 7 (5,8%); парез глазодвигательного нерва – 3 (2,5%); птоз – у 2 (1,7%).

Продолжительность операции колебалась от 70 до 150 минут (средняя продолжительность - 147,7; медиана – 150 минут). Отмечена взаимосвязь между анатомическими особенностями сосудов ВББ и продолжительностью операции. В случаях, патологической извитости позвоночных артерий, изменении области бифуркации, нетипичные углы отхождения и разный калибр ЗМА удлиняется время вмешательства ($p < 0,05$). Среднее количество спиралей, имплантированных в аневризму – 5,1 (от 1 до 20). Медиана койко-дней составила 6, койко-дней после операции – 3.

При оценке степени окклюзии аневризм по МШРР I класс установлен у 89 (53,9%) пациентов, II класс – у 58 (35,2%), IIIa – 12 (7,3%), IIIb – 6 (3,6%).

Технические результаты окклюзии микроспиральями без вспомогательных методик

Микроспиральи – основной материал для эндоваскулярного лечения аневризм. Рутинная окклюзия микроспиральями нашла широкое применение в лечении аневризм малого и среднего размера, с узкой шейкой, отсутствием

артерий, исходящих из аневризмы (Рисунок 5).

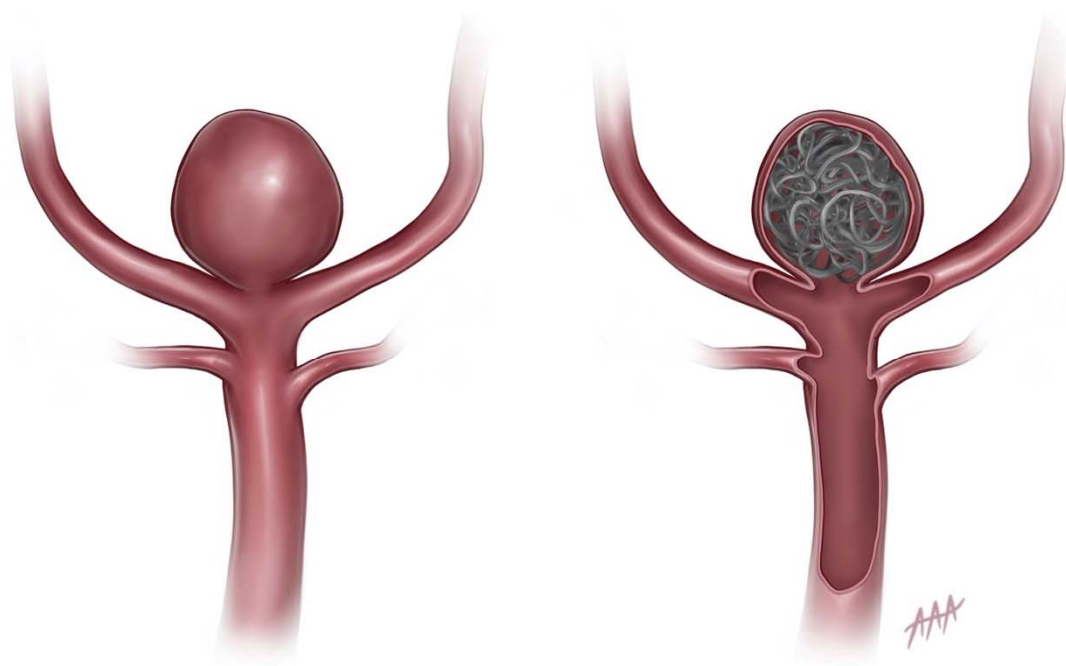


Рисунок 5 - Схема имплантации микроспиралей при аневризмах с узкой шейкой

В нашей серии окклюзия аневризмы микроспиральями без вспомогательных методик выполнена у 48 (29,1%) пациентов. Из них 18 (37,5%) пациентов оперированы в остром периоде САК, 17 (35,5%) – в холодном, у 13 (27%) пациентов аневризмы были неразорвавшимися. Тотальная окклюзия микроспиральями без вспомогательных методик была достигнута у 25 (52,1%) пациентов, субтотальная – 17 (35,4%), частичная с контрастированием полости аневризмы у 5 (10,4%), с контрастированием между витками спиралей и стенкой аневризмы - 1 (2,1%).

103 (62,4%) пациентам имплантированы микроспиральи Target. Основываясь на нашем опыте, данные спирали более тонкие и мягкие в сравнении с представленными на рынке спиралями. Они способствуют деликатной и бережной окклюзии аневризм маленького и среднего размера. Прежде всего, отличаются широким ассортиментом размерного ряда и различной степенью жесткости (Standart, 3D, Soft, Ultrasoft). Помимо вышеуказанного,

преимуществом данной спирали является возможность неоднократного репозиционирования и надежность в отделении.

Выбор типа спиралей основывался на опыте хирурга и технических характеристиках спирали. Правильный размер спирали повышает эффективность выбранной спирали и безопасность пациента. Жесткую спираль использовали для создания прочного интрааневризмального каркаса и надежной поддержки шейки аневризмы. Более мягкие спирали использовались для уплотнения центральной части полости аневризмы. Также, мягкой спиралью лучше пользоваться в остром периоде САК для избегания перфорации дна и стенок аневризмы микроспиралями. Чтобы снизить риск миграции микроспираль размер первой и второй спирали должны быть одинаковыми и не быть меньше ширины шейки. Для более плотного заполнения аневризмы мы использовали, так называемые, 3D-спирали. Однако, их применение в полной мере не решало вопрос надежной окклюзии пришеечной части аневризм с широкой шейкой.

В случаях, когда невозможно использование стент-ассистенции, в частности, в остром периоде САК – мы заведомо шли на субтотальную и частичную окклюзию, для исключения риска повторного разрыва.

Технические результаты окклюзии микроспиралями с использованием баллон-ассистенции

Баллон-ассистенция была использована в нашей серии наблюдения у 2 пациентов: один пациент с неразорвавшейся аневризмой и один - в холодном периоде САК ($p < 0,05$). Были использованы баллоны Nureform. В обоих случаях удалось достичь субтотальной окклюзии. Методика баллон-ассистенции имеет свои особенности (Рисунок 6).

