

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

На правах рукописи

Курзакова Ирина Олеговна

ЭНДОВАСКУЛЯРНОЕ ЛЕЧЕНИЕ АНЕВРИЗМ БИФУРКАЦИИ
БАЗИЛЯРНОЙ АРТЕРИИ

3.1.10. Нейрохирургия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук Яковлев Сергей Борисович

Москва – 2025

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Обзор литературы.....	10
1.1 Определение и этиопатогенез аневризм бифуркации базилярной артерии.....	10
1.2 Эпидемиология аневризм бифуркации базилярной артерии.....	11
1.3 Клинические проявления аневризм бифуркации базилярной артерии	12
1.3.1 Бессимптомное течение аневризматической болезни.....	12
1.3.2 Субарахноидальное кровоизлияние	13
1.4 Диагностика церебральных аневризм.....	14
1.4.1 Спиральная компьютерная томография	14
1.4.2 Магнитно-резонансная томография	16
1.4.3 Цифровая субтракционная ангиография	16
1.5 Анатомические особенности дистального отдела вертебробазилярного бассейна.....	17
1.5.1 Анатомия дистального отдела базилярной артерии.....	17
1.5.2 Анатомия задних мозговых артерий	18
1.6 Эндоваскулярное лечение аневризм бифуркации базилярной артерии.....	19
1.6.1 Окклюзия аневризм бифуркации базилярной артерии микроспиральями	20
1.6.2 Окклюзия аневризм бифуркации базилярной артерии микроспиральями с баллон-ассистенцией	23
1.6.3 Окклюзия аневризм бифуркации базилярной артерии микроспиральями со стент-ассистенцией	24
1.6.4 Имплантация потокоперенаправляющего стента на уровне аневризм бифуркации базилярной артерии	28
1.6.5 Имплантация внутрианевризмальных устройств и приспособлений для реконструкции шейки аневризмы бифуркации базилярной артерии	29
Глава 2 Материал и методы исследования.....	33
2.1 Общая характеристика исследуемых пациентов	33
2.2 Методы обследования пациентов.....	36
2.3 Методы эндоваскулярного лечения	39
2.4 Методы оценки результатов эндоваскулярного лечения.....	40
2.4.1 Оценка ранних послеоперационных результатов.....	40
2.4.2 Оценка отдаленных послеоперационных результатов.....	41
2.5 Статистическая обработка материала	42
Глава 3 Реконструктивные эндоваскулярные операции при аневризмах бифуркации	

базилярной артерии.....	43
3.1 Общие принципы проведения эндоваскулярных операций	43
3.2 Характеристика методов эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии.....	47
3.3 Технические результаты окклюзии микроспиральями без вспомогательных методик.....	48
3.4 Технические результаты окклюзии микроспиральями с использованием баллон-ассистенции.....	54
3.5 Технические результаты окклюзии микроспиральями с использованием стент-ассистенции в зависимости от анатомо-морфологических характеристик аневризмы и дистального отдела БА.....	60
3.5.1 Аневризмы с широкой шейкой при симметричном отхождении ЗМА.....	61
3.5.2 Аневризмы с широкой шейкой и асимметричном отхождении ЗМА	65
3.5.3 Аневризмы с широкой шейкой с отхождением ЗМА разного калибра или латерализацией	71
3.6 Особенности хирургической техники в остром периоде субарахноидального кровоизлияния	76
3.7 Клинические исходы и ранние послеоперационные осложнения	82
3.8 Алгоритм эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии	91
Глава 4 Анализ отдаленных результатов эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии.....	94
4.1 Отдаленные результаты лечения	94
4.2 Отдаленные результаты эндоваскулярной окклюзии микроспиральями без вспомогательных методик.....	96
4.3 Отдаленные результаты эндоваскулярной окклюзии микроспиральями со стент-ассистенцией.....	98
4.4 Факторы риска неполного выключения аневризмы из кровотока.....	102
Заключение	105
Выводы	117
Практические рекомендации.....	119
Список сокращений.....	120
Список литературы	121
Приложение А Используемые шкалы	133

Введение

Актуальность темы исследования

Аневризмы бифуркации базилярной артерии (АББА) составляют 5–8% от всех внутричерепных аневризм и 49%–63% среди аневризм вертебробазилярного бассейна [1–4].

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% [2,5].

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 [3,4,6]. 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% [3,4,6].

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, remodelировать 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. Оклюзия 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 аневризм 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 научно-практической 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.

Глава 1 Обзор литературы

1.1 Определение и этиопатогенез аневризм бифуркации базилярной артерии

Аневризмы бифуркации базилярной артерии (АББА) представляет собой патологическое расширение или выпячивание в области бифуркации базилярной артерии, образующиеся в результате ослабления внутренней оболочки сосуда [7–9]. Этиология образования аневризм не имеет принципиальных различий у аневризм различного размера и локализации [8].

Причинами их образования могут служить как наследственные заболевания соединительной ткани и внеклеточного матрикса, так и различные патологические процессы с вовлечением сосудистой стенки [8,10]. Патогенез АББА считается многофакторным. Расположение аневризм в артериальных бифуркациях указывает на первостепенную роль гемодинамики [11].

Гемодинамический стресс вызывает местную воспалительную реакцию, которая ослабляет стенку сосуда и приводит к образованию аневризмы [8]. Эти дегенеративные изменения могут быть связаны как с дефицитом коллагена, так и с врожденной слабостью слоев артериальной стенки [7].

Ferguson и соавт. полагают, что вероятность аневризмобразования на бифуркации сосудов выше, чем при образовании аневризм боковой стенки. Это объясняется возникновением гемодинамического стресса в области бифуркации в ответ на столкновение с кровотоком [7,11,12].

Однако, до сих пор неизвестно, какие факторы определяют величину гемодинамического стресса в артериальной бифуркации [7]. Kaspera и соавт. в исследовании морфологических и гемодинамических факторов развития бифуркационных аневризм у 190 пациентов высказали предположение, что величина гемодинамического напряжения и его распределение в артериальной бифуркации могут зависеть от показателей кровотока, а также от

ангиоархитектоники бифуркации, т.е. угла бифуркации и калибра сосудов [12].

Tütüncü и соавт. выявили, что наличие аневризмы связано с более широким углом бифуркации БА [13]. В частности, у пациентов с АББА углы были значительно больше в сравнении как с пациентами контрольной группы, так и аневризмами другой локализации. Пороговое значение угла 138° считали прогностически благоприятным для образования аневризмы БА [13].

1.2 Эпидемиология аневризм бифуркации базилярной артерии

На долю аневризм вертебробазилярного бассейна (ВББ) приходится 15% от всех интракраниальных аневризм [14–16]. АББА составляют около 5-8% всех интракраниальных аневризм и 49-63% среди аневризм вертебробазилярного бассейна [13,15,17].

По данным мета-анализа, годовой риск разрыва аневризмы ВББ любого размера, за исключением аневризмы задней соединительной артерии (ЗСА), составляет 1,8%, что значительно выше, чем при аневризме каротидного бассейна - 0,49% [1,2,5,6,18,19].

В крупных международных исследованиях (ISUIA, 2007; ISAT, 2002), пятилетняя кумулятивная частота разрывов аневризмы у пациентов, не имевших в анамнезе субарахноидального кровоизлияния с аневризмами ВББ 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 [3,4]. Многофакторный анализ выявил три фактора риска субарахноидального кровоизлияния (САК): размер (максимальный диаметр 7-12 мм 3,3% и две специфические локализации: ЗСА 2,1% и АББА 2,3% [3,4,20]. Факторы риска образования аневризм делятся на 2 типа: модифицируемые и немодифицируемые. К немодифицируемым факторам риска относят семейную историю и женский пол [7,21]. После 50 лет частота выявления аневризм увеличивается среди женщин по сравнению с мужчинами и может приближаться к соотношению 3:1. Как правило, это связано с угасанием функции яичников и дефицитом эстрогена и как следствие наступлением менопаузы [7].

Семейный анамнез является самым сильным фактором риска образования

аневризм головного мозга среди немодифицируемых факторов риска [7]. Родственники первой степени родства пациентов с аневризмами имеют в 4-7 раз повышенный риск заболевания в сравнении с общей популяцией [7,14]. У пациентов с одним членом семьи, у которого выявлена аневризма - риск развития составляет 4%, тогда как у пациентов с 2 или более родственниками первой ступени риск составляет от 8% до 10% [8]. Кроме того, у родственников первой степени родства, как правило, происходит субарахноидальное кровоизлияние из аневризм меньшего размера и в более молодом возрасте в сравнении с пациентами со спорадическими аневризмами [22].

Выявление модифицируемых факторов риска формирования и разрыва аневризм имеет большое значение [23]. Среди модифицируемых факторов риска выделяют пожилой возраст, артериальную гипертензию, курение, чрезмерное употребление алкоголя, наркотиков, дефицит эстрогена, церебральный атеросклероз и черепно-мозговую травму [7,14,21,24].

1.3 Клинические проявления аневризм бифуркации базилярной артерии

1.3.1 Бессимптомное течение аневризматической болезни

Неразорвавшиеся аневризмы часто протекают бессимптомно и выявляются случайно при диагностическом исследовании, выполненному по поводу другого заболевания [8].

Крупное мультицентровое исследование ISUIA, включившее в себя 1692 пациента с неразорвавшимися внутричерепными аневризмами размером 2 мм и больше (1077 без признаков перенесенного САК в анамнезе) показало, что неразорвавшаяся аневризма была выявлена у пациентов в ходе обследования по поводу кровоизлияния из другой аневризмы (30,4%), головной боли (23,7%), транзиторной ишемической атаки или острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу (10,5% и 10,6% соответственно), поражения черепных нервов (8,0%), судорожных припадков (2,9%), появления симптомов объемного образования головного мозга (2,7%), субдуральной или внутримозговой гематомы (1,2%), опухоли головного мозга (0,8%),

демиелинизирующих заболеваний головного мозга (0,4%) и неопределенных «приступов» (7,1%) [3].

Характер проявления аневризм влияет на естественное течение заболевания и на выбор тактики лечения. Многие авторы отмечают, что среди неразорвавшихся симптомных аневризм риск кровоизлияния в 4 раза выше по сравнению с асимптомными, случайно выявленными, аневризмами [5].

1.3.2 Субарахноидальное кровоизлияние

Аневризмы являются ведущей причиной геморрагического инсульта, составляя 70–85% нетравматических субарахноидальных кровоизлияний (САК) [22].

В исследовании ISUIA было показано, что суммарный риск разрыва внутричерепной аневризмы составляет 0,7% [3]. По данным проспективной части этого исследования риск разрыва аневризмы передних отделов виллизиева круга в течение 5 лет составляет 0% для аневризм меньше 7 мм, 2,6% для аневризм от 7 до 12 мм, 14,5% для аневризм от 13 до 24 мм, 40% для аневризм более 25 мм. Для аневризм задних отделов виллизиева круга, включая ЗСА, риск составляет 2,5% для аневризм меньше 7 мм, 14,5% - для аневризм от 7 до 12 мм, 18,4% - для аневризм от 13 до 24 мм, 50% - для аневризм более 25 мм. По данным ретроспективной части ISUIA общая частота САК из аневризм менее 10 мм составляет 0,05% в год и 0,5% в год, если имелось предшествующее САК из другой аневризмы; для аневризм более 10 мм - 1% в год для обеих групп [3].

Исследование Juvela и соавт. у 142 пациентов с неразорвавшимися аневризмами с длительностью наблюдения 18 лет показали следующие результаты: риск разрыва составлял 10,5% за 10 лет, 23% за 20 лет и 30,3% за 30 лет после установки первичного диагноза [25].

По данным В.В. Крылова риск аневризматического САК возрастает с 3 на 100 000 населения среди лиц до 30 лет до 30 на 100 000 населения среди лиц старше 60 лет [26]. М. Greenberg отмечает, что риск повторного САК составляет от 2 до 4% в первые 24 часа от первого разрыва аневризмы и примерно 15-20% в течение

следующих двух недель [27].

Однако, предложенные на сегодняшний день сведения противоречивы. Маленькие аневризмы могут иметь более высокий риск разрыва в зависимости от локализации и отношения к несущему сосуду [28].

Доказано, что примерно 10-15% больных умирают от кровоизлияния после разрыва аневризмы до оказания медицинской помощи, летальность в течение первых 2-3 недель после разрыва аневризмы находится в диапазоне от 20 до 30%, а в течение 1 месяца после кровоизлияния достигает 46%, инвалидами становятся около 20-30% [26].

1.4 Диагностика церебральных аневризм

Диагностика играет ведущую роль в верификации диагноза, определении показаний к оперативному лечению и выборе хирургической тактики. Определение анатомо-морфологических характеристик аневризмы, таких как ее форма, размер тела аневризмы, размер шейки, наличие дивертикула, отхождение артериальных ветвей от аневризмы, имеют решающее значение в выборе метода лечения. Возможности методов нейровизуализации аневризм резко расширились в последние десятилетия, включая применение цифровой субтракционной (ЦСА) ангиографии в 2D и 3D режимах, магнитно-резонансной ангиографии и спиральной компьютерной томографии с внутривенным введением контрастного препарата.

1.4.1 Спиральная компьютерная томография

Спиральная компьютерная томография с внутривенным введением контрастного препарата (СКТ-АГ) путем обработки тонких срезов позволяет получить трехмерное изображение артерий головного мозга по отношению к окружающим мозговым структурам [29]. СКТ-АГ брахиоцефальных артерий позволяет выявить изменения анатомии сосудов и оценить возможность проведения эндоваскулярного инструментария в зону интереса. Чувствительность и специфичность метода находится в интервалах от 77% до 97% и от 87% до 100% соответственно [8,29]. Эти показатели существенно снижаются для (до 3мм)

аневризм [8]. Целью применения СКТ является не только выявление аневризм, но также оценка состояния вещества головного мозга, субарахноидальных ликворных пространств и желудочковой системы мозга [30,31]. При САК в остром периоде на СКТ определяется скопление крови в субарахноидальном пространстве преимущественно в зоне разорвавшейся аневризмы [32]. При кровоизлиянии из аневризмы базилярной артерии скопление крови определяется в цистернах основания мозга, образования гематомы в субталамической области и среднего мозга, сгустков крови в межножковой цистерне [32].

Также СКТ-АГ успешно зарекомендовала себя при оценке отдаленных результатов хирургического лечения [33]. Так, например, при эндоваскулярном лечении аневризм при помощи имплантации потокоперенаправляющего стента (ППНС), данная методика позволяет оценить радикальность исключения аневризмы из кровотока, положение и проходимость стента. Однако при лечении аневризм микроспиралями в зоне проведенной операции при СКТ наблюдаются артефакты, затрудняющие визуализацию аневризмы и прилежащих артерий. Эта проблема была решена с внедрением в практику СКТ-АГ в режиме подавления артефактов от металла MARS (Metal Artifact Reduction Software) [34].

По данным проведенного в 2003 году мета-анализа 21 исследования, включавших 1251 пациентов, выявлено, что чувствительность и специфичность КТ-ангиографии составляет 93,3% и 87,8% соответственно в сравнении с ЦСА [35]. Выполнение СКТ-АГ позволяет оценить наличие кальцификатов в стенке аневризмы и тромбов в ее полости [36]. Однако СКТ-АГ в режиме 3D-реконструкции не всегда точно отражает истинные размеры аневризмы, особенно при аневризмах малых размеров (менее 5 мм) [37].