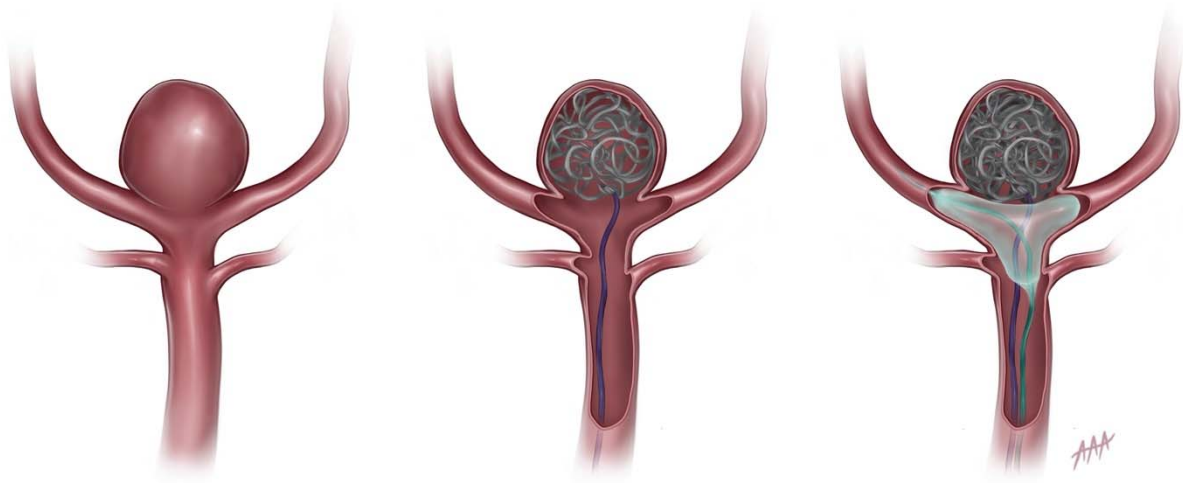


Рисунок 6 - Схема окклюзии микроспиралями бифуркационной аневризмы с широкой шейкой с помощью баллона

Важным моментом, является осторожное раздувание баллона в режиме Roadmap навигации для предотвращения его миграции в аневризму, и как следствие, способствовать ее разрыву. Выбор размера баллона зависит от диаметра задних мозговых артерий и ширины шейки. Некорректный выбор размера баллона и чрезмерное усилие могут привести к разрыву артерии. В конце имплантации каждой спирали перед ее отделением, необходимо сдвигать баллон для оценки адекватности позиционирования спирали в полости аневризмы. Отделение каждой спирали и удаление микрокатетера из аневризмы в конце окклюзии осуществляется при раздутом баллоне, для исключения риска захвата витков спиралей микрокатетером и их вывихивание в область бифуркации.

Однако, данный метод имеет ряд недостатков: необходимость использования двух катетеров - один из которых устанавливался в просвет сосуда, а вторым осуществлялась катетеризация полости аневризмы для имплантации спиралей. Тромбогенная природа микрокатетера и раздувание баллона способствовали увеличению риска тромбоэмболических осложнений. Эта проблема частично решена с появлением двухпросветных баллон-катетеров, что делает данный метод перспективным в отношении аневризм с широкой шейкой. Если в результате окклюзии аневризм с помощью баллон-катетера

наблюдалось позиционирование витков спиралей в области бифуркации БА или в одной из задних мозговых артерий, мы назначили антиагрегантную терапию ацетилсалициловой кислотой 100 мг в сутки, как правило, на 6 недель после вмешательства. Если по данным контрольной интраоперационной цифровой субтракционной ангиографии создавалось впечатление о изменении кровотока в области бифуркации и ЗМА и создавался риск тромбоэмболических осложнений, тактика могла смениться в пользу имплантации стента.

На наш взгляд баллон – ассистенция в остром периоде САК должна использоваться с осторожностью. Сосудистое русло в условиях субарахноидального кровоизлияния и церебрального вазоспазма требуют особенно деликатных манипуляций со стороны хирурга. Эти условия не всегда удается создать в условиях баллон-ассистенции. Из-за усилия создаваемого при раздутии баллона, существует высокий риск уплотнения спиралей в области шейки аневризмы, и как следствие, интраоперационного разрыва аневризмы.

Таким образом, баллон-ассистенция не требует назначения двойной антиагрегантной терапии и в ряде случаев может иметь преимущество перед стент-ассистенцией в лечении аневризм с широкой шейкой, в том числе и остром периоде САК, в нашем исследовании использование баллона скорее предпочтения не имело.

Технические результаты окклюзии микроспиральями с использованием стент-ассистенции в зависимости от анатомо-морфологических характеристик аневризмы и дистального отдела базилярной артерии

В нашей серии стент-ассистенция применена у 115 (69,7%) из 165 пациентов. Эндоваскулярная окклюзия микроспиральями является стандартным и предпочтительным методом лечения АББА. Частота реканализации аневризм вертебробазилярного бассейна после окклюзии микроспиральями выше, чем в каротидном бассейне. Бифуркационные аневризмы с широкой шейкой относятся к классу сложных аневризм и требуют особого подхода в выборе метода лечения.

Интракраниальные стенты произвели революцию в эндоваскулярном лечении аневризм. Применение стентов значительно расширило показания к эндоваскулярным операциям и увеличило количество реконструктивных операций. Эндоваскулярные операции по поводу окклюзии аневризм с применением стент-ассистирующих методик также зарекомендовали себя, как оптимальный и безопасный способ лечения АББА с широкой шейкой и сложных аневризм с атипичной анатомией дистального отдела БА и ЗМА. Технология стентов заметно улучшилась за последнее десятилетие. Появились саморасширяемые стенты с открытым и закрытым дизайном ячеек, моделируемые под анатомические особенности ЗМА.

Неразорвавшиеся аневризмы оперированы у 53 (46,1%) из 115 пациентов, у 56 (48,7%) – в холодном периоде кровоизлияния, у 6 (5,2%) – в остром периоде САК. Тотальная окклюзия достигнута в 64 (55,7%) из 115 наблюдений, субтотальная – в 38 (33%), частичная – в 12 (10,4%).

Аневризмы с широкой шейкой при симметричном отхождении ЗМА

Для эндоваскулярного лечения АББА с широкой шейкой с типичной анатомией дистального отдела БА и симметричным отхождением ЗМА мы использовали методику «Y-стентирования». Данная методика заключается в последовательной имплантации стентов по типу «Y» из задних мозговых артерий в базилярную артерию (Рисунок 7).

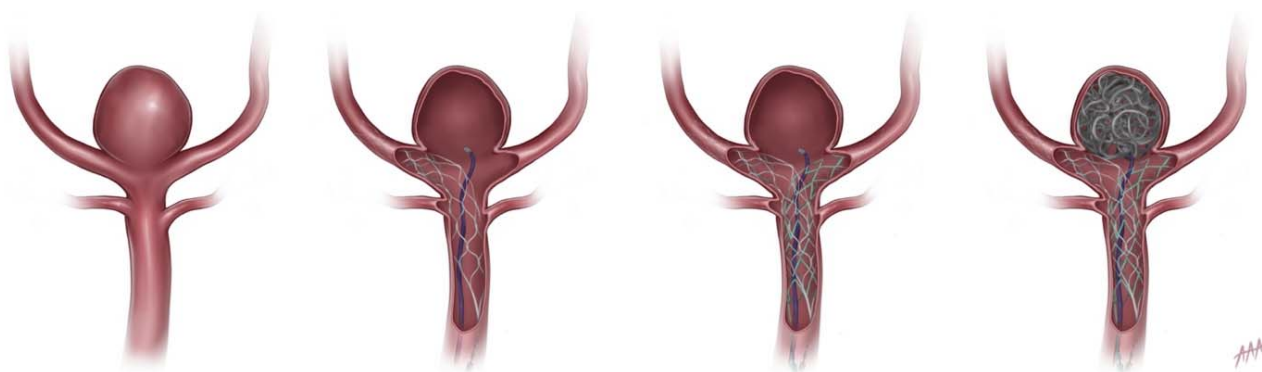


Рисунок 7 - Схема «Y»-стентирования при лечении бифуркационных аневризм с широкой шейкой при симметричном отхождении задних мозговых артерий