Проведение данного исследования затруднено при наличии у пациентов почечной недостаточностью, контраст индуцированной нефропатии или аллергической реакции на контрастное вещество [34,38]. Эта категория пациентов требует адекватной анестезиологической поддержки на диагностическом этапе и предоперационном планировании.

1.4.2 Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансная ангиография (МР-АГ) – это бесконтрастный метод визуализации сосудов головы, способствующий диагностике цереброваскулярной патологии. Для выявления аневризм используют времяпролетную (TOF) МР-АГ. Чувствительность МР-АГ составляет от 74% до 98%, а специфичность 100% для аневризм 3 мм и более [8,38]. Проведенный анализ результатов диагностики аневризм размерами 5 мм и менее с использованием 3Т TOF МР-АГ и с объемной визуализацией показал высокую точность данного метода – 96,4%–97,3% [39].

К преимуществам данного метода, благодаря которым его можно использовать как метод выбора для скрининга, направленного на выявление аневризм, относят неинвазивность и отсутствие рентгеновского облучения. Также МР-АГ является предпочтительным методом визуализации ранее окклюзированных микроспиральями аневризм. Отсутствие костных структур на МР-АГ позволяет лучше визуализировать аневризмы проксимальных сегментов внутренней сонной артерии. Бесконтрастная МР-АГ является методом выбора для пациентов, которым противопоказано введение контрастного вещества, включая пациентов с почечной недостаточностью [40].

Тем не менее, МР-АГ труднее проводить у пациентов в критическом состоянии, потому что на ее выполнение требуется значительно больше времени [41].

1.4.3 Цифровая субтракционная ангиография

ЦСА признана «золотым стандартом», который обеспечивает детальную оценку аневризмы по отношению к другим сосудам [42–44]. В 1998 году была разработана трехмерная ротационная ЦСА, что позволило преодолеть имевшиеся ранее ограничения этого метода диагностики ввиду двухмерности изображения. Церебральная ЦСА не может быть использована как скрининговое исследование в связи с необходимостью госпитализации пациентов и наличием вероятных осложнений при проведении манипуляции, таких как развитие неврологического дефицита (1-2,5%), в том числе стойкого (0,1-0,5%), местных осложнений в области

пункции бедренной артерии (до 6,9%), нарушение почечной функции вследствие токсического действия контрастного вещества (до 2%) [45]. Трехмерная ЦСА остается главным диагностическим методом выявления аневризм менее 3 мм, аневризм сосудов малого диаметра (в том числе, перфорирующих артерий) и сложном анатомическом расположении [46]. Ключевым моментом данной методики является возможность дополнительной обработки полученных данных и построения в специальной программе трехмерной модели для планирования вида и объема оперативного вмешательства.

1.5 Анатомические особенности дистального отдела вертебробазилярного бассейна

1.5.1 Анатомия дистального отдела базилярной артерии

Базилярная артерия (БА) образована слиянием позвоночных артерий в области понто-медулярной борозды. Ее ствол проходит в предмостовой цистерне до межножковой ямки, где разделяется на задние мозговые артерии [26]. Длина БА составляет в среднем 32 (15-40) мм, диаметр - 4-4,5 мм [47]. Отмечено, что диаметр БА уменьшается в направлении от каудального к оральному сегменту. Развилка БА в 53% случаев располагается на уровне спинки турецкого седла, выше спинки турецкого седла в 33% случаев и ниже в 14% случаев [48]. От БА отходят передняя нижняя мозжечковая артерия (ПНМА), верхняя мозжечковая артерия (ВМА), перфорирующие артерии моста.

По данным М. Yasargil и соавт., прямой ход БА встречается лишь в 25% случаев [47]. Крылов и соавт. пришли к заключению, что прямой ход по средней линии БА имеет в 54% случаев; ход по дуге с изгибом вправо – в 30% случаев, с изгибом влево – в 10% случаев. В 6% случаев БА имеет S-образный ход [16,26]. В 16% случаев вершина БА изгибается наподобие "кобры". БА может быть образована одной позвоночной артерией (ПА), в то время как противоположная ПА заканчивается ЗНМА. Фенестрации БА встречаются в 1% наблюдений, чаще всего они сочетаются с аневризмами БА [47].

Согласно исследованию Clark и соавт., угол образования бифуркации

базиллярной артерии (ББА) варьировался от 70° до 90° , в то время как, Padvamatì и соавт. обнаружили, что он составляет от 50° до 90° , при этом наиболее часто угол образования ББА составляет от 60° до 75° . Положение дистального отдела БА, как отметили Saeki и Roton, может быть каудальным на 1,3 мм каудальнее понтомезенцефального соединения и ростральным до мамиллярных тел [49,50].

1.5.2 Анатомия задних мозговых артерий

Задняя мозговая артерия (ЗМА) образуется у переднего края моста вследствие деления БА на два ствола. Угол деления БА может быть тупым, прямым или острым. ЗМА сначала идет в межножковой цистерне параллельно верхней мозжечковой артерии, затем огибает ножку мозга и направляется через охватывающую и четверохолмную цистерны к базальной поверхности затылочной доли, где у переднего края шпорной борозды распадается на корковые ветви.

Ствол ЗМА подразделяют на 2 основных отдела - прекоммуникантный и посткоммуникантный. Выделяют 4 сегмента ЗМА (P1-P4). Прекоммуникантный отдел включает P1 - сегмент, посткоммуникантный отдел - P2-P4 сегменты ЗМА. Прекоммуникантный сегмент (P1) занимает отрезок ЗМА от бифуркации БА до места впадения ЗСА в ЗМА. Длина сегмента составляет 3-14 мм (в среднем 7), диаметр - 1,2-3,0 мм (в среднем 2,3). От задней и верхней стенок сегмента P1 отходят центральные перфорирующие артерии, четверохолмная артерия, медиальная задняя ворсинчатая артерия и ветви к ножке мозга.

По данным Крылова В.В. 2011 [26], длина P1 сегмента ЗМА справа составляет 4-11 мм (в среднем 7,4 мм), слева — 3,5-8,5 мм (в среднем 5,5 мм). Диаметр P1-сегмента ЗМА составляет в среднем 2,4 мм. Перфорирующие артерии в 58% случаев отходят от P1 сегмента ЗМА, их количество составляет от 2 до 6 артерий (в среднем 4). В 42% наблюдений перфорирующие артерии отходят от развилки БА. При этом отмечено, что в этом случае их насчитывают от 3 до 9 (в среднем 6).

Задние мозговые артерии являются терминальными ветвями базилярной артерии и изначально берут свое начало от внутренней сонной артерии (ВСА).

Такой вариант, если он сохраняется в постнатальном периоде, называется «фетальным происхождением» и подразделяется на два подтипа:

1. Полная фетальная ЗМА: 4-26% односторонняя, двусторонняя 2-4%. ЗМА полностью берет свое начало от ВСА. P1 сегмент отсутствует, т.е., только ВСА кровоснабжает затылочные доли [51]. При двустороннем полном фетальном типе ЗМА базилярная артерия может быть гипоплазирована.

2. Частичная фетальная ЗМА в 11-29% односторонняя, 1-9% - двусторонняя. P1 сегмент по-прежнему присутствует, но меньше или равен по диаметру ЗСА, большая часть кровоснабжения затылочных долей осуществляется из ВСА [51].

Морфологические вариации P1 сегмента включают аплазию (2,35%), гипоплазию (5,29%), фенестрацию (1,17%), дубликацию (2,35%), общий ствол с верхней мозжечковой артерией, общий ствол с задней соединительной артерией (1,76%) и необычные варианты отхождения: симметричное отхождение ЗМА разного калибра, ассимметричное отхождение ЗМА разного диаметра и равных по размеру, симметричное отхождение ЗМА под различными углами (острым, тупым, прямым) [49,50,52–54].

1.6 Эндovasкулярное лечение аневризм бифуркации базилярной артерии

Среди аневризм вертебробазилярного бассейна АББА являются наиболее сложными для хирургического лечения. Из-за их глубинного расположения, близости ствола головного мозга и перфорирующих артерий, показатели заболеваемости и смертности при микрохирургическом лечении долгое время оставались высокими [55]. Заболеваемость и смертность при микрохирургическом лечении разорвавшихся и неразорвавшихся аневризм ВББ достигают 30,6% и 17,5% соответственно [11]. Появление и развитие эндovasкулярных технологий открыло новые горизонты лечения АББА, сформировав к настоящему времени альтернативный прямому эффективный метод лечения.

Основоположником эндovasкулярной нейрохирургии является Ф.А. Сербиненко, который в конце 60-х годов прошлого столетия, впервые использовал латексный баллон-катетер собственной конструкции для окклюзии внутренней

сонной артерии (ВСА) на уровне каротидно-кавернозного соустья (ККС). В 1970 г. он впервые использовал баллон-катетер для окклюзии ВСА при интракраниальной аневризме [56,57]. Первоначально эндоваскулярная нейрохирургия аневризм включала имплантацию съемных баллонов. Однако, появление в 1992г. электролитически отделяемых микроспиралей Guglielmi произвело революцию в мире эндоваскулярных вмешательств на АББА и расширило спектр показаний к ним.

В настоящее время на практике активно применяются все виды реконструктивных операций (окклюзия аневризмы микроспиралами без вспомогательных методик, с баллон-, стент-ассистенцией, имплантация потокоперенаправляющих стентов, внутрианевризмальных устройств для окклюзии и устройств для поддержки шейки аневризмы) в лечении АББА.

1.6.1 Окклюзия аневризм бифуркации базилярной артерии микроспиралами

Изобретение платиновых электролитически отделяемых микроспиралей GDC (Guglielmi Detachable Coil) стало настоящим прорывом в мировой эндоваскулярной хирургии. Микроспирали являются основным материалом для лечения АББА. Благодаря своим свойствам (гибкости и мягкости) имеют явное преимущество перед баллонами, что послужило причиной увеличения количества реконструктивных вмешательств и улучшения результатов лечения пациентов с АББА с узкой шейкой. В 1997 году Raymond и соавт. опубликовали данные эндоваскулярного лечения 31 пациента при помощи отделяемой спирали Guglielmi. В остром периоде САК прооперировано 23 пациента, 8 больных имели неразорвавшиеся аневризмы, которые были выявлены в качестве случайной находки. Большинство пациентов имели I-III класс по шкале Хант-Хесс. Тотальной окклюзии аневризмы удалось достичь у 42% пациентов, субтотальной - у 52% [58,59]. Один пациент умер в результате интраоперационного разрыва аневризмы. Сроки катамнестического наблюдения варьировали от от 3 до 42 месяцев. Через 6 месяцев данные были доступны у 29 пациентов. Показатель тотальной окклюзии

аневризмы снизился до 30%, субтотальной – увеличился до 59%, а у 11% пациентов наблюдалось контрастирование полости аневризмы между витками микроспиралей [58,59]. Применение микроспиралей в остром периоде субарахноидального кровоизлияния является безопасным методом лечения аневризм и позволяет снизить риск последующего кровоизлияния.

Klein G., и соавт. в 1998 году достигли полной окклюзии аневризмы развилки базилярной артерии у 14 из 21 больных, в остальных случаях окклюзия аневризм была 90%, у 3 из них потребовалась дополнительная окклюзия спустя 6 месяцев [60]. Один больной умер от причин, не связанных с операцией. Eskridge J. and Song J. в 1998 показали преимущество эндоваскулярной окклюзии разорвавшихся аневризм развилки базилярной артерии на примере ретроспективного мультицентрового исследования 150 больных [60,61]. В отношении неразорвавшихся аневризм определенного вывода не было сделано.

К похожим результатам пришли Bavinzski и соавт. полностью исключенную аневризму из кровотока имели 67% пациентов, при последующем ангиографическом контроле этот показатель снизился до 61%. При анализе ангиограмм у 12 пациентов наблюдалось уплотнение микроспиралей и только у 8 из них удалось провести повторное вмешательство.

В 2002 году крупное рандомизированное международное исследование разорвавшихся аневризм (ISAT) сравнило микрохирургическое клипирование аневризм с окклюзией микроспиралами при разрыве аневризм головного мозга. В этом исследовании сообщалось о лучших неврологических результатах в группе эндоваскулярного лечения с 2-месячным и 1-летним хорошим результатом 73,9% и 76,5% по сравнению с 63,1% и 69,1% в группе клипирования соответственно [62]

Однако, в течение 5-летнего наблюдения 83% и 82% пациентов в группах окклюзии аневризм микроспиралами и клипирования соответственно достигли хорошего клинического результата, что свидетельствует о сходстве долгосрочных клинических результатов между двумя методами лечения. Что касается аневризм бифуркации базилярной артерии, ISAT не дает особых рекомендаций, поскольку только 17 из 2143 случаев (0,8%) имели такую локализацию [62].

В одноцентровом исследовании разорвавшихся аневризм (BRAT) аневризмы задних отделов виллизиева круга уже составили 16,9%, АББА - 4,7% [19,20].

В Международном проспективном исследовании по неразорвавшимся внутричерепным аневризмам (ISUIA) были оценены результаты хирургического и эндоваскулярного лечения. Из 2368 неразорвавшихся аневризм 172 (7,3%) аневризмы локализовались на развилке базилярной артерии. При размерах аневризмы менее 12 мм клинические результаты были одинаковыми при обоих методах лечения. Частота тотального выключения аневризмы из кровотока была низкой в эндоваскулярной группе - только 51% аневризм, пролеченных эндоваскулярно, были выключены радикально [11].

В крупном исследовании, посвященном окклюзии 316 аневризм бифуркации базилярной артерии в период с 1992 по 2005 год, Henkes и соавт. продемонстрировали 86% показатель тотальной\субтотальной первичной окклюзии пролеченных АББА [2]. Однако, через 55,8 месяца наблюдения этот показатель снизился до 48%, 15,2% реканализированных аневризм потребовали повторной эндоваскулярной операции [2]. По данным разных авторов риск разрыва ранее частично окклюзированных АББА варьирует от 0,38% до 2,1% [2,63,64].

Окклюзия аневризм микроспиральями – метод, которому пророчили большое будущее, однако при оценке отдаленных технических результатов определялся высокий процент реканализации аневризм с широкой шейкой.

При крупных аневризмах с широкой шейкой, в отличие от аневризм с узкой шейкой реканализация наблюдалась в 57% случаев в связи с чем требовалась дополнительная окклюзия функционирующей части аневризмы микроспиральями. В некоторых ситуациях повторные операции проводились в 4 этапа. При аневризмах с узкой шейкой стабильный ангиографический результат сохранялся в 92% случаев [59,65].

Дальнейшие открытия были направлены на лечение аневризм с широкой шейкой, решения проблемы реканализации аневризм и снижения риска повторного вмешательства, что привело к появлению неотделяемых баллон-катетеров.

1.6.2 Окклюзия аневризм бифуркации базилярной артерии микроспиралями с баллон-ассистенцией

В начале 90-х гг. прошлого столетия после появления отделяемых платиновых микроспиралей методика баллонной окклюзии аневризм ушла в прошлое. В настоящее время баллон используется в качестве ассистирующей техники при окклюзии микроспиралями аневризм с широкой шейкой.