Первой катетеризировалась та ЗМА, катетеризация которой более сложна. Так как, при неправильном выборе артерии для первого стента, могут возникнуть трудности при катетеризации второй ЗМА (вывихивание катетера, травма сосуда). Потеря положения микрокатетера может сделать повторный доступ к аневризме невозможным или привести к пролапсу микроспиралей в БА. В нашем исследовании Y-стентирование выполнено 44 (38,2%) пациентам.

Выбор стента или комбинации стентов осуществлялся на основе оценки анатомических особенностей бифуркационных ветвей и шейки аневризмы: при широкой шейке – два стента; узкой шейкой или латерализации аневризмы – один стент; открытый дизайн ячеек стента использовался при отклонении угла отхождения дочерних ветвей бифуркации.

Два стента Enterprise (E-E) были имплантированы 20 (45,4 %) пациентам, Neuroform (N-N) – 14 (31,9%), комбинацией стентов Neuroform и Enterprise (N-E) – 8 (18,1%), Solitaire-Solitaire (S-S) и Solitaire-Enterprise (S-E) по 1 (2,3%) пациенту, соответственно (Таблица 1).

Таблица 1 - Взаимосвязь класса окклюзии от выбора стента

МШРР	N-N (14)	E-E (20)	N-E (8)	S-S (1)	S-E (1)
I	78,6%	55%	62,5%		
II	21,4%	40%	12,5%		100%
III	0%	5%	25%	100%	

Выявлены более высокие показатели тотальной окклюзии аневризм (МШРР I) при комбинации стентов N-N и N-E. Это может быть связано с техническими характеристиками стента Neuroform. Стент с открытым дизайном ячеек, благодаря своей структуре, способен принимать форму сосуда, модифицироваться в зависимости от анатомических характеристик аневризмы и артерии. Катетеризация через ячеи стента Neuroform для имплантации второго стента обычно не составляет труда. Мы не рекомендуем использование двух стентов с закрытым дизайном ячеек, так как это ухудшает навигацию и катетеризацию через ячеи стента. В нашей серии из 20 пациентов данный тандем

показал более низкие результаты окклюзии в сравнении с другими комбинациями ассистирующих устройств. Наиболее предпочтительной, на наш взгляд, является комбинация стента с открытым и закрытым дизайном ячеек. Данная конструкция способствует надежной поддержке шейки аневризмы и безопасной окклюзии микроспиральями.

Таким образом, «Y-стентирование» оправдало себя в качестве надежного метода предотвращения миграции спиралей при широкой шейке.

Аневризмы с широкой шейкой и асимметричном отхождении ЗМА

Анализируя ангиограммы пациентов с АББА, мы отметили, что развилка не является идеально симметричной, кроме этого, аневризма также редко располагается строго по центру. Не всегда для надежной поддержки шейки аневризмы требуется имплантация двух стентов.

В каждом конкретном случае можно выбрать наиболее оптимальное расположение единственного стента в соответствии с имеющимися анатомическими особенностями и этого будет достаточно для достижения желаемого результата.

При латерализации аневризмы для стентирования следует выбирать ту ЗМА, к которой наиболее близко располагается аневризма. В этом случае, стент может максимально перекрыть зону шейки и этого будет достаточно для предотвращения миграции спиралей из аневризмы. При изменении области бифуркации БА и извитости ЗМА необходимо использовать стент с открытым дизайном ячеек, он модифицируется под изменения анатомии артерий, что способствует более интимному прилеганию к стенке артерии. В случаях, когда невозможна катетеризация ЗМА (отхождение ЗМА под разными углами от бифуркации и аневризмы или ЗМА разного калибра), мы использовали бифуркационный стент рConus (Рисунок 8).

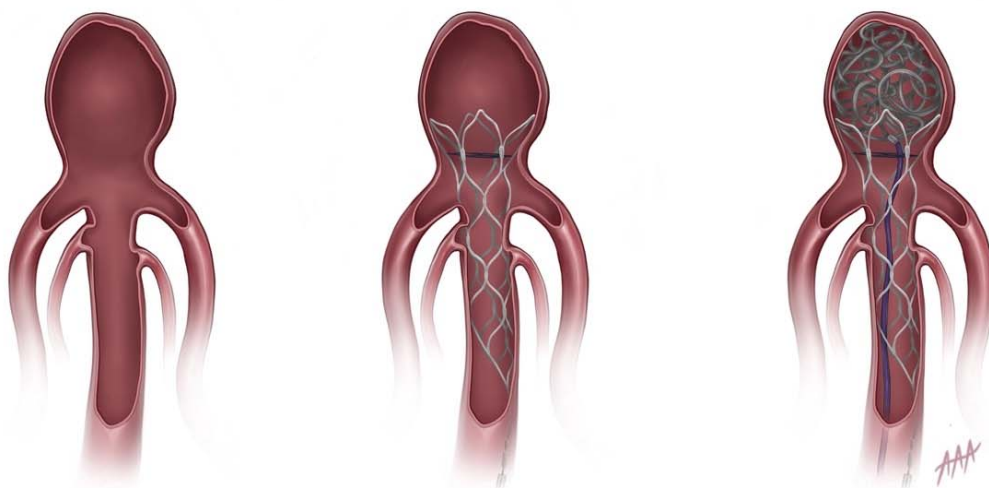


Рисунок 8 - Схема использования стента pConus при лечении аневризмы бифуркации базилярной артерии

Стент создает надежную опору для имплантации спиралей в аневризму и предотвращения пролабирования их в просвет несущего сосуда. Особенностью конструкции стента является возможность полного его репозиционирования в виду жесткого сцепления с толкателем. Отделение стента от толкателя производилось после полной окклюзии аневризмы микроспиралями.

В отличие от рутинной стент-ассистенции, при использовании pConus не требуется предварительная катетеризация аневризмы катетером для доставки спиралей. В случае вывихивания микрокатетера из аневризмы в ходе подачи спиралей, повторная катетеризация аневризмы не представляет проблем, так как нет необходимости проводить микрокатетер через ячейки стента.

В наше исследование включены 23 (20%) пациента, пролеченных при помощи стента pConus. Трое из них в остром периоде САК. Первичной тотальной окклюзии удалось достичь у 67,6% пациентов, в 17,6% случаев сохранялось остаточное контрастирование пришеечной части аневризмы, а в 14,8% наблюдалось распределение контрастного вещества между витками микроспиралей в области тела аневризмы.