Баллон-ассистирующая техника при окклюзии аневризм микроспиралями впервые была описана Moret и соавт. в 1997 году и с тех пор стала общепринятой методикой эндоваскулярного лечения аневризм с широкой шейкой [66]. Суть методики заключается во временной окклюзии баллоном несущего сосуда на уровне шейки аневризмы с целью предотвращения вывихивания спиралей из аневризмы и создания условий для более плотной ее тампонады. В этом же году Moret и соавт. вышла публикация, посвященная результатам лечения 56 пациентов с помощью баллон-ассистенции [66]. Половина (25) аневризм располагалась на базилярной артерии и 70% (37) пациентов были прооперированы в остром периоде спонтанного субарахноидального кровоизлияния. Тотальная окклюзия достигнута в 70% (40) случаев, субтотальная - 17% (9), частичная - 6% (3) [66]. В трех случаях наблюдался интраоперационный разрыв аневризмы клинически не значимый при последующем наблюдении. Таким образом, летальность составила 0%, а заболеваемость - 1% [66].

На сегодняшний день баллон-ассистенция по-прежнему широко используется в лечении как разорвавшихся, так и неразорвавшихся аневризм [67]. Несомненное преимущество методики заключается в том, что она не требует назначения двойной антиагрегантной терапии (ДАТ) и ремоделируя область шейки, позволяет добиться более плотной упаковки спиралей в пришеечной части аневризмы.

Более поздние публикации также продемонстрировали безопасность и эффективность данной методики. Wallace и соавт. опубликовали результаты лечения 231 аневризмы (5,2% из них располагались на ББА), большинство имели широкую шейку (77,5%) [68]. Диапазон наблюдения составил от 1,7 до 66,5

месяцев с частотой тотальной окклюзии – 56,5%, субтотальной – 35,6% [68]. Повторное эндоваскулярное вмешательство потребовалось в 12,6% случаев [68].

К похожим результатам пришли авторы исследований ATENA и CLARITY [69,70]. В исследовании неразорвавшихся аневризм (ATENA) и разорвавшихся аневризм (CLARITY) тотальная окклюзия была достигнута у 59,8% и 46,9% пациентов и не имела достоверных различий в сравнении с рутинной окклюзией микроспиральями [69,70]. В обзоре литературы Shapiro и соавт. описан более высокий технический успех в группе баллон-ассистенции (73%) против стандартной окклюзии спиральями (49%) [71].

Однако, несмотря на эффективность методики, наблюдается немалое количество осложнений. Двумя наиболее частыми осложнениями эндоваскулярного лечения являлись тромбоэмболия и интраоперационный разрыв. По данным Sluzewski и соавт. частота тромбоэмболических осложнений была выше в группе баллон-ассистенции (9,8%) в сравнении с окклюзией микроспиральями без вспомогательных методик (2,2%) [72]. Эти результаты сопоставимы с сравнительно недавно опубликованными данными Pop и соавт., где частота тромбоэмболий составила 7,3% [73]. Некоторые публикации указывают на отсутствие значимой разницы между развитием тромбоэмболических событий в группах с применением баллона и без [69–71].

В исследованиях ATENA и CLARITY частота интраоперационных разрывов была примерно одинаковой (3,2% и 4,4%) и отличалась в обзоре Shapiro и соавт. – 1,7% [69–71]. Из них симптоматических – 1,4 и 1,7% соответственно [69,71]. Летальность колеблется от 0 до 1,4% [69,70,73].

Данная методика оправдана в эндоваскулярном лечении аневризм в остром периоде субарахноидального кровоизлияния и является альтернативой в лечении аневризм с широкой шейкой.

1.6.3 Окклюзия аневризм бифуркации базилярной артерии микроспиральями со стент-ассистенцией

Внедрение в клиническую практику интракраниальных стентов в

значительной степени расширило показания для проведения эндоваскулярных операций и увеличило количество реконструктивных операций позволило значительно улучшить результаты лечения аневризм мозговых сосудов.

Мета-анализ отдаленных результатов лечения аневризм в сроки от 9,7 до 36 мес. наблюдения продемонстрировал превосходство стент-ассистенции по сравнению с группой, в которой применялись только микроспирали [62,74]. Так, Galal и соавт. сообщили о 43 пациентах с неразорвавшимися и разорвавшимися аневризмами, пролеченных при помощи стент-ассистенции. Полная или почти полная окклюзия аневризмы была достигнута первоначально у 60,4% и у 82,1% при катamnестическом наблюдении [74]. Chaluohi и соавт. у 235 больных с АББА продемонстрировали первичную степень окклюзии 88,4% и 87,5% для микроспиралей и при стент-ассистенции, соответственно. При оценке отдаленных результатов частота тотальной окклюзии аневризмы была выше при стент-ассистенции (81% в среднем 17,3 месяца) по сравнению с обычной окклюзией аневризмы микроспиральями (61% при среднем сроке наблюдения 27,7 месяца) [74].

Нередко АББА имеют анатомические особенности, при которых сложно достичь адекватной окклюзии. К ним относятся широкая шейка, отхождение ЗМА или верхних мозжечковых артерий из пришеечной части, острый угол отхождения ЗМА [2,62,74].

Standherd и соавт. выявили, что начальная или последующая частота полной окклюзии уменьшалась по мере увеличения размера тела и шейки аневризмы [75]. Ferns и соавт. заключили, что эндоваскулярное лечение аневризм размером более 10 мм, расположенных на бифуркации БА, обычно неэффективно [76]. Valee и соавт. утверждают, что неполная окклюзия аневризмы увеличивает риск реканализации и кровоизлияния [77].

В последние годы предложены различные устройства для лечения сложных аневризм. Стандартом лечения АББА с широкой шейкой и симметричным отхождением задних мозговых артерий является «Y-стентирование» [78,79]. Методика заключается в последовательной установке двух стентов из обеих ЗМА в БА, один из которых проводится через ячеи предыдущего, с последующей

окклюзией аневризмы микроспиральями [16, 40]. В метаанализе 601 бифуркационной аневризмы, пролеченной с помощью Y-стентирования, 366 (61%) аневризм располагались в передних отделах виллизьева круга, 235 (39%) – в вертебробазилярном бассейне. Интраоперационной тотальной и субтотальной окклюзии удалось достичь в 82,2% случаев, а в отдаленном периоде эта цифра увеличилась до 95,4%. Тромбоэмболия была наиболее частым осложнением – 6,7% наблюдений, в то время как окклюзия стента наблюдалась в 2% случаев [27]. Эти данные свидетельствуют о технической сложности при выполнении операций на бифуркационных аневризмах с широкой шейкой. Редко используемой и встречаемой двухстентной методикой является «X» или «kissing» стентирование [80]. Отличием методики от Y-стентирования является то, что стенты в просвете базилярной артерии соприкасаются одной из стенок. Ограниченное применение данной техники связано с постоянным приемом антиагрегантной терапии.

Для предотвращения облитерации дочерних ветвей бифуркации были разработаны различные модификации стентов для ассистенции [81–84].

Одним из первых таких устройств был создан стент rConus, позже rConus2 как альтернативные варианты «X» и «Y» стентирования, не требующего имплантации стента в дочерние ветви, что снижает потенциальный риск тромбоэмболических осложнений [7]. Данное устройство представляет собой стент с четырьмя дистальными лепестками и сетку из шести нейлоновых волокон в центре конструкции для обеспечения адекватного ремоделирования шейки аневризмы [84–95]. В стенте второго поколения нейлоновая сетка отсутствует, а дистальная коронка (с еще двумя лепестками) отходит от зоны сочленения между дистальной коронкой и стентом. Дистальная коронка подвижная и адекватно позиционируется в пришеечной части при аневризмах, отклоненных по оси от основной артерии, вне зависимости от углов отхождения ЗМА от БА [76,87].

В 2014 г. Henkes и соавт. опубликовали первый опыт применения техники «вафельного стаканчика» при эндоваскулярном лечении бифуркационных аневризм у 28 пациентов при помощи стента rConus, адаптированного к имплантации на бифуркациях сосудов. Суть техники заключается в

позиционировании стента таким образом, чтобы корона с лепестками располагалась в пришеечной части аневризмы. При этом маркеры лепестков должны располагаться дистальнее устьев ЗМА. Данная конструкция создает надежную опору для имплантации спиралей в аневризму и предотвращения пролабирования их в просвет несущего сосуда. В результате операции достигнута тотальная окклюзия аневризмы у 8 больных, субтотальная – у 9, частичная – у 11 лиц. Неврологический статус после операции не изменился. Катамнез был доступен у 22 пациентов (в среднем 7,5 мес). Из них у 13 человек была полная окклюзия аневризмы, 9 показали изменение статуса окклюзии в сторону большей радикальности, а у 7 изменений не было. Два пациента умерли от последствий САК, два – от имеющейся сопутствующей патологии [96].

В 2021 г. Krupa и соавт. обобщили литературные источники по rCopus в виде систематического обзора и метаанализа, включающего в общей сложности 8 исследований (198 пациентов с 200 аневризмами). Тотальная и субтотальная окклюзия после операции наблюдалась у 79,7% больных, и у 84,0% через 6 месяцев. Интраоперационные осложнения фиксировались у 17,3% пациентов, среди них самым частым была тромбоэмболия – 12,1% случаев [92]. У 26,7% пациентов аневризма оставалась полностью окклюзированной (класс I по (ШРР) шкале Реймонда-Ройя см. приложение А), у 8,9% статус окклюзии изменился со II либо с III класса на полную окклюзию, а в 14,4% статус изменился с I и II класса на III [87].

Исследование rToWin 2022 г. представляет единственное проспективное исследование по оценке безопасности и эффективности устройства rCopus первого поколения при лечении бифуркационных аневризм с широкой шейкой. Полная окклюзия наблюдалась в 49,6% случаев, в то время как остаток шейки зафиксирован в 20%, а в 30,4% наблюдений – остаточное контрастирование аневризмы. В исследовании rToWin в 75,0% и 65,6% аневризм достигнута тотальная и субтотальная окклюзия через 3–6 и 7–12 месяцев наблюдения соответственно. Этот показатель окклюзии оказался ниже, чем показатель, полученный в метаанализе Krupa и соавт. [86].

По данным Morales-Caba и соавт. полная окклюзия аневризмы наблюдалась в 51,8% аневризм, а остаток шейки в 19,6% [6, 58]. При последующем наблюдении 68,8% аневризм были полностью окклюзированы, а 14,6% имели остаточное контрастирование шейки [89].

Из достоинств рConus стоит отметить относительную простоту имплантации при сложной анатомии дистального отдела БА и острых углах отхождения ЗМА, низкий риск тромбоза стента за счет уменьшения количества имплантов в просвете сосудов [87,95]. Однако, существует ряд недостатков. У рConus2 в отличие от рConus дистальная коронка более подвижная, что позволяет его использовать при аневризмах, расположенных на бифуркации при отклонении ее от оси БА. Отсутствие потокоперенаправляющего эффекта может привести к уплотнению спиралей и способствовать реканализации аневризмы [92].

Следующая модификация устройства рConus, рCanvas была разработана с целью предотвращения потенциально вредного воздействия на внутрианевризматический кровоток. На дистальном конце стента расположена непроницаемая мембрана, не пропускающая кровоток в аневризму. Однако, при анализе литературы приведено всего два наблюдения с неудовлетворительными результатами. Для оценки эффективности данного устройства необходимо проведение дальнейших исследований с долгосрочным наблюдением [83,92,97].

1.6.4 Имплантация потокоперенаправляющего стента на уровне аневризм бифуркации базилярной артерии

С момента появления потокоперенаправляющих стентов (ППНС), они получили широкое признание в качестве варианта лечения церебральных аневризм. Имплантация стента в области бифуркации сложна, так как перекрытие дочерних ветвей может привести к увеличению количества осложнений и снижению частоты окклюзии. В недавний метаанализ включено 14 исследований с 220 аневризмами вертебробазилярного бассейна, пролеченных с помощью ППНС. Большинство аневризм локализовались в области базилярной артерии (91%). Смертность, связанная с операцией, составила 15%, при этом, показатели значительно выше у

пациентов с гигантскими аневризмами и аневризмами базилярной артерии. Через 6 месяцев после операции тотальная окклюзия была достигнута в 84%. Частота ишемических инсультов составила 11 %, 7% - тромбоза перфорантных артерий, САК – 3% и паренхиматозных кровоизлияний – 4% [98].

В обзоре Kashkoush и соавт. представлены 19 исследований с 534 бифуркационными аневризмами, 21 (4%) из них располагались на ББА [99]. Данный обзор в сравнении с предыдущим демонстрирует низкие показатели тотальной окклюзии (68%) и достаточно высокую частоту осложнений – 22% (большинство носили ишемический характер) [99]. Имплантация ППНС наряду с другими современными устройствами для выключения бифуркационных аневризм из кровотока, имеет схожие технические результаты, однако, высокое число осложнений. Прежде всего, связанных с большим количеством металла в конструкции стента, обрекающим пациента на длительный период приема дезагрегантов. Но может быть единственно возможным вариантом лечения в случае отхождения ветвей от стенки аневризмы и невозможности использования других вариантов эндоваскулярного лечения АББА.

1.6.5 Имплантация внутрианевризмальных устройств и приспособлений для реконструкции шейки аневризмы бифуркации базилярной артерии

eCLIPs представляет собой устройство, имеющее две отдельные части: первая - фиксированная в одной из дочерних ветвей бифуркации, вторая - с более высокой плотности ребристая структура, которая перекрывает шейку аневризмы [100]. В отличие от pConus, eCLIPs перекрывая шейку аневризмы, создает благоприятные условия для окклюзии микроспиральями, а также обладает потокоперенаправляющим эффектом. Предполагается, что эти факторы способствуют более радикальному выключению аневризмы из кровотока [101]. De Vries и соавт. представили данные о лечении 24 пациентов с бифуркационными аневризмами с широкой шейкой с помощью устройства eCLIPs. В исследование были включены аневризмы расположения на бифуркации ВСА и БА с индексом тело: шейка <1,6 и соотношением сторон <1,2. После среднего периода наблюдения

15,8 месяцев (диапазон 3–40 месяцев) хорошие рентгенологические результаты (I и II класс по ШРР) зарегистрированы у 95% (20/21) пациентов, 1 пациент умер от субарахноидального кровоизлияния в результате перфорации дочерней ветви бифуркации проводниковом, 1 пациент подвергся повторному оперативному вмешательству на реканализированной аневризме [100]. Однако, как утверждает сам автор, имплантация данного устройства возможна только при нормальной анатомии дистального отдела базилярной артерии и задних мозговых артерий.

PulseRider – устройство, имеющее форму рамы, которое при имплантации раскрывается по диаметру артерии. Он создан для поддержки спиралей в полости аневризмы и сохранению гемодинамического потока в области бифуркации БА. Учитывая малое содержание металла в конструкции, можно уменьшить продолжительность приема антиагрегатной терапии. На данный момент в литературе описаны малые серии пациентов с неплохими непосредственными техническими результатами (80% - тотальная окклюзия) лечения аневризм с помощью PulseRider и низкой частотой ранних послеоперационных осложнений [102–105]. Для формирования объективных выводов о безопасности и закреплении ангиографического результата необходимы исследования на большей группе пациентов с длительным периодом наблюдения.

Использование стентов при лечении аневризм требует назначения двойной дезагрегантной терапии (ДДАТ), которая существенно ограничивает их применение в остром периоде САК, а также, в ряде случаев противопоказана пациентам с системными нарушениями гемостаза. В связи с этим весьма перспективным направлением является разработка устройств, использование которых не требует ДДАТ. Исследования в этом направлении привели к созданию так называемых внутрианевризмальных устройств (ВАУ), имеющих потокоперенаправляющий эффект. К этой категории относятся устройства WEB, Contour, LUNA и Nautilus, не требующие назначения ДДАТ[86]. Указанные устройства имеют одно или многослойный сетчатый каркас из нитинола и имплантируются на доставляющей системе непосредственно в аневризму.

Устройство WEB первоначально использовалось для лечения

неразорвавшихся аневризм и аневризм в холодном периоде САК, в последствии оно показало свою эффективность в неотложных ситуациях[106]. Предполагалось использование устройства при лечении аневризм расположенных на бифуркации сосудов. Однако, с усовершенствованием WEB, появлением низкопрофильных катетеров и устройств малого размера, появилась возможность лечения аневризм другой локализации [86,107].

В систематическом обзоре и метаанализе от 2020 г., включавшем данные по 963 аневризмам, частота адекватной окклюзии аневризмы с помощью WEB составила 83,3%, с заболеваемостью и смертностью 2,9% и 0,9% соответственно [107].

В отличие от WEB Contour не полностью занимает полость аневризмы и не требует мешотчатой формы [108]. Это позволяет расширить спектр применения Contour при аневризмах со сложной геометрией и при необходимости произвести дополнительную окклюзию полости аневризмы микроспиральями. По литературным данным самая большая серия использования устройства Contour включала 34 пациента с 34 аневризмами. Восемь из них располагались на бифуркации базилярной артерии. Тотальная окклюзия достигнута в 44% случаев через 6 месяцев после операции и 44,4% - через 12 месяцев [109]. Bhogal и соавт. сообщили о смещении Contour в одном случае из трех. Авторы полагали, что это было связано с неподходящим размером и положением устройства [76,95].

LUNA – саморасширяющийся сферический имплант, изолирующий аневризму от кровотока. Согласно данным Piotin и соавт. использование LUNA является достаточно безопасным и эффективным, в то же время автор указывает на сохранение контрастирования аневризм в отдаленном периоде (36 месяцев) в 20% случаев[110].

Относительно новым перспективным внутрианевризмальным устройством является Nautilus. Система Nautilus представляет собой инструмент, состоящий из спирального элемента и дистального кольца, позволяющих осуществить окклюзию аневризмы микроспиральями. Sirakov и соавт. сообщают о результатах лечения 8 пациентов. Из них 5 было пролечено в остром периоде САК. Тотальная окклюзия

наблюдалась у 6 пациентов, субтотальная и частичная – у 2 [111].

Среди недостатков ВАУ следует отметить:

- сложность индивидуального подбора размера устройства в соответствии с размером аневризмы, особенно если она имеет неправильную геометрическую форму;

- использование доставляющих микрокатетеров большого диаметра ограничивает их применение в сосудах с извитым ходом;

Не смотря на описанные преимущества, в настоящее время сложно судить об эффективности и безопасности ВАУ в виду малого опыта их использования. Требуется дальнейшие проспективные исследования с оценкой отдаленных результатов.

Таким образом, анализ литературы показал, что, несмотря на имеющиеся достижения эндоваскулярных технологий, лечение бифуркационных аневризм, в том числе АББА, остается нерешенной проблемой [41,74]. Об этом свидетельствует тенденция поиска и создания различных устройств для радикального исключения сложных аневризм [4,11,101]. Имеющиеся в настоящее время устройства не могут в полной мере гарантировать надежность и долгосрочность исключения аневризмы из кровотока.

Актуальность тематики также связана с отсутствием дифференцированного подхода к выбору метода эндоваскулярного лечения АББА в зависимости от анатомо-морфологических параметров дистального сегмента БА.

Глава 2 Материал и методы исследования

2.1 Общая характеристика исследуемых пациентов

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 222 аневризмами. Аневризмы другой локализации 57 (34,5%) были пролечены как эндоваскулярным, так и прямым микрохирургическим методами. Некоторые из них оставлены под динамическое наблюдение. Соотношение женщин и мужчин составило 2:1, 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° и меньше 90°); извитой ход ЗМА имели 73 (44,2%) пациента; ЗМА разного калибра - 12 (7,2%) пациентов.

Анатомо-морфологические особенности сосудов ВББ представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Анатомо-морфологические особенности сосудов ВББ

Анатомо-морфологические особенности сосудов ВББ	Количество (%)
Атипичная анатомия ЗМА (%)	50,3(83)
Отхождение ЗМА от пришеечной части аневризмы (%)	30,3(50)
Извитость ЗМА (%)	44,2(73)
Отхождение ВМА от пришеечной части аневризмы (%)	3(5)
Стеноз БА (%)	1,2(2)
Гипоплазия ПА (%)	30,9(51)
Извитость ПА (%)	35,2(58)
Деформация устья ПА (%)	24,4(40)
Атипичная анатомия дуги аорты (%)	2,4(4)
Вазоспазм (%)	7,3(12)
Наличие тромбов в аневризме (%)	1,2(2)

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

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



Рисунок 2.1 - 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 2.2).

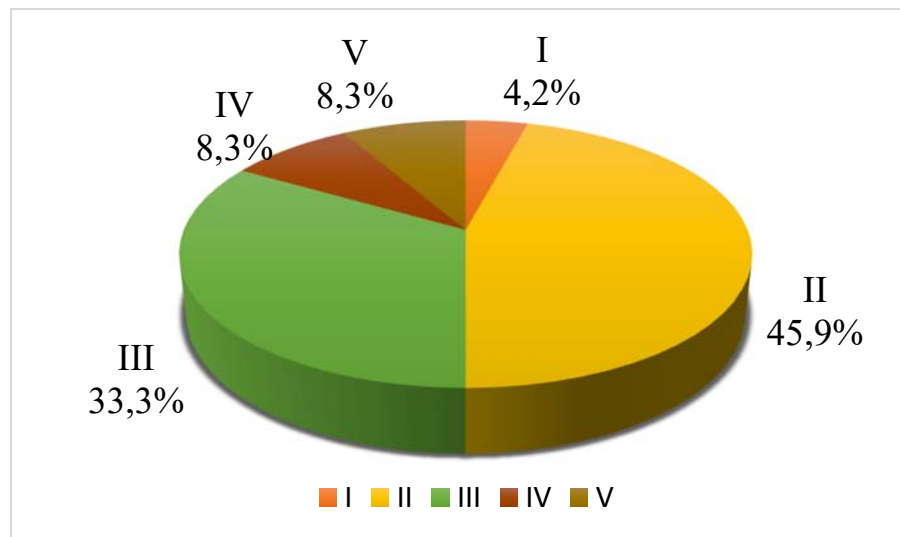


Рисунок 2.2 - Тяжесть состояния пациентов по шкале Hunt-Hess

По тяжести кровоизлияния пациенты распределились следующим образом: 83,3% (20) имели IV класс тяжести САК по шкале Fisher, 12,5% (3) пациентов – II класс, Fisher III – 4,2% (1) (Рисунок 2.3).

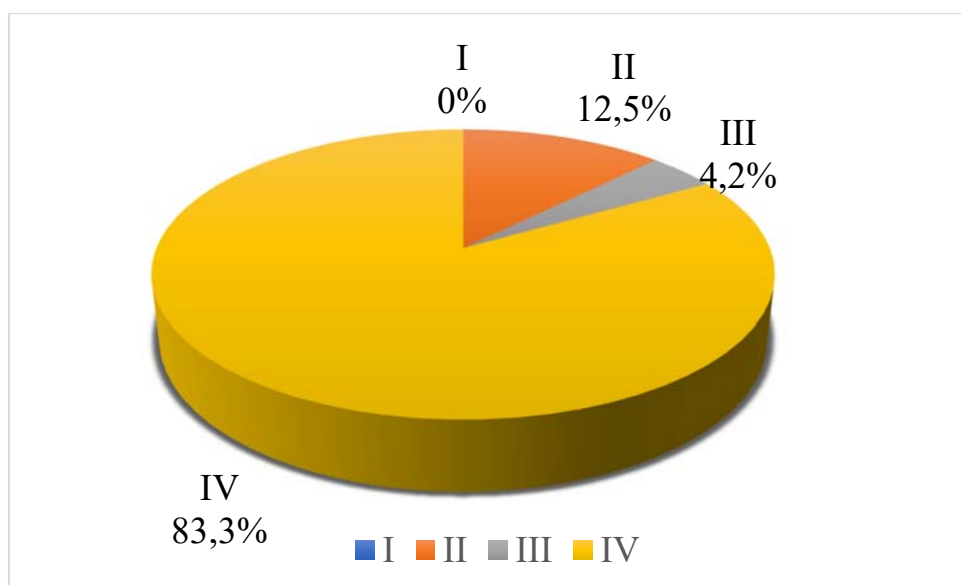


Рисунок 2.3 - Распределение пациентов по тяжести субарахноидального кровоизлияния по шкале Fisher

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 2.4).



Рисунок 2.4 - Клинические проявления

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 (Таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Структура сопутствующей патологии

Сопутствующая патология	n (%)
Гипертоническая болезнь	127 (77,9)
Сахарный диабет	5 (3,1)
Фибромускулярная дисплазия	1 (0,6)
Атеросклероз сосудов головного мозга	10 (6,1)
Гинекологические заболевания, не сопровождающиеся кровотечением	10 (6,1)
Хронические заболевания ЖКТ в стадии ремиссии	32 (19,6)

2.2 Методы обследования пациентов

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 значалась двойная дезагрегантная терапия. За основу взяты протоколы, используемые зарубежными и российскими интервенционистами, которые были адаптированы под нейрохирургических пациентов. Протокол включал проведение на догоспитальном этапе фиброгастродуоденоскопии 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 (Приложение А). 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.

2.3 Методы эндоваскулярного лечения

Все эндоваскулярные вмешательства осуществлялись на биплановых ангиографических установках Axiom Artis VA (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.

Для катетеризации аневризмы и доставки микроспиралей использованы гидрофильные микрокатетеры с дистальным диаметром 1,5 – 2,8F и

микропроводники размерами 0,007”–0,014”.

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.

2.4 Методы оценки результатов эндоваскулярного лечения

2.4.1 Оценка ранних послеоперационных результатов

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 (Приложение А).

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, б – 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 (Приложение А). На 1-е сутки после операции, все пациенты были осмотрены нейроофтальмологом, оториноларингологом и неврологом.

2.4.2 Оценка отдаленных послеоперационных результатов

Отдаленные технические результаты оценены у 119 пациентов, что составляет 72,1%, клинические – у 131 (79,3%) в сроки от 3 до 48 месяцев после операции. Степень окклюзии аневризм оценивалась по Модифицированной шкале Реймонда – Роя (Приложение А) данным МР-ангиографии в режиме 3D TOF, либо СКТ-ангиографии в режиме MARS. Шкала состояла из 3 классов окклюзии. I классу соответствовало отсутствие контрастирования аневризмы с сохранением кровотока по несущему сосуду, II классу - контрастирование пришеечной части аневризмы, III класс подразделялся на два подкласса: а – характеризовался проникновением контрастного вещества между витками спиралей; б – проникновением контрастного вещества между спиральями и стенкой аневризмы.

Особое внимание уделялось области бифуркации БА: отсутствие уплотнения спиралей в пришеечной части аневризмы (ранние предвестники реканализации аневризмы), проходимости дочерних ветвей бифуркации. В сомнительных и спорных случаях пациентам выполнялась ЦСА. Анализ динамики состояния

аневризмы осуществлялся при сопоставлении данных интраоперационных ангиограмм с результатами контрольных исследований. Функциональный исход оценивался при очной, заочной консультации, опросе при телефонном разговоре по модифицированной шкале Рэнкин.

2.5 Статистическая обработка материала

Статистический анализ выполнен в программе RedCap. В электронной базе данных содержится информация о персональных данных пациентов, функциональном статусе до и после операции, сведения о проведенном хирургическом вмешательстве и катamnестические данные. Распределение непрерывных и дискретных количественных переменных представлены как среднее арифметическое и стандартное отклонение ($M \pm SD$) для нормального распределения случайных величин, медиана и квартили ($Me [Q1; Q3]$) для величин, распределение которых отличается от нормального. Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне значимости $p < 0,05$.

Глава 3 Реконструктивные эндоваскулярные операции при аневризмах бифуркации базилярной артерии

3.1 Общие принципы проведения эндоваскулярных операций

Операцию проводили в условиях тотальной внутривенной анестезии с проведением искусственной вентиляции легких. Во всех случаях использовался трансфеморальный доступ. Пункция бедренной артерии осуществлялась под местной инфильтрационной анестезией методом «ползучего» инфильтрата. Далее в просвет артерии устанавливался интродьюсер. После установки интродьюсера вводился гепарин в дозе 5000 ЕД с повторным введением 5000 ЕД/каждый операционный час. При помощи гидрофильного проводника с последующим проведением ангиографического катетера осуществлялась катетеризация и ангиография целевого сосуда. В данном случае одна из позвоночных артерий, выбор катетеризируемого сосуда осуществлялся на основании размера, наличия патологических извитостей, прогнозирования наилучшего расположения микрокатетера по отношению к аневризме и задним мозговым артериям.

Разнокалиберность, выраженность физиологических изгибов или патологической деформации в экстракраниальном отделе определяют выбор стороны катетеризации для проведения эндоваскулярного вмешательства. При неадекватной оценке соотношения диаметра ПА и диаметра проводникового катетера, например, при катетеризации широкопросветным катетером узкой ПА, может происходить замедление или остановка кровотока в сосуде, что, в свою очередь, скажется на недостоверности верификации сосудов выше зоны слияния ПА за счет размывания контрастного вещества потоком крови из противоположной ПА. Кроме этого, могут создаться условия для формирования тромба вокруг катетера, что, в свою очередь, опасно развитием тромбоэмболических осложнений. Позиционирование гайд-катетера зависит от ряда факторов: анатомия дуги аорты, наличие извитости или деформации позвоночных артерий, диаметр артерий.

Выполнялась предоперационная ангиография в стандартных проекциях и 3D - режиме.

При планировании операции на АББА требуется тщательное исследование состояния коллатерального кровообращения. Для этого необходимо изучить состояние обеих задних соединительных артерий. Ориентировочные данные можно получить при контрастировании одной из позвоночных артерий и попеременном сдавлении сонных артерий на шее. Более реальная картина получается при попеременной окклюзии окклюзии позвоночных артерий неотделяемым баллоном с введением контрастного вещества в правую и левую сонные артерии. Отрицательным моментом такого исследования является необходимость двухстороннего трансфеморального доступа. Объем контрастного вещества при однократном введении в режиме субтракции не должен превышать 4-5 мл. В режиме 3D-ангиографии достаточно введения 15 мл контрастного вещества в течение 5 секунд для получения полноценной реконструкции (3 мл/сек). Увеличение объема и скорости введения повышает вероятность развития осложнений, особенно у больных в остром периоде САК. В литературе описаны случаи токсического воздействия контрастного препарата, приводящего к временным или стойким зрительным нарушениям.