Аневризмы с широкой шейкой с отхождением ЗМА разного калибра или латерализацией

При анатомических особенностях задних мозговых артерий, возможны варианты отхождения артерий разного калибра. В таком случае, катетеризируется ЗМА большая по размеру. Если катетеризация не удавалась, при условии расположения аневризмы по оси БА, использовали стент рConus, имплантация которого не требует катетеризации ветвей ЗМА. При латерализации аневризмы или недоступной для катетеризации второй ЗМА, использовали методику одиночного стентирования (Рисунок 9).

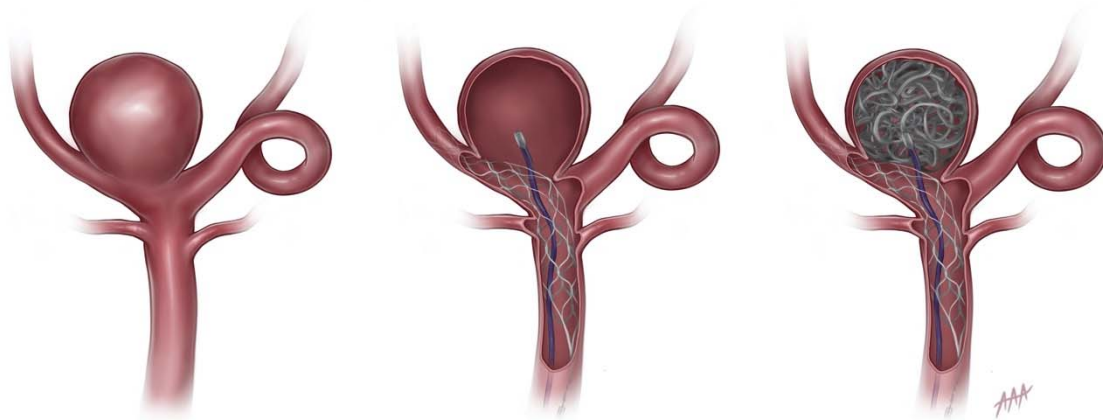


Рисунок 9 - Схема катетеризации и имплантации стента при латерализации аневризмы, разном калибре и извитости бифуркационных ветвей

Таким образом, аневризмы с узкой шейкой подлежат окклюзии микроспиральями. В случае, аневризм с широкой шейкой с симметричным отхождением ЗМА необходимо прибегать к помощи стент-ассистенции. Наиболее рациональным сочетанием является комбинация стентов с открытым и закрытым дизайном ячеек. При изменении расширении бифуркации БА, латерализации аневризмы, асимметричном отхождении ЗМА, недоступных для катетеризации, возможно применение одного стента.

Катетеризация ЗМА при латерализованной аневризме может быть сопряжена с риском вывихивания микропроводника и микрокатетера в полость

аневризмы. В этих случаях, необходим динамический контроль за положением макрокатетера и избегать напряжения в микрокатетере. При создании излишнего упора увеличивается риск перфорации как аневризмы, так и прилежащих артерий. При отхождении ЗМА под острым углом, вхождении артерий дистального отдела БА в пришеечную часть аневризмы необходимо применение бифуркационного стента, не требующего катетеризации ЗМА.

Особенности хирургической техники в остром периоде субарахноидального кровоизлияния

В наше исследование включены 24 пациента, прооперированных в остром периоде САК. Из них 16 (66,7%) женщин и 8 (33,3%) мужчин. Минимальный возраст составил 28 лет, максимальный – 71 год. Средний размер аневризмы был 7,73 мм, средний размер шейки – 3,96 мм. Все аневризмы имели мешотчатую форму, у 15 (62,5%) были дивертикулы.

Распределение пациентов по тяжести состояния Hunt-Hess и распространенности кровоизлияния по Fisher представлены на рисунках 10 и 11.

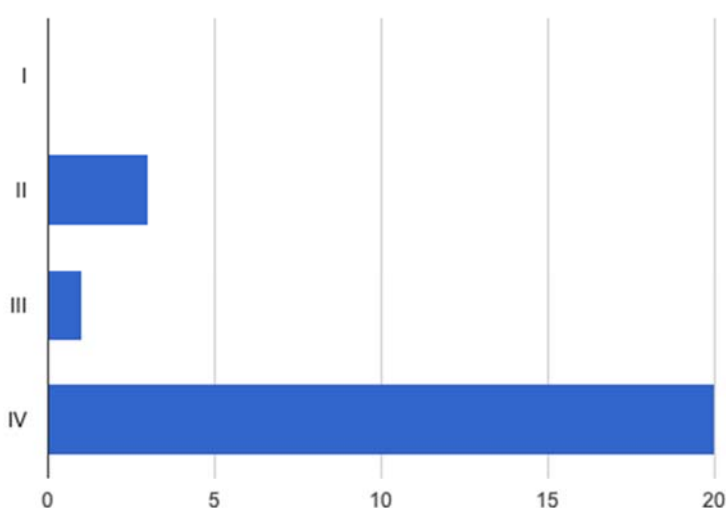


Рисунок 10 - Распространенность кровоизлияния по Fisher

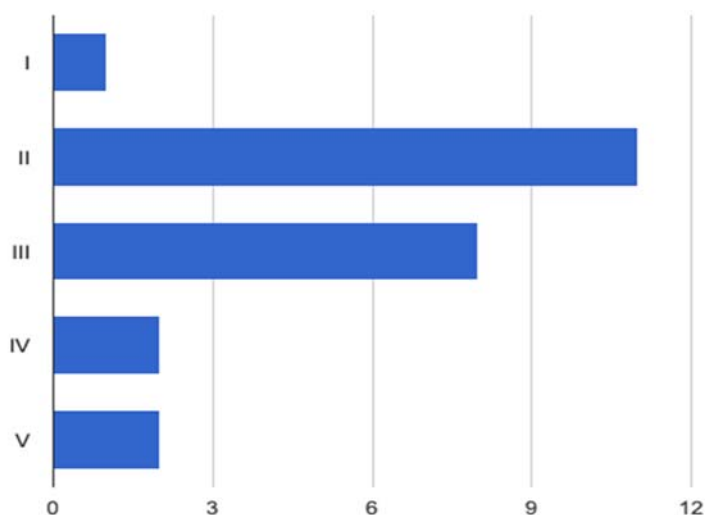


Рисунок 11 - Тяжесть состояния по шкале Hunt-Hess

Средняя продолжительность операции составила 146 минут. Стент-ассистенция применена у 6 (25%) пациентов. В 1 случае использована техника «Y»-стентирования, в 3 случаях использован бифуркационный стент и у 2 пациентов имплантирован один стент. Тотальная окклюзия аневризмы достигнута в 10 (41,7%) случаях, в 10 (41,7%) – субтотальная и в 4 (16,7%) – частичная ($p=0,043$). Интраоперационные осложнения наступили у 2 пациентов (повторный разрыв аневризмы и тромбоз стента). Улучшение отмечено у 9 (39,1%) пациентов, ухудшение - у 3 (13%), 2 (8,7%) пациента скончались от последствий субарахноидального кровоизлияния (исходная степень по шкале Hunt-Hess IV и V).