Субтракционная 3D-ангиография по праву стала «золотым стандартом» в эндоваскулярном лечении АББА. Эта методика позволяет всесторонне оценить взаимоотношение шейки и тела аневризмы к несущему сосуду, изучить геометрические параметры аневризмы, измерить диаметры прилежащих сосудов и аневризмы в реальном режиме, что крайне важно для оценки возможности проведения эндоваскулярной операции и правильного подбора инструментария.

На основании ангиограмм определялась окончательная хирургическая тактика и выбор оптимального ракурса для работы. Гайд-катетер устанавливался в просвете доминантной позвоночной артерии, под рентгенографическим контролем в режиме Roadmap навигации микрокатетером с длиной 150см и дистальным стержнем 6см, с прямым или изогнутым наконечником (в зависимости от угла формирования аневризмы) и микропроводником 0,014” катетеризировалась

полость аневризмы. Катетеризация церебральных сосудов требует деликатных и аккуратных мануальных навыков. Раздражение интимы БА в области устьев стволых ветвей может привести к преходящим и стойким неврологическим нарушениям. В случае выбора стент – ассистенции в первую очередь катетеризировались задние мозговые артерии с последующей имплантацией стентов. Загиб проводника использовался стандартный «J» с радиусом около 5 мм, с расчетом упора микрокатетера в противоположную стенку несущего сосуда, либо модифицировался индивидуально хирургом после детального рассмотрения анатомических особенностей прецеребральных и церебральных артерий. При катетеризации аневризмы маленького размера проводник вместе с катетером проводился в полость аневризмы, занимая центральное положение, для исключения риска перфорации проводник заводился, таким образом, чтобы сохранялось расстояние до дна и стенок аневризмы. При катетеризации полости аневризмы большего размера возможно было расположение катетера по контуру аневризмы. При катетеризации ветвей ЗМА избегали напряжения в системе и упора в мелкие ветви. С целью создания каркаса, выбор размера первой микроспирали осуществлялся на анатомических характеристиках аневризмы. Мы придерживались тактики - размер аневризмы в мм + 1 мм в размере первого витка спирали. Первая спираль имплантировалась по контуру аневризмы, создавая плотный каркас в области шейки аневризмы. Последующие спирали устанавливались по убыванию с разницей 1-2 мм в диаметре витка до тех пор, пока не добивались отсутствия контрастирования аневризмы. При наличии дивертикулов, первая спираль укладывалась, избегая попадания витка спирали в дивертикул - для предотвращения экстравазального распространения спирали. При широкой шейке и невозможности позиционирования первой спирали в полости аневризмы использовали методику ассистирования неотделяемым баллоном.

Далее аневризма плотно тампонировалась спиралями, меньшими по диаметру витка. Промежуточный контроль положения спиралей, степень окклюзии и проходимость мозговых сосудов постоянно оценивались в режиме реального времени с помощью рентгеноскопии и субтракционной ангиографии. Для

прогнозирования вывихивания кончика микрокатетера из полости аневризмы, при каждой последующей установке спиралей в полость аневризмы оценивалось положение проксимального маркера микрокатетера. В случае, некорректной установки спирали или ее протрузии в просвет артерии до отделения от толкателя осуществлялось ее репозиционирование или замена на другую микроспираль. Отделение электролитических спиралей происходит приблизительно от 3 - 60 сек в зависимости от производителя спиралей. При незначительной протрузии спирали в просвет несущего сосуда в послеоперационном периоде антиагреганты назначались по крайней мере на 6 недель. Неотделяемые баллоны используются в эндоваскулярных процедурах в качестве вспомогательного средства для успешной окклюзии аневризм. Суть состоит во временном раздувании баллона во время установки спирали в аневризму и, тем самым, предотвращении пролапса спирали в несущую артерию, что, в свою очередь, может способствовать созданию более стабильной и плотной окклюзии

Использование стент - ассистенции предполагало модификации одного или двух стентов. Этапы стентирования артерии на уровне шейки аневризмы имеют свои особенности. Имплантация стента должна проводиться в режиме 3D Roadmap для визуализации границ стента и точного позиционирования стента. Проводник с микропроводником, как правило, проводился Р1 сегмент ЗМА. В случаях нестабильного положения проводникового катетера, положение микрокатетера могло потребовать более дистальной катетеризации. При раскрытии стента данные действия могут предотвратить непредвиденное его смещение. Выбор размера стента осуществлялся из расчета превышения диаметра стента на 0,5-1 мм по отношению к минимальному диаметру артерии, где будет устанавливаться стент. Длина стента выбиралась из расчета - ширина шейки аневризмы + 8 мм для небольших аневризм (по 4 мм проксимально и дистально). При ширине шейки, превосходящей диаметр несущего сосуда, мы оставляли запас по длине до 1 см с каждой стороны. Фиксация сосуда на протяжении дистальнее и проксимальнее аневризмы позволит безопасно произвести последующие манипуляции (проведение второго стента через ячеи предыдущего, катетеризация полости

аневризмы и окклюзия ее микроспиральями). Следует отметить, что крайне опасно совместно со стентом использовать микропроводники с навивным кончиком, поскольку есть потенциальная возможность зацепа проводника за стент. При ликвидации такой ситуации может наступить серьезная травма сосудов. Наиболее подходящим проводником является проводник с полимерным покрытием.

3.2 Характеристика методов эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии

Окклюзия микроспиральями аневризмы бифуркации базилярной артерии без вспомогательных методик проведена у 48 (29,1%) пациентов, стент-ассистенция у 115 (69,7%) пациентов, у 2 (1,2%) – баллон – ассистенция. Большую часть пациентов прооперировали в холодном периоде САК 74 (44,8%), значительная часть пациентов 67 (40,6%) имела неразорвавшиеся 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 VI нерва – у 7 (5,8%); парез III нерва – 3 (2,5%) и 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%).

3.3 Технические результаты окклюзии микроспиралями без вспомогательных методик

Микроспирали – основной материал для эндоваскулярного лечения аневризм. Появление микроспиралей открыло новые горизонты в лечении АББА, учитывая труднотупность и высокий риск послеоперационных осложнений при выборе микрохирургического вмешательства. Несмотря на более высокие показатели радикальности микрохирургического клипирования, для АББА предпочтительным является эндоваскулярный метод. Микрохирургическая операция сопряжена с высоким риском пери- и послеоперационных осложнений. Окклюзия микроспиралями зарекомендовала себя, как эффективный и безопасный реконструктивный метод, не требующий назначения двойной антиагрегантной терапии. Окклюзия без вспомогательных методик нашла широкое применение в лечении аневризм малого и среднего размера, с узкой шейкой, отсутствием артерий, исходящих из аневризмы (Рисунок 3.1).

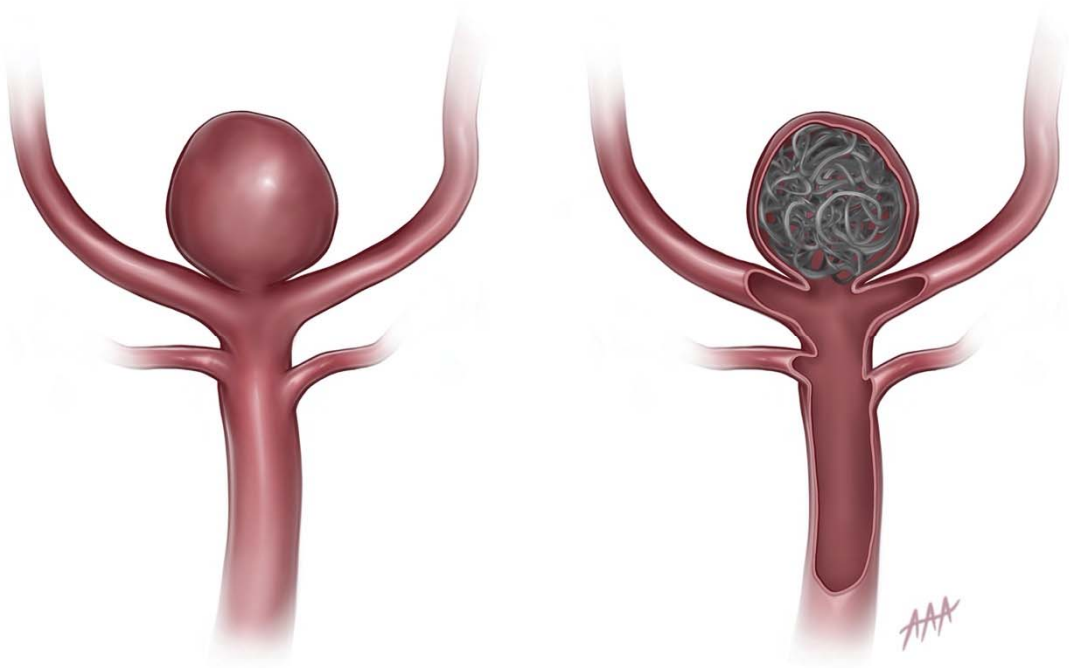


Рисунок 3.1 - Схема имплантации микроспиралей при аневризмах с узкой шейкой

Считается, что чем меньше размер аневризмы и ширина шейки, тем надежнее окклюзия и меньше риск реканализации аневризмы в отдаленном послеоперационном периоде. Узкой является шейка менее 4 мм, оптимальным для

окклюзии микроспиральями соотношением максимального размера аневризмы к ширине шейки – менее 1,78. При ширине шейки более 4 мм возникает риск пролапса микроспиралей в базилярную артерию и дочерние ветви бифуркации. Также, имеется риск тромбообразования на поверхности микроспиралей с последующей тромбоэмболией и развитием тромбоза вышеуказанных сосудов. Отчасти эта проблема может быть решена применением спиралей с биоабсорбируемым покрытием, которое полностью разрушается в течение 6 месяцев после операции. Однако, применение спиралей такого типа увеличивает риск реканализации аневризмы в долгосрочной перспективе.

Также с внедрением в практику спиралей стало возможным лечение аневризм в остром периоде САК, что позволило снизить риск повторного кровоизлияния и показатели заболеваемости и смертности.

В нашем исследовании 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%).

Микроспирали Target имплантированы 103 (62,4%) пациентам. Основываясь на нашем опыте, данные спирали более тонкие и мягкие в сравнении с представленными на рынке спиральями. 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. Распределение микроспиралей по производителю представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Распределение микроспиралей в зависимости от фирмы производителя

Наименование	Значение Абс. (%)
Axium	15 (9,1)
Balt	7 (4,2)
Deltamaxx	16 (9,7)
GDC	1 (0,6)
Matrix	2 (1,2)
Microplex	4 (2,4)
Orbit Galaxy	17 (10,3)
Target	103 (62,4)
Всего	165 (100)

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 микроспиральями. Чтобы снизить риск миграции микроспирали 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. Рассмотрим подобную ситуацию на клиническом примере.

Клиническое наблюдение 1

Пациент 52 года перенес спонтанное субарахноидальное кровоизлияние из средних размеров АББА Hunt-Hess III, Fisher IV, поступил в Центр нейрохирургии на 2 сутки после кровоизлияния. В неврологическом статусе определялась

выраженная общемозговая симптоматика, положительные менингеальные знаки, очаговая симптоматика (дезориентирован в месте и времени, факт кровоизлияния амнезирует, снижение уровня бодрствования до оглушения). Гемодинамически стабилен, на самостоятельном дыхании. После стандартной подготовки пациент был транспортирован в эндоваскулярную операционную. На полученных ангиограммах визуализирована сложной конфигурации АББА 14 мм двухкамерная с неровными контурами с широкой шейкой (Рисунок 3.2 А, Б).

Выполнена окклюзия полости аневризмы 5 микроспиралями. Контрольная АГ показала субтотальную окклюзию аневризмы (Рисунок 3.2 В, Г).

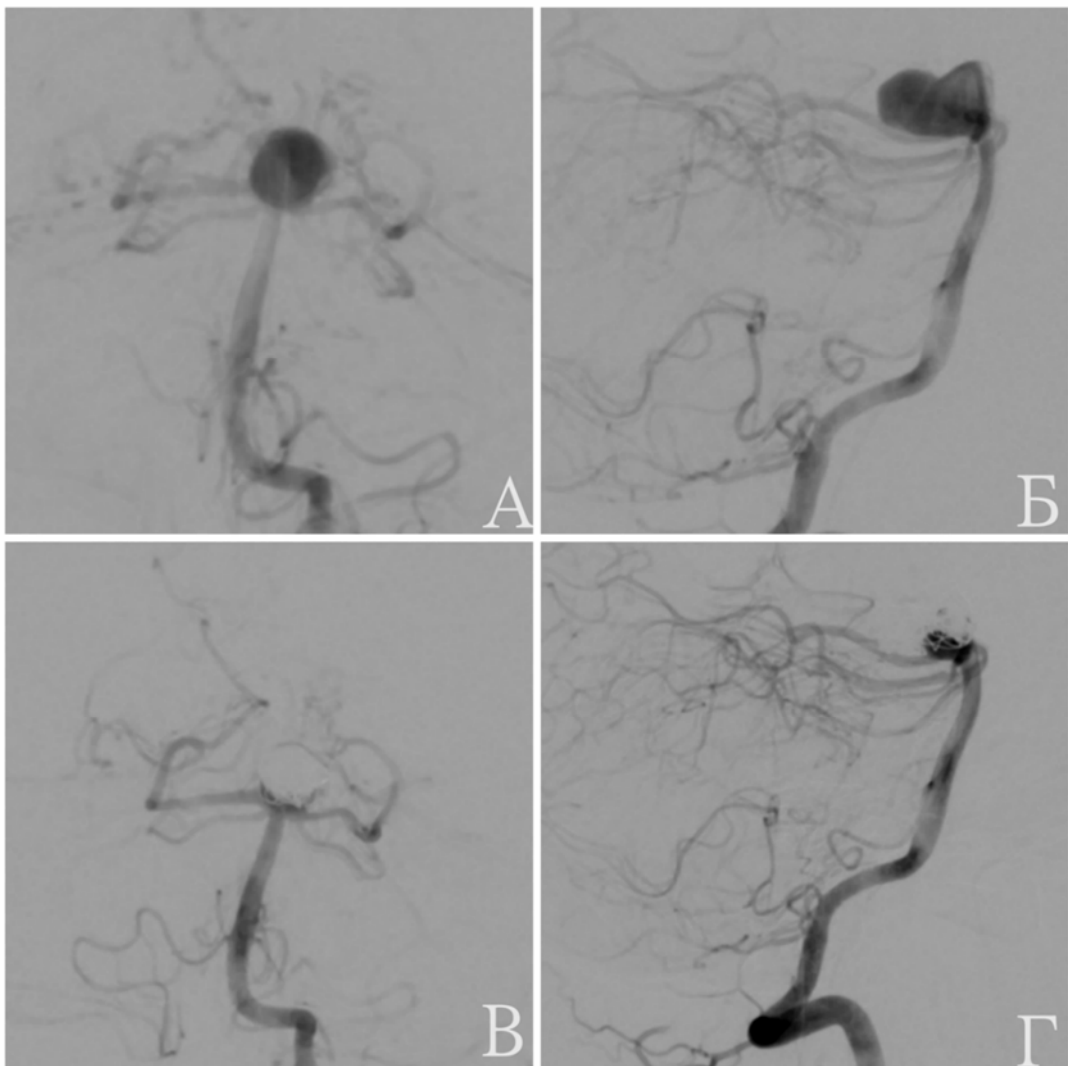


Рисунок 3.2 - Аневризма бифуркации базилярной артерии. Острый период САК.