Эндоваскулярное лечение аневризм ВББ в остром периоде кровоизлияния имеет ряд проблем. Прежде всего, ограниченное использование стент-ассистирующих методик, связанное с невозможностью проведения двойной антиагрегантной терапии. Применение баллон-ассистенции в остром периоде требует специфической и деликатной хирургической тактики. Технические сложности при операциях также обусловлены особенностями анатомии дистального отдела базилярной артерии и задних мозговых артерий в условиях церебрального вазоспазма. Эндоваскулярное лечение аневризм в условиях острого САК представляет собой сложную задачу. Ранние технические

результаты показывают более низкие показатели тотальной окклюзии в сравнении с данными неразорвавшихся аневризм.

В условиях острого периода субарахноидального кровоизлияния наиболее оптимальной тактикой эндоваскулярного лечения аневризмы является достижение частичной или субтотальной окклюзии аневризмы с целью минимизации риска повторного кровоизлияния и возможных интраоперационных осложнений. В тех случаях, когда представляется возможным использовать стент-ассистенцию, показано интраоперационное введение дезагрегантов через зонд.

Клинические исходы и ранние послеоперационные осложнения

В подавляющем большинстве 137/165 (83,0%) случаев в послеоперационном периоде функциональный статус пациентов соответствовал 0-2 баллам по шкале МШР. Улучшение отметили 76/165 (46%) пациентов, без динамики в неврологическом статусе – 72/165 (43,7%).

Интраоперационные осложнения наступили у 5 (3%) пациентов. В 2 (1,2%) случаях развились геморрагические осложнения – у одного пациента произошел спонтанный интраоперационный разрыв аневризмы после имплантированной первой спирали, во втором случае возникла перфорация дна аневризмы первой микроспиралью. Тромбоэмболические осложнения наблюдались у 3 (1,8%) пациентов: у 2 (1,2%) из них они были связаны с тромбозом стента или сосуда и в 1 (0,6%) случае осложнение было вызвано микроэмболией, связанной с формированием тромба на проводниковом катетере на фоне остановки кровотока в гипопластичной позвоночной артерии. У 1 (0,6%) пациента в процессе прохождения извитостей, развился манипуляционный спазм позвоночной артерии, который был разрешен интраартериальным введением блокаторов кальциевых каналов.

Таким образом, анализ летальных исходов при лечении аневризм бифуркации базилярной артерии в остром периоде субарахноидального кровоизлияния свидетельствует о высокой непредсказуемости и тяжести течения

заболевания даже при своевременном вмешательстве.

Из трёх случаев летальности у двух пациентов наблюдалась крайне тяжёлая клиническая картина: они были госпитализированы в ранние сроки после спонтанного САК (1–7 сутки), причём тяжесть состояния соответствовала IV степени по шкале Hunt–Hess и IV степени по шкале Fisher. Возраст пациентов (41 год у женщины и 61 год у мужчины) указывает на широкий диапазон риска, тогда как эндоваскулярное лечение церебрального вазоспазма, несмотря на предпринятые меры, оказалось недостаточным для предотвращения летального исхода: оба пациента скончались от нарастающего вазоспазма на 6-е и 14-е сутки после операции. Эти результаты подчёркивают доминирующую роль вазоспазма в ухудшении прогноза при тяжёлых формах кровоизлияния, а также сложность своевременного и полного контроля данного осложнения.

Третий случай представляет собой 42-летнюю пациентку, у которой аневризма бифуркации базилярной артерии была обнаружена случайно. Пациентка страдала вторичной артериальной гипертензией с подъёмом артериального давления до 230 мм рт. ст. В ходе операции произошло спонтанное САК, что, на фоне резко нарастающего отёка головного мозга, привело к летальному исходу на вторые сутки. Данный эпизод демонстрирует, что даже «случайная» аневризма при наличии неконтролируемых гипертонических кризов может внезапно осложниться интраоперационным разрывом, и стремительно прогрессирующий отёк мозга оставляет крайне мало времени для эффективного лечения.

Таким образом, все три клинических примера подчёркивают сложность ведения пациентов с аневризмами базилярного бассейна в остром периоде, а также указывают на ключевую роль тщательного контроля артериального давления и агрессивной профилактики вазоспазма. Несмотря на достижения эндоваскулярных технологий и возможность раннего вмешательства, тяжесть исходной патологии, высокий риск ангиоспазма и сопутствующие факторы (гипертонические кризы, объём кровоизлияния) могут свести к минимуму положительный эффект даже при полном соблюдении протокола лечения.

Алгоритм эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии

Для планирования эндоваскулярного вмешательства мы всегда исходили из реально доступных на данный момент условий технического и инструментального оснащения, позволяющих проводить именно реконструктивные операции. На основании анализа анатомо-морфологических характеристик аневризмы и бифуркации БА, нами разработан алгоритм эндоваскулярной тактики АББА (Рисунок 12).

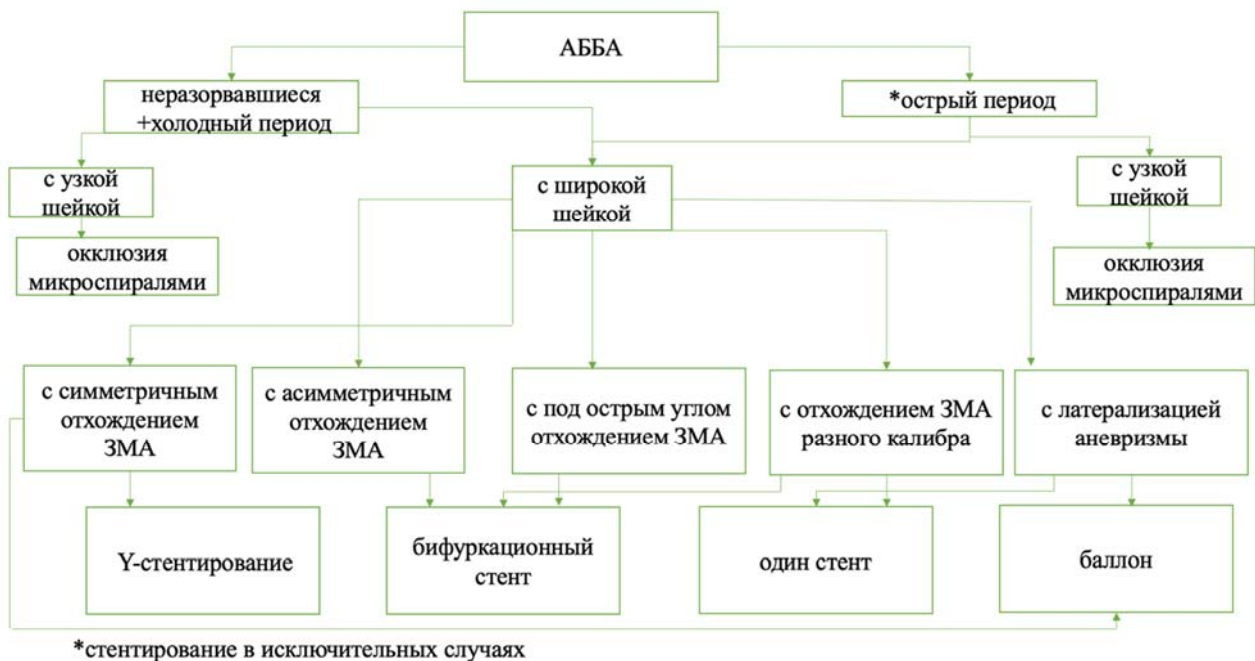


Рисунок 12 - Алгоритм эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии в зависимости от анатомо-морфологических характеристик аневризмы, периода заболевания и ангиоархитектоники вертебробазилярного бассейна

Аневризмы с узкой шейкой вне зависимости от клинического течения аневризматической болезни подлежали окклюзии микроспиральями. Методика «У»-стентирования применима для аневризм с широкой шейкой и симметричным отхождением ЗМА, без извитости и равного диаметра. Аневризмы с латерализацией и отхождением ЗМА разного калибра возможно

применение одного стента для поддержки шейки аневризмы. В случаях, ассимметричного отхождения ЗМА, артерий разного диаметра, под острыми углами по отношению к оси базилярной артерии, вовлечение артерий дистального отдела БА в пришеечную часть аневризмы, оправдано применение бифуркационного стента. В остром периоде субарахноидального кровоизлияния лечение аневризм с широкой шейкой необходимо разделять на 2 этапа: первым – проведение субтотальной или частичной окклюзии микроспиральями для снижения риска повторного кровоизлияния и вторым этапом – в отдаленном периоде, применение стент-ассистенции. В случаях, когда операция без стента невозможна, показана имплантация стента с введением дезагрегантов интраоперационно через зонд (как правило, после 10 суток от САК).

В нашей серии наблюдения подход к выбору метода лечения неразорвавшихся аневризм и разорвавшихся аневризм в холодном периоде субарахноидального кровоизлияния не отличался. Данные группы при создании алгоритма объединены в одну.

Отдаленные результаты лечения

Сроки катamnестического наблюдения составили от 3-х до 48 месяцев, данные нейровизуализации получены у 119 (72,1%) из 165 пациентов. В 74 (62,1%) случаях в качестве контрольного исследования выполнена МР-АГ, в 35 (29,4%) – СКТ-АГ, в 10 (8%) - цифровая субтракционная ангиография.

Клинические данные были доступны у 131 (79,3%) из 165 пациентов при первом контроле через 6-12 месяцев. По МШР через 6-12 месяцев после операции соответствовало 0 - 2 баллам у 111 (84,7%) пациентов, 3 - 6 баллам – у 20 (15,3%). Из 131 пациента через 12-24 месяца повторно обследованы 76 (58%) пациентов, остальные 55 - «выпали» из катamnеза.

Через 12-24 месяца 0-2 балла по МШР имели 65 (85,5%) пациентов, 3-5 балла – 11 (14,5%). Внегоспитальная летальность составила 3% (4) и не была связана с аневризмой. Двое пациентов скончались от перенесенной коронавирусной инфекции, двое - в результате декомпенсации сердечно-

сосудистой патологии. В отдаленном послеоперационном периоде прооперировано 6 (5%) пациентов по поводу реканализации аневризмы.

Тотальная окклюзия через 6-12 месяцев после операции отмечена у 90,5% пациентов в группе неразорвавшихся аневризм, в 81,2% - в группе пациентов, прооперированных в остром периоде субарахноидального кровоизлияния и 85% - в холодном периоде (Таблица 2). Субтотальная окклюзия наблюдалась у 6 (15%) пациентов, оперированных в холодном периоде САК и 4 (8,9%) имеющих неразорвавшиеся аневризмы. В остром периоде САК у 3 (18,8%) пациентов наблюдалась частичная окклюзия.

Таблица 2 - Взаимосвязь степени окклюзии по шкале Реймонда-Роя и клинического течения заболевания через 6-12 месяцев после операции

Шкала Реймонда-Роя	Без разрыва, % (n=63)	Острый, % (n=16)	Холодный, % (n=40)	p
ШРР I	57 (90,5)	13 (81,2)	34 (85)	0,020
ШРР II	6 (9,5)	0	6 (15)	
ШРР III	0	3 (18,8)	0	

При анализе отдаленных результатов окклюзии аневризм в зависимости от периода статуса разрыва аневризмы, выявлены более высокие результаты тотальной окклюзии в группе пациентов с неразорвавшимися аневризмами и прооперированных в холодном периоде САК. При сопоставлении с ранними послеоперационными результатами выявлено повышение класса окклюзии, что связано с продолженным тромбированием аневризмы.

Тотальная окклюзия через 12-24 месяцев после операции достигнута у 89,7% пациентов в группе неразорвавшихся аневризм, в 85,7% - в группе пациентов, прооперированных в холодном периоде субарахноидального кровоизлияния и 80% в группе, прооперированных в остром периоде САК (Таблица 3). При этом наблюдался стабильный I класс по шкале Реймонда-Роя у большинства пациентов.

Таблица 3 - Взаимосвязь степени окклюзии по шкале Реймонда-Роя и клинического течения заболевания через 12-24 месяцев после операции

Шкала Реймонда-Роя	Без разрыва, % (n=39)	Острый, % (n=10)	Холодный, % (n=14)	p
ШРР I	35(89,7)	8 (80)	12 (85,7)	0,020
ШРР II	4 (10,3)	0	2 (14,3)	
ШРР III	0	2(20)	0	

При оценке отдаленных результатов с применением стент-ассистенции тотальная окклюзия отмечалась у 82/91 (90,1%) пациентов и у 20/28 (71,4%) пациентов, прооперированных при помощи микроспиралей (Таблица 4). В подавляющем большинстве пациентам в исследовании имплантированы стенты с низким показателем реканализации в отдаленном периоде.

Таблица 4 - Взаимосвязь степени окклюзии по шкале Реймонда-Роя и выбора метода эндоваскулярного лечения через 6-12 месяцев после операции

Шкала Реймонда-Роя	Без вспомогательных методик, % (n=28)	Стент-ассистенция, % (n=91)	p
ШРР I	20 (71,4)	82 (90,1)	0,206
ШРР II		9 (9,9)	
ШРР III	8(28,6)		

Отдаленные результаты эндоваскулярной окклюзии микроспиральями без вспомогательных методик

Через 6 месяцев после операции данные о окклюзии микроспиральями без вспомогательных методик были доступны у 28 (58,3%) из 48 пациентов (20 пациентов «выпали» из каdamнеза). Тотальная окклюзия была достигнута у 20 пациентов, что составило 71,4%, частичная – у 8 (28,6%). При оценке функционального статуса 0-2 балла по МШР имели 92% пациентов. При сравнении с ранними послеоперационными техническими результатами,

отмечено увеличение радикальности ранее проведенных операций (тотальная окклюзия 52,1%). Представленные данные свидетельствуют о эффективности и безопасности методики в долгосрочной перспективе.