Эндоваскулярная субтотальная окклюзия аневризмы микроспиралями

А, Б - интраоперационная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции; В, Г – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции после операции. Контрастирование пришеечной части аневризмы

В остром периоде кровоизлияния более плотная окклюзия микроспиральями сопряжена с высоким риском геморрагических осложнений. Поэтому хирургическая тактика сводится к позиционированию микроспиралей в области дна и тела аневризмы для исключения риска повторного кровоизлияния.

На 4 сутки наметилась положительная динамика в виде частичного регресса симптоматики и пациент переведен в клиническое отделение, на 5 сутки выписан переведен в неврологический стационар по месту жительства.

Клиническое наблюдение 2

Пациентка 50 лет обследована в связи с жалобами на головную боль и сопутствующую гипертоническую болезнь. При СКТ-АГ выявлена АББА диаметром 11мм с относительно широкой шейкой. Запланирована окклюзия аневризмы микроспиральями со стент-ассистенцией. Проведена стандартная подготовка дезагрегантами. ЦСА верифицировала АББА размером 11мм с диаметром шейки 4 мм (Рисунок 3.3. – А, Б). Микрокатетером катетеризирована полость аневризмы и выполнена ее окклюзия 4 микроспиральями.

Контрольная АГ показала тотальное выключение аневризмы из кровотока (Рисунок 3.3. – В, Г). Учитывая проведенную операцию без использования стента, дезагрегантная терапия была отменена в раннем послеоперационном периоде. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии на 4 сутки после операции.

В данном клиническом наблюдении первоначально планировалась операция с применением стента. В ходе проведения ангиографии, с учетом новых данных, учитывая анатомические характеристики аневризмы, тактика сменилась в сторону окклюзии микроспиральями без вспомогательных методик. Таким образом, в случаях, когда анатомические параметры аневризмы позволяют осуществить окклюзию без использования стента и назначения двойной антиагрегантной терапии, лучше обойтись без применения ассистенции.

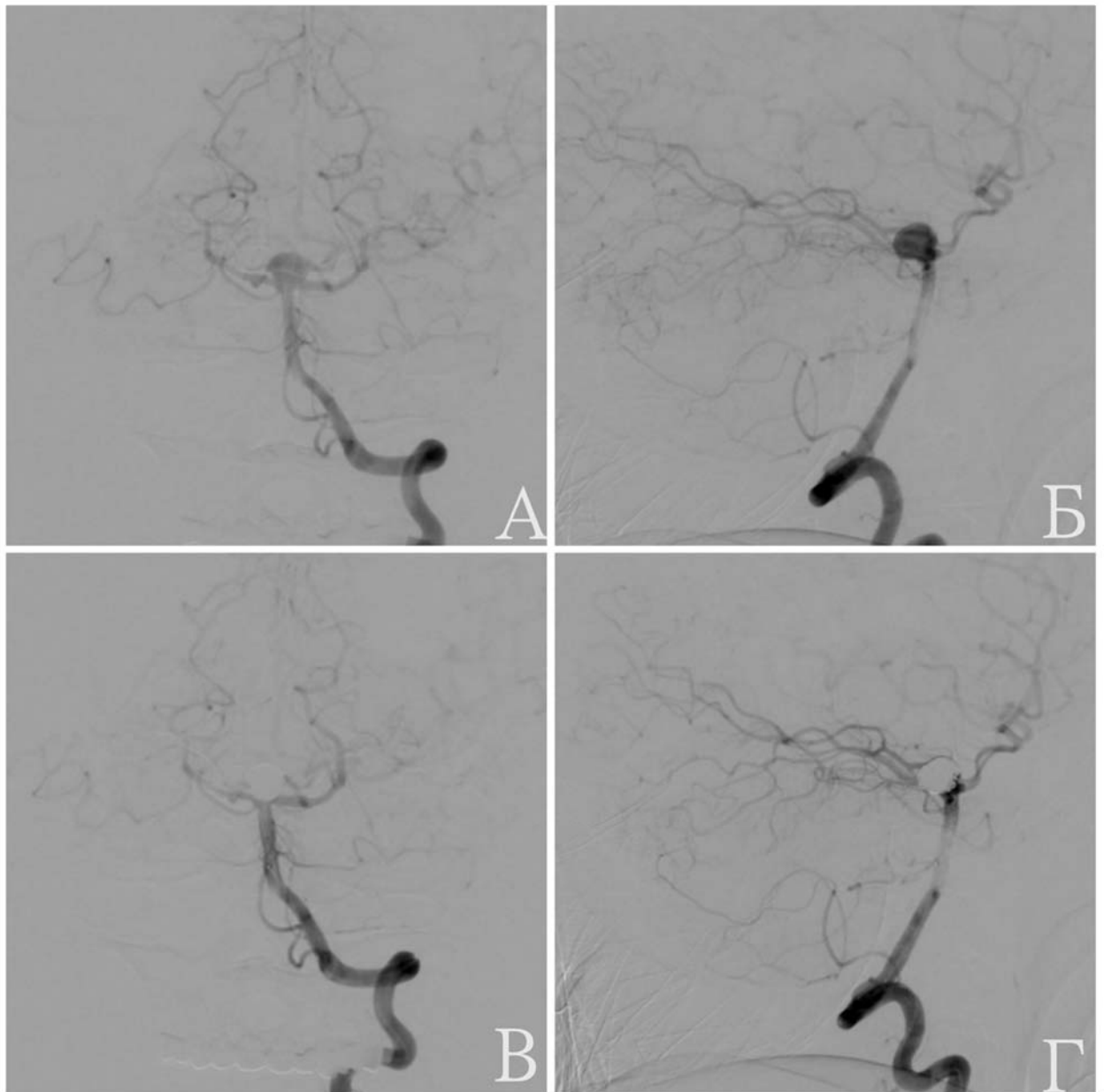


Рисунок 3.3 - Аневризма бифуркации базилярной артерии. Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы микроспиралями без вспомогательных методик
А, Б - интраоперационная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции; В, Г – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции после операции. Аневризма не контрастируется.
Ветви ВББ полностью проходимы

3.4 Технические результаты окклюзии микроспиральями 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 Hyperform. В обоих случаях удалось достичь субтотальной окклюзии. Методика баллон-ассистенции имеет свои особенности (Рисунок 3.4).

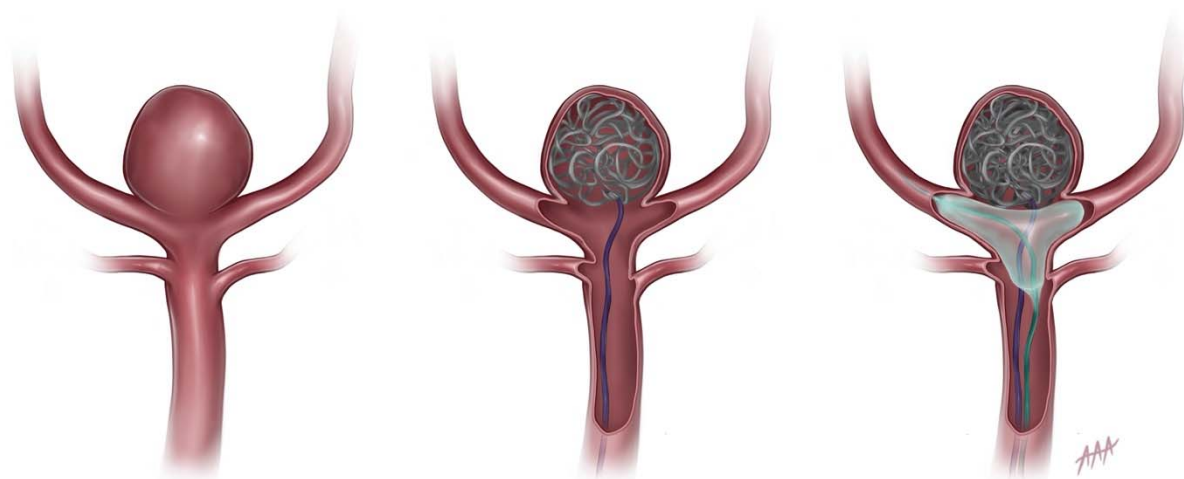


Рисунок 3.4 - Схема окклюзии микроспиральями бифуркационной аневризмы с широкой шейкой с помощью баллона

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 сдувать 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.

Клиническое наблюдение 3

Женщина 57 лет, поступила в «холодном» периоде субарахноидального кровоизлияния (спустя 92 дня) с диагнозом: аневризма супраклиноидного сегмента левой внутренней сонной артерии. В неврологическом статусе определялся правосторонний гемипарез до 3 баллов в руке и 3-4 баллов ноге и сенсомоторная афазия. Выполнена ЦСА – верифицированы множественные аневризмы артерий головного мозга: две маленькие аневризмы супраклиноидного сегмента левой ВСА (одна из них источник кровоизлияния) - А; миллиарная аневризма офтальмического сегмента правой ВСА - Б, аневризма бифуркации базилярной артерии (Рисунок 3.5

– В,Г) 5 мм в диаметре с широкой шейкой. Принято решение о двухэтапном нейрохирургическом лечении: 1 этап – окклюзия спиралью АББА, 2 этап – клипирование шейки разорвавшейся аневризмы внутренней сонной артерии. Остальные аневризмы в плановом порядке.

После катетеризации правой ПА (левая ПА в области устья имеет патологическую деформацию), микрокатетером и микропроводником катетеризирована полость аневризмы. Проводились многократные попытки последовательного укладывания спиралей Microplex 4x12 и 4x15, которые не увенчались успехом (спирали мигрировали в область бифуркации). Учитывая безуспешность попыток позиционирования спиралей в полости аневризмы, было принято решение о использовании баллон-ассистенции. Баллон-катетер HYPERFORM 7x7 позиционирован в область бифуркации и заполнен контрастным веществом. В полость аневризмы установлен спираль Microplex 5x15. При контрольной АГ получена картина субтотальной окклюзии аневризмы (Д, Е – Рисунок 3.5). Область бифуркации БА и устья ЗМА проходима с двух сторон. Вторым этапом проведена операция - клипирование аневризмы супраклиноидного сегмента левой ВСА. Ранний послеоперационный период протекал удовлетворительно. Пациентка выписана из стационара на 9-е сутки после проведенной операции. Аневризму правой внутренней сонной артерии, учитывая малый размер, решено было оставить под динамическое наблюдение.

В данном клиническом наблюдении баллон-ассистенция являлась единственным возможным вариантом лечения ввиду предстоящей микрохирургической операции. Баллон-ассистенция может быть рассмотрена в качестве альтернативного варианта стент-ассистенции при невозможности назначения двойной антиагрегантной терапии.

При окклюзии аневризмы микроспиралью с применением баллона, следует также воздержаться от плотной окклюзии для снижения риска разрыва аневризмы, артерии, отрыва мелких артериальных ветвей.

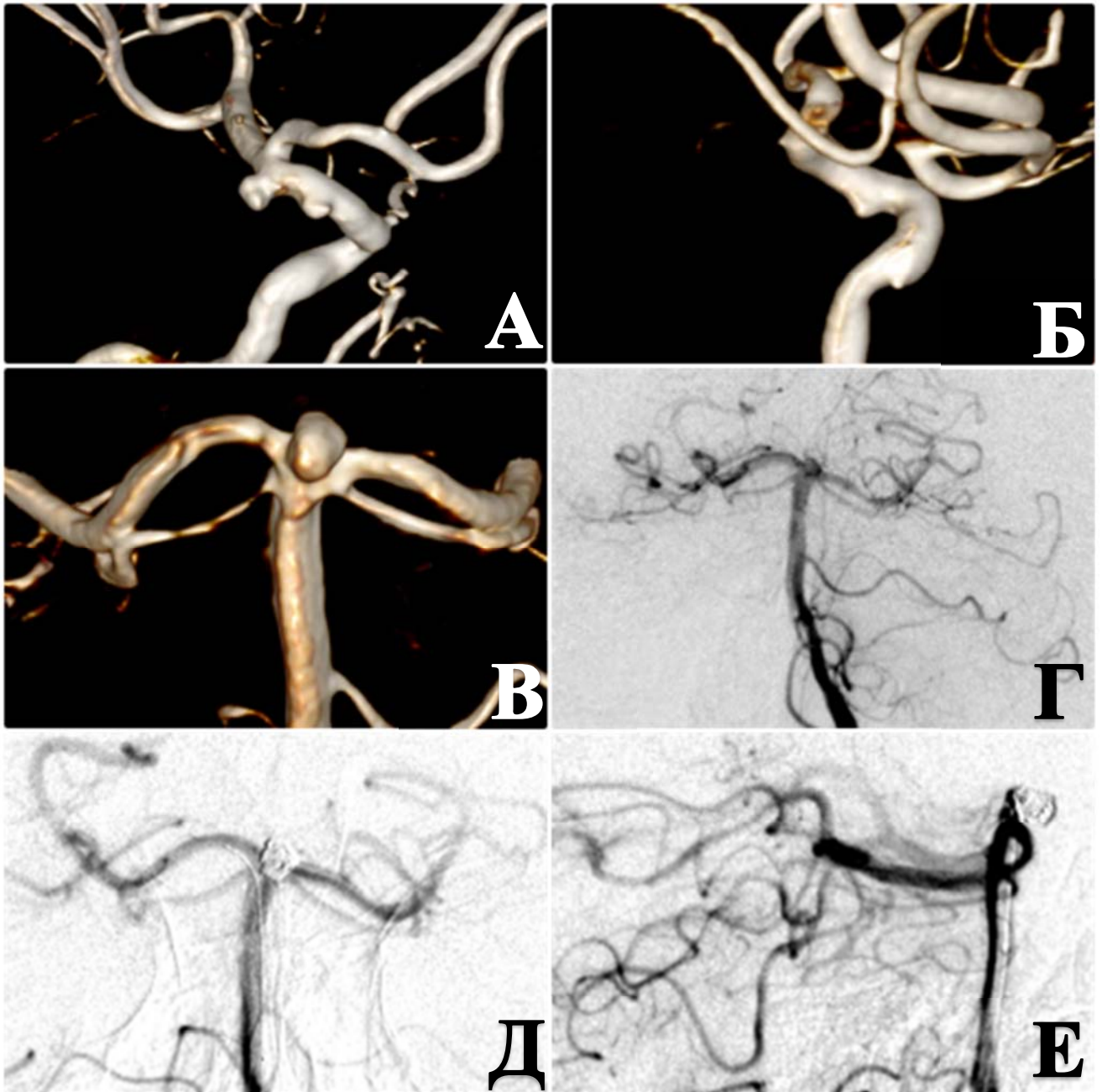


Рисунок 3.5 - Аневризма бифуркации базилярной артерии. Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы микроспиралями с баллон-ассистенцией.

А – исходная СКТ-ангиография, левая ВСА (две аневризмы супраклиноидного сегмента); Б – исходная СКТ-ангиография, правая ВСА (милиарная аневризма офтальмического сегмента); В, Г – интраоперационная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции и режиме 3D; Д, Е – контрольная ЦСА в прямой и боковой проекции после операции. Аневризма не контрастируется

Клиническое наблюдение 4

Пациент 29 лет был прооперирован по поводу холестеатомы мостомозжечкового угла. В отдаленном послеоперационном отметил появление головной боли, что стало поводом для дообследования. По данным МР-АГ определялась АББА с широкой шейкой. Госпитализирован в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко для проведения оперативного вмешательства. Выполнена ЦСА, на которой верифицирована АББА 6 мм с шейкой 4мм (Рисунок 3.6 А, Б).