Таким образом, при аневризмах мешотчатой формы, без отхождения бифуркационных ветвей от шейки аневризмы, аневризмы с узкой шейкой и в остром периоде субарахноидального кровоизлияния, оправдана окклюзия аневризмы микроспиралями с хорошим техническим и клиническим долгосрочным результатом. С течением времени отмечено увеличение частоты тотальной окклюзии с 52,1% до 71,4%, за промежуток 6-12 месяцев.

Отдаленные результаты эндоваскулярной окклюзии микроспиралями со стент-ассистенцией

При последующем контроле данные нейровизуализации были доступны у 91 пациента, в ходе оперативного вмешательства которых использованы стенты. Через 6-12 месяцев тотальная окклюзия была достигнута в 82 (90,1%) из 91 случаев (24 пациента «выпали» из катамнеза).

При сопоставлении послеоперационных ангиограмм и контрольных исследований выявлено, что класс I по МШРР повысился с 55,7% до 90,1%. Однако, показатель первоначальной окклюзии несколько выше, чем в группе рутинной окклюзии спиралями (МШРР I класс -52,1%).

Факторы риска неполного выключения аневризмы из кровотока

Анализ повторных вмешательств на АББА выявил в нашей серии два вида операций: реканализация аневризмы в 3 (2,5%) случаях; дополнительная окклюзия аневризмы микроспиралями после частично или субтотально окклюзированной аневризмы в остром периоде САК – в 3 (2,5%).

Реканализованные аневризмы в двух случаях имели исходный I класс по МШРР, в одном случае – II класс.

В первых двух случаях, реканализация (изменение с I класса на II) вероятно связана с прямым кровотоком в базилярной артерии, направленным в область

бифуркации. В результате воздействия на пришеечную область, ранее имплантированные спирали уплотняются и занимают более дистальное положение в полости аневризмы, тем самым увеличивая контрастирование пришеечной части аневризмы.

В другом случае произошло увеличение контрастируемой пришеечной части аневризмы в размере с 2 мм до 4 мм, потребовавшее дополнительной окклюзии микроспиралями. Данную реканализацию мы связываем с особенностями имплантации стента rConus. Лепестки стента должны быть расположены дистальнее устьев ЗМА. В данном примере, левая ЗМА отходила от пришеечной части аневризмы под острым углом, что потребовало более дистального позиционирования лепестков. В этой связи между лепестками стента и стенкой пришеечной части аневризмы образовалась маленькая полость, которая увеличилась через 2 года после первой операции.

Факторы, влияющие на снижение радикальности эндоваскулярных операций при аневризмах бифуркации базилярной артерии

Статистически значимые факторы ($p \leq 0,05$)

1) Двухкамерность аневризмы ($p=0,009$). Наличие нескольких «отделов» или «камер» внутри одного аневризматического мешка усложняет полную окклюзию: хирургу необходимо заполнять каждую камеру отдельно, что повышает риск неполного выключения аневризмы.

2) Вхождение задних мозговых артерий в пришеечную часть аневризмы ($p=0,044$). Отхождение ЗМА от пришеечной части аневризмы ограничивает выбор эндоваскулярного инструмента и влияет на степень радикальности выполненного вмешательства. Для снижения риска тромбозных осложнений, расположение спиралей в полости аневризмы, проходимость устьев ЗМА, области бифуркации БА необходимо мониторировать в режиме динамической ангиографии. Имплантация стента в области БА и ЗМА требует адекватного позиционирования, для предотвращения пролапса спиралей.

3) Патологическая извитость сосудов вертебробазилярного бассейна по

ходу доступа ($p=0,024$). Избыточная извитость затрудняет катетеризацию, повышает риск травмы сосуда и зачастую заставляет ограничиться частичной окклюзией.

4) Острый период субарахноидального кровоизлияния ($p=0,03$). В этой ситуации главным приоритетом является стабилизация состояния пациента и предотвращение повторного кровоизлияния. Полная окклюзия аневризмы может быть отложена, чтобы снизить интраоперационные риски.

Факторы, не достигшие статистической значимости ($p > 0,05$):

1) Размер аневризмы ($p=0,069$). Размер аневризмы больше 10 мм требует большего количества материалов, обладают повышенным риском миграции спиралей, однако по данной выборке этот фактор не достиг достоверных значений.

2) Размер шейки аневризмы более 4 мм ($p=0,072$). Широкая шейка усложняет полное заполнение аневризмы микроспиралями, однако в рамках исследования статистическая значимость не была подтверждена.

3) Продолжительность оперативного вмешательства ($p=0,058$). Длительные операции повышают риск утомления операционной бригады и осложнений; тем не менее, достоверность данного показателя оказалась на грани статистической значимости.

4) МШР 3–5 баллов ($p=0,078$). При выраженных неврологических дефицитах врачи чаще ограничиваются меньшим объёмом вмешательства из-за тяжёлого состояния пациента, однако статистическая значимость не была достигнута.

При качественной предоперационной подготовке возможно прогнозировать перечисленные риски и частично предотвращать нежелательные события. Однако, в остром периоде субарахноидального кровоизлияния радикальное выключение аневризмы из кровотока не всегда является первостепенной задачей, что закономерно приводит к увеличению количества повторных операций в отдалённом послеоперационном периоде.

Если на первичном этапе невозможно достичь тотальной окклюзии

аневризмы, целесообразно разделять эндоваскулярное лечение на два этапа: сначала выполнить стабилизирующую часть вмешательства, снижая риск повторного кровоизлияния, а по мере улучшения состояния пациента проводить окончательную, максимально радикальную окклюзию.

ВЫВОДЫ

1. Оптимальной первичной диагностикой является спиральная компьютерная томографическая ангиография, позволяющая оценить анатомо-морфологические характеристики аневризмы и сосудов вертебробазилярного бассейна, на основании которых принимается решение о возможности проведения эндоваскулярной операции. При анализе первичных ангиографических данных выявлено, что большинство аневризм имели мешотчатую форму 98,8% (160) и средний размер 8мм 87,3% (144), двухкамерное строение - 6,7% (11), дивертикулы - 29,9% (49). Нами были определены анатомо-морфологические варианты АББА в зависимости от отхождения бифуркационных ветвей: симметричное отхождение ЗМА выявлено у 82 (49,7 %) исследуемых, в 30,3% (50) случаев ЗМА отходили от пришеечной части аневризмы, в 3% (5) – ВМА; в 12,7% (21) ЗМА отходили под острым углом по отношению к оси базилярной артерии; извитой ход ЗМА имели в 44,2% (73) случаев; ЗМА разного калибра зафиксированы у 7,2% (12) пациентов.