Катетеризирована левая ПА. По гайд-катетеру проведен микрокатетер с микропроводником, катетеризирована полость аневризмы. Одновременно проведен неотделяемый баллон, который позиционирован на уровне шейки аневризмы. При раздутом баллоне произведена окклюзия аневризмы микроспиралями. После каждой установленной в аневризму микроспирали баллон сдувался, производилась контрольная АГ с визуализацией бифуркации БА и устьев ЗМА. В один из моментов проводимой окклюзии в условиях раздутого баллона и достаточно плотно окклюзированной аневризмы, произошла перфорация стенки аневризмы вновь устанавливаемой микроспиралью. Спираль репозиционирована и установлена в полость аневризмы. При промежуточной АГ экстравазального распространения контрастного вещества не наблюдалось.

При контрольной АГ - аневризма не контрастируется, ЗМА контрастируются в полном объеме (Рисунок 3.6 - В, Г (стрелкой указано контрастирование пришеечной части аневризмы)). В послеоперационном периоде отмечались умеренная головная боль, нарушение памяти на текущие события. На фоне проводимого лечения данные симптомы постепенно регрессировали. Через 6 месяцев по данным МР-ангиографии аневризма не контрастируется (Рисунок 3.6 – Е (стрелкой указано отсутствие контрастирования аневризмы)), сравнение с предоперационной СКТ-АГ (Рисунок 3.6 - Д).

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.

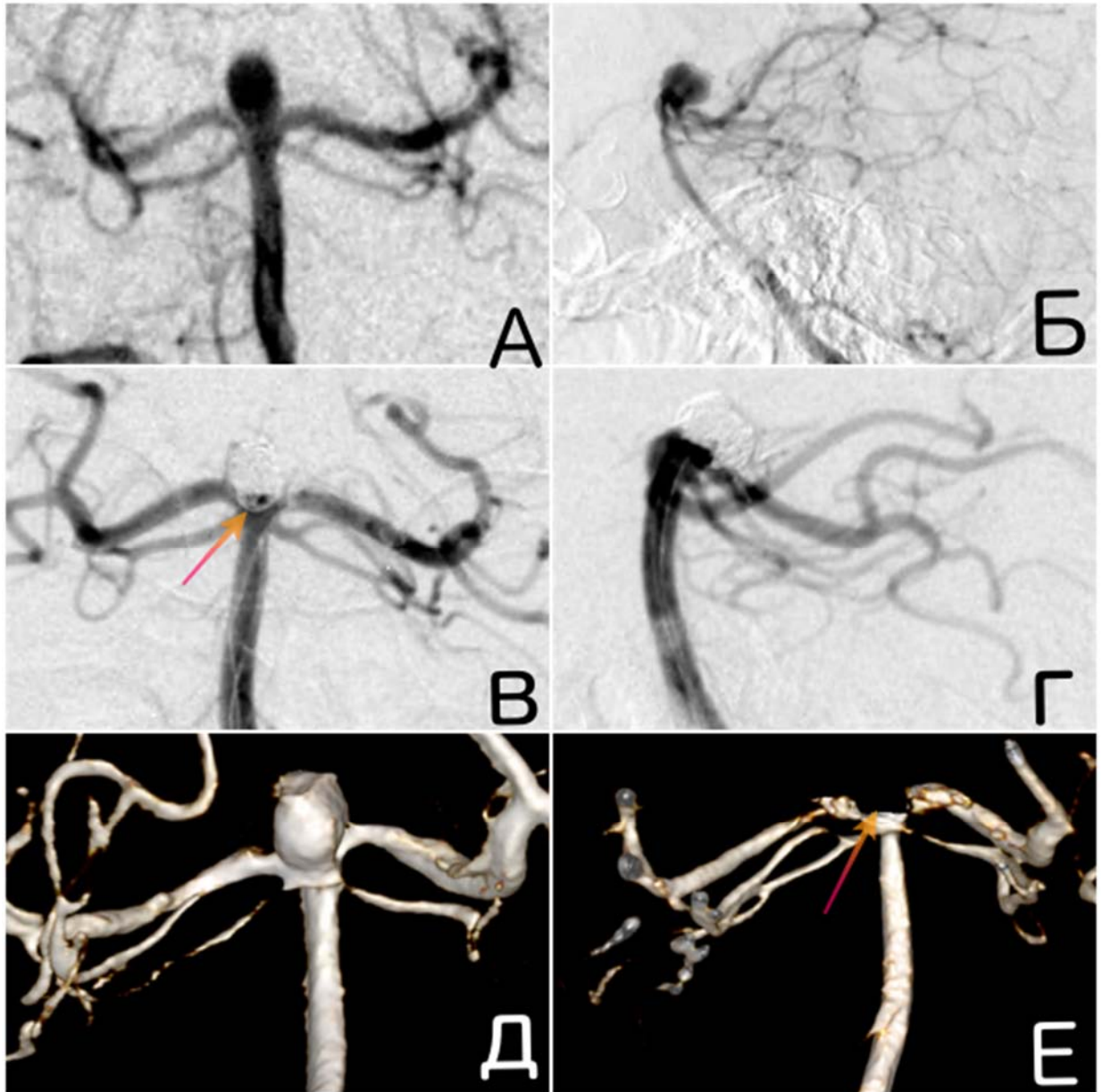


Рисунок 3.6 - Аневризма бифуркации базилярной артерии. Эндоваскулярная субтотальная окклюзия аневризмы микроспиралями с баллон-ассистенцией.

Интраоперационный разрыв.

А - интраоперационная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции; Б – интраоперационная цифровая субтракционная ангиография в боковой проекции; В – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции после операции. Субтотальная окклюзия аневризмы (контрастирование пришеечной части аневризмы указано стрелкой); Г - контрольная цифровая субтракционная ангиография в боковой проекции после операции. Д – исходная СКТ-ангиография перед операцией; Е – контрольная МР-ангиография через 6 месяцев после операции (аневризма не контрастируется)

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

В нашей серии стент-ассистенция применена у 115 (69,7%) из 165 пациентов. Распределение стентов в зависимости от фирмы производителя представлено в таблице 3.2.

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.

Таблица 3.2 - Распределение стентов в зависимости от фирмы производителя

Наименование	Значение Абс. (%)
Enterprise	54 (47)
Leo	1 (0,9)
Neuroform	33 (28,6)
pConus	23 (20)
Solitaire	4 (3,5)
Всего	115 (100)

При помощи стент-ассистенции неразорвавшиеся аневризмы прооперированы у 53 (46%) из 115 пациентов, в холодном периоде кровоизлияния

– у 56 (48,7%), в остром периоде САК - у 6 (5,3%). Тотальная окклюзия достигнута у 64 (55,7%) из 115 пациентов, субтотальная – у 38 (33%), частичная – у 12 (10,4%).

3.5.1 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. После имплантации первого стента осуществляется катетеризация противоположной задней мозговой артерии через ячеи ранее установленного стента. Таким образом, позиционирование стентов представляется в виде «Y». После имплантации второго стента осуществляется катетеризация полости аневризмы микрокатетером для доставки микроспиралей (Рисунок 3.7).

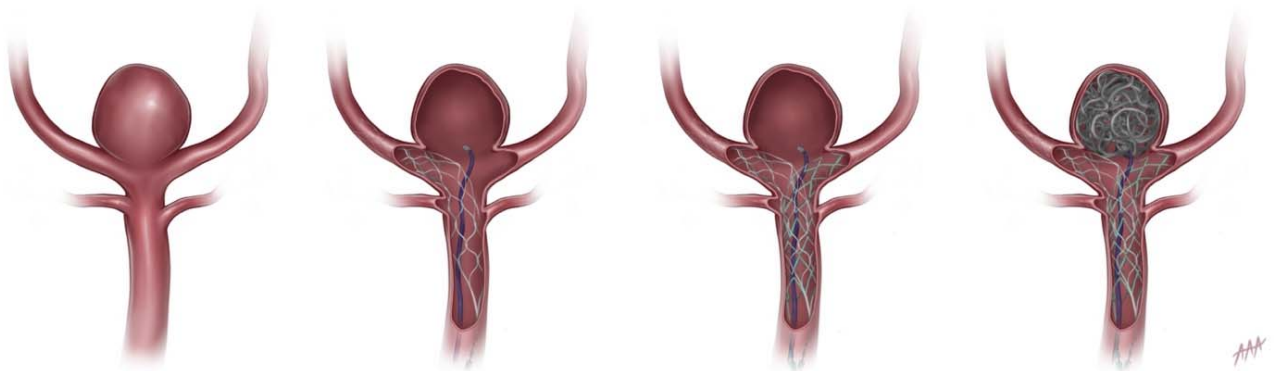


Рисунок 3.7 - Схема «Y»-стентирования при лечении бифуркационных аневризм с широкой шейкой при симметричном отхождении задних мозговых артерий.

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 были имплантированы 20 (45,4 %) пациентам, Neuroform – 14 (31,9%), комбинацией стентов Neuroform и Enterprise – 8 (18,1%), Solitaire-Solitaire и Solitaire-Enterprise по 1(2,3%) пациенту, соответственно (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 - 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 ячеек 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 ячеек 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.

Следующее клиническое наблюдение демонстрирует пример симметричного отхождения задних мозговых артерий в случае аневризмы бифуркации базилярной артерии с широкой шейкой.

Клиническое наблюдение 5

Пациент 32 лет обследован в связи с жалобами на головную боль. По данным СКТ-АГ выявлена АББА 6 мм с широкой шейкой. Проведена стандартная предоперационная подготовка дезагрегантами. ЦСА верифицировала аневризму ББА диаметром 7 мм с шейкой 4,5 мм. Обе ЗМА симметрично отходят от области бифуркации БА (Рисунок 3.8: А – 3D - ангиография, Б – интраоперационная ЦСА в прямой проекции, В - интраоперационная ЦСА в боковой проекции).

Проводниковый катетер установлен в левую ПА. Микропроводником и микрокатетером катетеризирована левая ЗМА. Из P1 сегмента левой ЗМА до границы верхней и средней трети базилярной артерии позиционирован и имплантирован стент Enterprise 4x23. Далее через ячейку имплантированного стента катетеризирована правая ЗМА. В процессе установки второго стента Neuroform 4x24 произошла миграция микрокатетера в базилярную артерию. Попытки проведения микрокатетера вместе со стентом в P1 сегмент правой ЗМА не удались, последний был удален из микрокатетера. С помощью микропроводника микрокатетер повторно заведен в P2 сегмент правой ЗМА. По микрокатетеру проведен стент Neuroform 4x24 и имплантирован на уровне аневризмы. Затем катетеризирована полость аневризмы и выполнена ее окклюзия 6 микроспиральями (Рисунок 3.8 – Г: рентгеноскопия в прямой проекции – позиционирование микроспиралей в полости аневризмы, стрелками указаны проксимальные и дистальные маркеры имплантированных стентов). Контрольная АГ показала тотальную окклюзию аневризмы (Рисунок 3.8 – Д, Е) и проходимость дочерних ветвей бифуркации. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии на вторые сутки после операции.

Таким образом, даже относительно благоприятная анатомия артерий, не всегда обеспечивает стабильное положение катетеров и проводников в зоне интереса. Для более устойчивого положения и свободных манипуляций в области бифуркации, необходимо позиционировать гайд-катетер как можно дистальнее и распрямить кончик проводника (положение гайд-катетера обеспечит стабильность проводниковой системы, а модификация кончика позволит добиться дистального

положения микрокатетера. Однако, стоит помнить о том, что длительное и высокое стояние гайд-катетера могут привести к замедлению кровотока и формированию тромба.

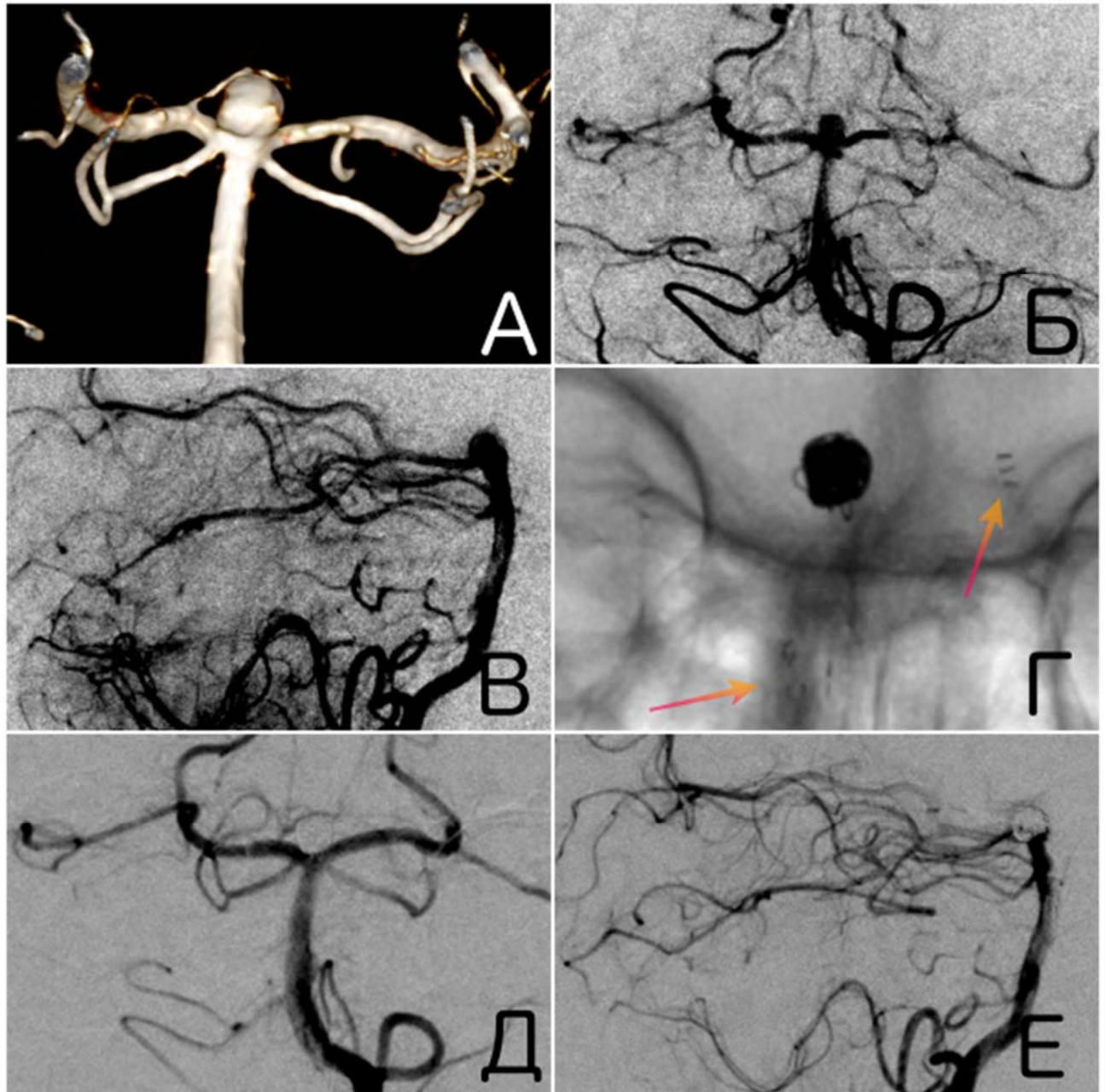


Рисунок 3.8 - Аневризма бифуркации базилярной артерии с широкой шейкой и симметричным отхождением ЗМА. Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы микроспиралями со стент-ассистенцией («У»-стентирование)
 А – исходная ЦСА в режиме 3D; Б, В - интраоперационная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции; Г – позиционирование стентов и спиралей в режиме рентгеноскопии (стрелками указаны дистальные и проксимальные маркеры стентов); Д, Е - контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции после операции. Тотальная окклюзия аневризмы (аневризма не контрастируется)

3.5.2 Аневризмы с широкой шейкой и асимметричном отхождении ЗМА

Анализируя ангиограммы больных 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 pConus (Рисунок 3.9).