2. В ходе анализа данных выявлены факторы, влияющие на уменьшение степени радикальности выполненной операции: острый период субарахноидального кровоизлияния, при размерах шейки - более 4мм (сопоставимых с диаметром базилярной артерии), наличие дивертикулов, отхождение задних мозговых артерий от пришеечной части аневризмы, извитость позвоночных артерий ($p < 0,05$). Выявлена корреляционная взаимосвязь между извитостью брахицефальных артерий и продолжительностью операции ($p < 0,05$) Наиболее сложными для выключения являются аневризмы с широкой шейкой и отходящими ветвями от шейки, а также при отхождении задних мозговых артерий под острыми углами.

3. Эндovasкулярное лечение аневризм базилярной артерии является методом выбора. Эндovasкулярная окклюзия микроспиральями – эффективный и безопасный метод лечения аневризм бифуркации базилярной артерии с низким показателем летальности (1,8%) и минимальным риском реканализации в отдаленном периоде - 2,5% (3). Тотальная окклюзия микроспиральями без вспомогательных методик достигнута у 25 (52,1%) пациентов, с помощью стент-ассистенции – у 64 (55,7%), с увеличением этих показателей через 6-12 месяцев после операции (71,4% и 90,1% соответственно). В остром периоде субарахноидального кровоизлияния окклюзия спиральями выполнялась для снижения риска последующего кровоизлияния (класс I по шкале Реймонда-Роя у 10 (42,7%) пациентов). При невозможной тотальной/субтотальной окклюзии за одну операцию эндovasкулярное лечение необходимо проводить в два этапа. Второй этап лечения проведен у 3 (2,5%) пациентов.

4. Учитывая имплантацию спиралей при всех операциях, наиболее информативным инструментом оценки отдаленных технических результатов является СКТ-АГ в режиме подавления артефактов от металла (MARS) либо МР-АГ в режиме 3D-TOF. Аневризмы с узкой шейкой, в том числе, в остром периоде субарахноидального кровоизлияния подлежат окклюзии микроспиральями. Баллон-ассистенция не требует назначения двойной антиагрегантной терапии и в ряде случаев может иметь преимущество перед стент-ассистенцией в лечении аневризм с широкой шейкой. При аневризмах сложной конфигурации с широкой шейкой требуется использование стент-ассистенции. В случае, отхождения ветвей от пришеечной части аневризмы наиболее оптимальной методикой стентассистенции является использование бифуркационного стента.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Спиральная компьютерная томография головы и шеи в ангиографическом режиме является основным методом предоперационной диагностики аневризм и определения тактики лечения.

2. При выборе метода эндovasкулярного лечения необходимо учитывать не

только анатомо-морфологические характеристики аневризмы, но и анатомию экстракраниальных отделов обеих позвоночных артерий. Доступ к аневризме следует осуществлять через позвоночную артерию, имеющую более широкий и прямой ход.

3. При использовании «Y-стентирования» рекомендуется первоочередно устанавливать стент в наиболее сложную для катетеризации заднюю мозговую артерию. При разном калибре артерий и острых углах отхождения задних мозговых артерий методом выбора является установка бифуркационного стента.

4. В остром периоде субарахноидального кровоизлияния применение методики баллон-ассистенции возможно, но должно быть выверенным решением, с оценкой риска возможного разрыва аневризмы, уплотнения спиралей, отрыва мелких перфорантов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Курзакова И.О., Яковлев С.Б. / Эндovasкулярное лечение аневризм бифуркации базилярной артерии при помощи стента pConus // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2023; 87(4):74–84. <https://doi.org/10.17116/neiro20238704189>

2. Konovalov A., Shekhtman O., Pilipenko Yu., Okishev D., Ershova O., Oshorov A., Abramyan A., Kurzakova I., Eliava Sh. / External Ventricular Drainage in Patients With Acute Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage After Microsurgical Clipping: Our 2006-2018 Experience and a Literature Review // Cureus, том 13, № 1, с. 1-10

3. Курзакова И.О., Яковлев С.Б. / Эндovasкулярное лечение аневризм бифуркации базилярной артерии при помощи стента pConus // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова, 2022, том 14, S1, с. 165

4. Курзакова И.О. Яковлев С.Б. / Тактика эндovasкулярного лечения аневризм вертебробазилярного бассейна в остром периоде субарахноидального кровоизлияния // Российский нейрохирургический журнал имени профессора

А.Л. Поленова, том 17, S1, с. 328-329

5. Гребенев Ф.В., Яковлев С.Б., Элиава Ш.Ш., Данилов Г.В., Курзакова И.О., Арустамян С.Р., Виноградов Е.В., Коледова Ю.В., Саидов С.Ф. Индекс сложности эндоваскулярного лечения нервавшихся аневризм сосудов головного мозга // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко, 2025; 89 (4): 39-50. <https://doi.org/10.17116/neiro20258904139>

6. Grebenev F.V., Eliava Sh.Sh., Konovalov An.N., Danilov G.V., Yakovlev S.B., Pilipenko Yu.V., Kheyreddin A.S., Okishev D.N., Belousova O.B., Kurzakova I.O., Semenov D.E., Koledova Yu. V., Mamedbekova G.Sh., Saidov S.F., Gabrielyan L.R., Shmelev N.D. / Influence of age and comorbidity on the frequency of complications of surgical treatment of unruptured intracranial aneurysms // Neurosurgical review, том 48, с. 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10143-025-03707-7>

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АББА – аневризма бифуркации базилярной артерии

МШР – модифицированная шкала Ренкин

БА – базилярная артерия

ББА – бифуркация базилярной артерии

ЦСА – цифровая субтракционная ангиография

ЗМА – задняя мозговая артерия

ЗСА – задняя соединительная артерия

ВББ – вертебробазилярный бассейн

ПА – позвоночная артерия

ВМА – верхняя мозжечковая артерия

ПНМА – передняя нижняя мозжечковая артерия

ЗНМА – задняя нижняя мозжечковая артерия

СМА – средняя мозговая артерия

ПМА – передняя мозговая артерия

ОСА – общая сонная артерия

ВСА – внутренняя сонная артерия

МШРР – модифицированная шкала Реймонда–Роя

САК – субарахноидальное кровоизлияние

ДДАТ – двойная дезагрегантная терапия

АСК – ацетилсалициловая кислота

СКТ-АГ – спиральная компьютерная томографическая ангиография

МР-АГ - магнитно-резонансная ангиография

ППНС – потокоперенаправляющий стент

ВАУ – внутрианевризмальные устройства

MARS – Metal Artifact Reduction Software

ККС – каротидно-кавернозное соустье

GDC - Guglielmi Detachable Coil

ЛСК – линейная скорость кровотока