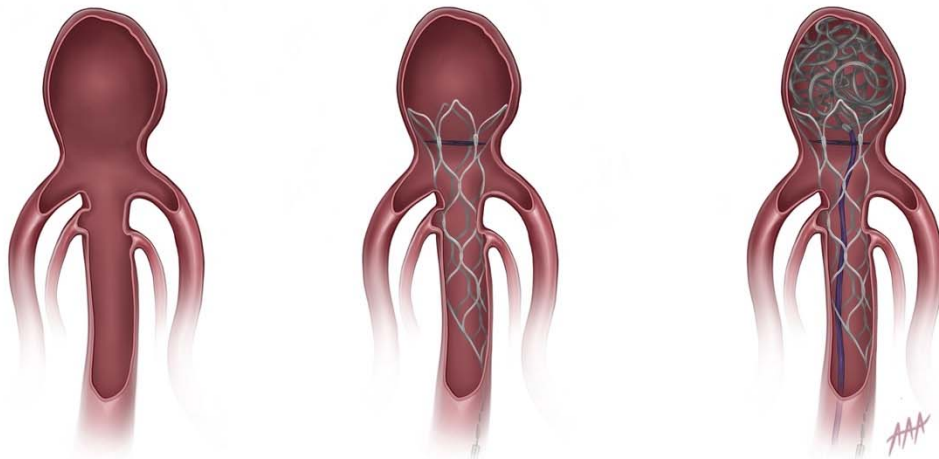


Рисунок 3.9 - Схема использования стента pConus при лечении аневризмы бифуркации базилярной артерии

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 рConus 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 рConus. 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.

Клиническое наблюдение 6

Мужчина, 27 лет, был обследован в связи с жалобами на головную боль. При СКТ-АГ выявлена АББА диаметром 8 мм (Рисунок 3.10 – А). Проведена стандартная предоперационная подготовка дезагрегантами. ЦСА выявила АББА вытянутой формы размером 9×4 мм, ширина шейки 4 мм (Рисунок 3.10 – Б). Обе ЗМА отходят симметрично от БА под острыми углами. При таком отхождении ЗМА катетеризация их сопряжена с риском интра- и послеоперационных осложнений и не представляется возможной. В данном случае принято решение о имплантации бифуркационного стента, который не требует катетеризации ЗМА при его установке. Имплантирован стент рConus 4×25×6, начата окклюзия аневризмы микроспиралями. В процессе установки 5 микроспиралями наблюдалось пролабирование витка спирали в область бифуркации, спираль втянута в микрокатетер, создан упор в микрокатетере, спираль репозиционирована и отделена. Далее в ее полость дополнительно установлено 2 спирали. Контрольная АГ показала тотальное выключение аневризмы из кровотока и проходимость

бифуркационных ветвей (Рисунок 3.10 – В). Пациент в удовлетворительном состоянии выписан из стационара на 2-е сутки после вмешательства. При контрольной МР-АГ через 6 мес сохраняется тотальная окклюзия аневризмы и проходимость ветвей ВББ (Рисунок 3.10 - Г).

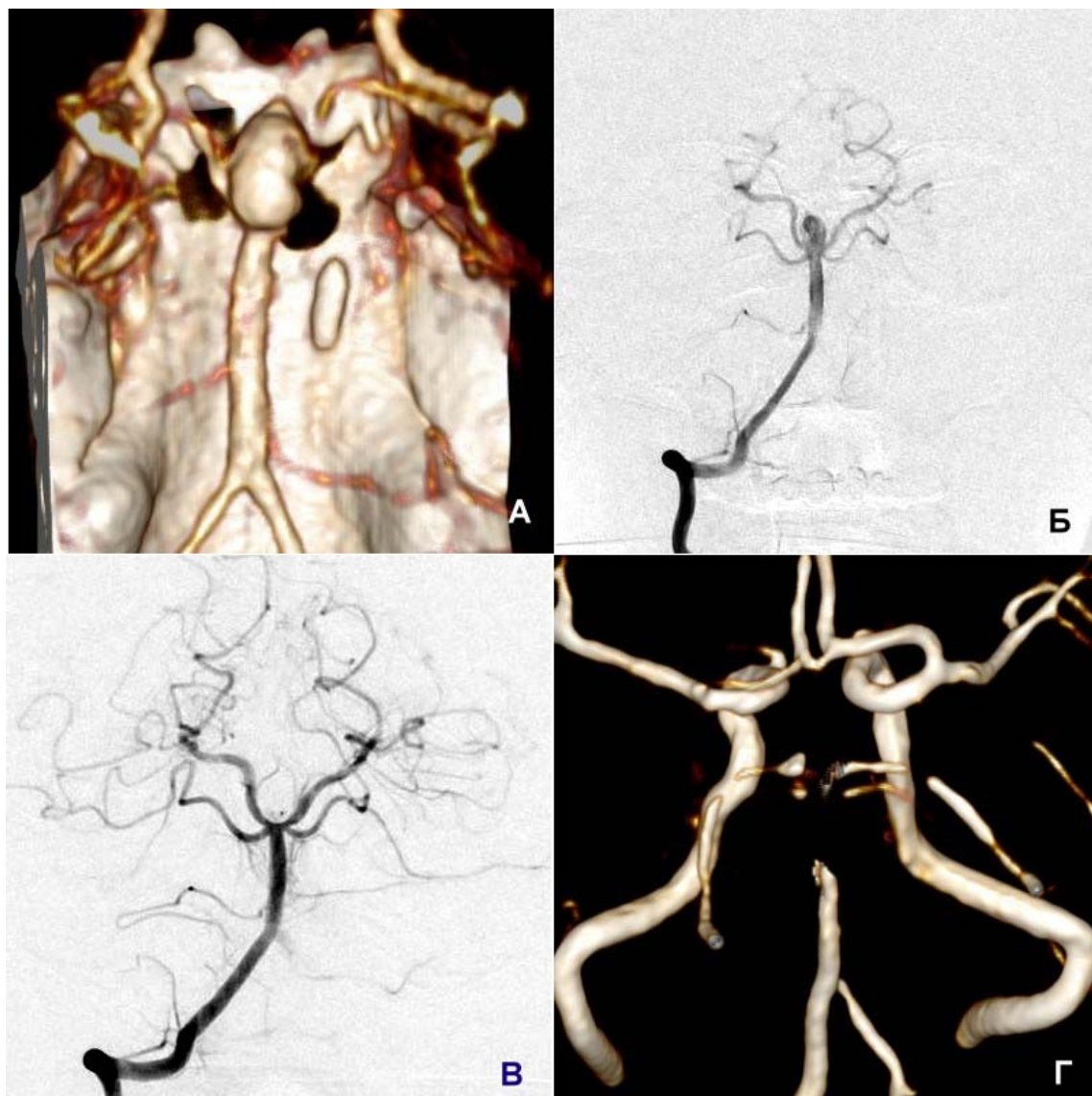


Рисунок 3.10 - Аневризма бифуркации базилярной артерии. Эндоваскулярная окклюзия аневризмы микроспиральями со стент ассистенцией pConus

А – исходная спиральная компьютерная томографическая ангиография; Б – интраоперационная цифровая субтракционная ангиография; В – контрольная цифровая субтракционная ангиография после операции; Г – контрольная магнитно-резонансная ангиография через 6 мес после операции. Аневризма не визуализируется. Снижение магнитно-резонансного сигнала на уровне стента

Клиническое наблюдение 7

Женщина, 65 лет, с сопутствующей гипертонической болезнью была обследована в связи с жалобами на головную боль. При МР-АГ выявлена средних размеров АББА с широкой шейкой. В плановом порядке госпитализирована в стационар. Проведена стандартная предоперационная подготовка дезагрегантами. При ЦСА верифицирована АББА сложной конфигурации 8×10 мм с широкой шейкой, левая ЗМА исходит из шейки аневризмы, аневризма латерализована влево (Рисунок 3.11 - А). Правая ЗМА извита и отходит от области бифуркации под тупым углом, что усложняет процесс катетеризации. Имплантация бифуркационного стента в данной ситуации, может быть сопряжена с риском реканализации аневризмы в области отхождения левой ЗМА, так как позиционирование стента предполагает расположение лепестков дистальнее устьев ЗМА. Учитывая анатомо-морфологические параметры аневризмы и области бифуркации БА, принято решение о окклюзии микроспиралями со стент-ассистенцией рConus. Выполнена окклюзия аневризмы 9 микроспиралями со стент-ассистенцией рConus 4×25×10. При контрольной АГ после операции определялось незначительное контрастирование пришеечной части по левому контуру аневризмы (Рисунок 3.11 - Б). Дальнейшая окклюзия сопряжена с риском миграции спиралей в область БА и ЗМА. Принято решение на этом манипуляции завершить. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии на 3-и сутки после операции.

При последующем динамическом наблюдении по данным СКТ-АГ сохранялось пришеечное контрастирование АББА без динамики в сравнении с послеоперационной ангиографией. Однако через 2 года СКТ-АГ показала увеличение контрастируемой части в области шейки аневризмы до 3,5 мм, что объясняется направлением кровотока в область аневризмы. Учитывая риск дальнейшего увеличения аневризмы в размере и риска кровоизлияния, было решено о повторной операции. Пациентка госпитализирована в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко. Выполнена цифровая субтракционная ангиография, которая верифицировала увеличение ранее контрастируемой полости

пришеечной части аневризмы (Рисунок 3.11 - В). Осуществлена дополнительная окклюзия аневризмы 3 микроспиралями. Послеоперационная АГ показала тотальное выключение аневризмы из кровотока (Рисунок 3.11 - Г). Контрольная МР-АГ через 6 мес. подтвердила тотальное выключение аневризмы (Рисунок 3.11 – Г, Д (стрелкой указана тромбированная аневризма бифуркации базилярной артерии)).

Таким образом, pCopus является эффективным и безопасным устройством в лечении аневризм бифуркации базилярной артерии. Главный недостаток этого стента - отсутствие потокперенаправляющего свойства, что увеличивает риск реканализации аневризмы.

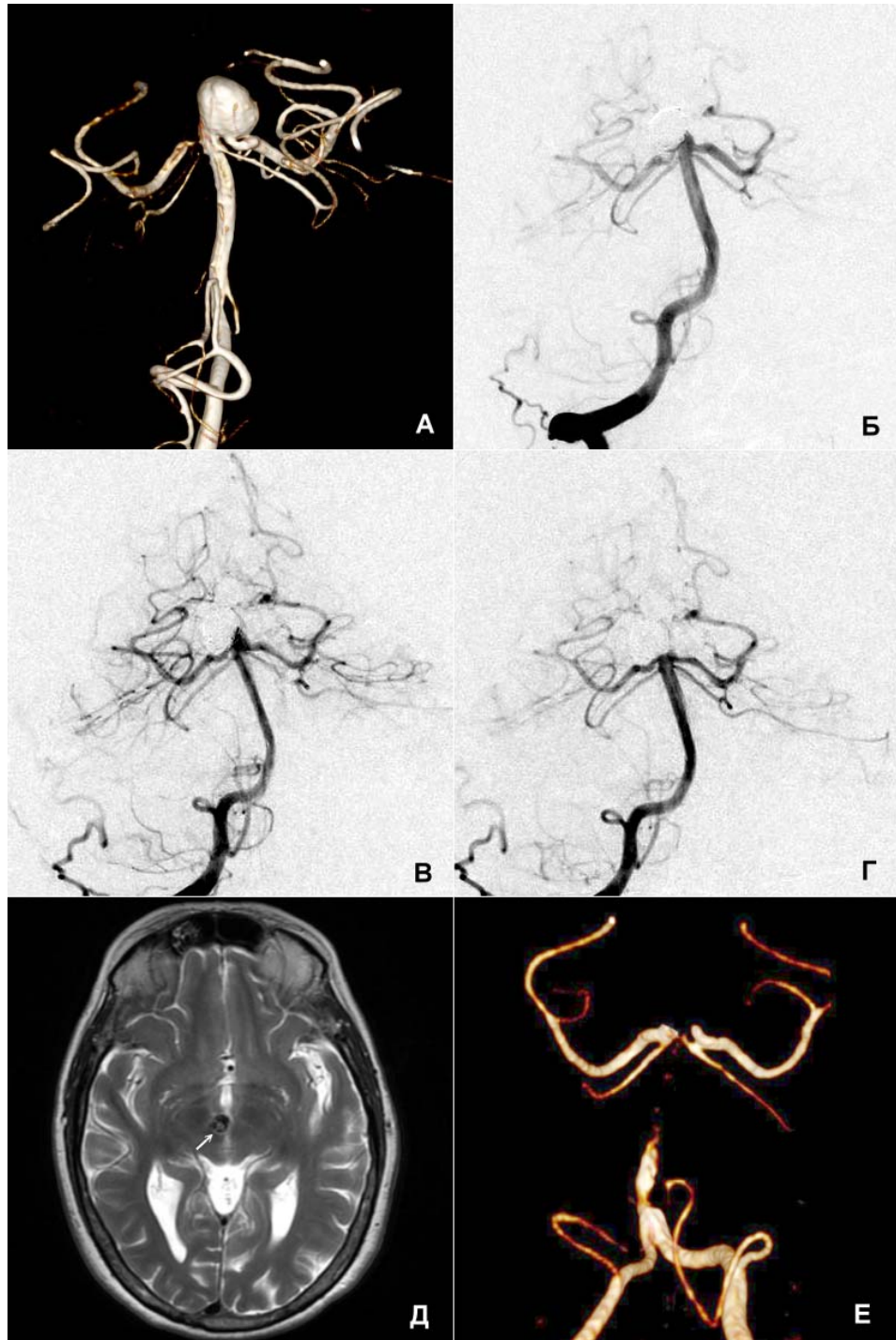


Рисунок 3.11 - Эндоваскулярная субтотальная окклюзия аневризмы бифуркации базилярной артерии микроспиралями со стент-ассистенцией pConus. Увеличение функционирующей пришеечной части аневризмы через 2 года после операции.

А – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в режиме 3D-реконструкции; Б – цифровая субтракционная ангиограмма после субтотальной окклюзии аневризмы; В – цифровая субтракционная ангиограмма через 2 года после операции; Г – результат повторной операции – аневризма полностью выключена из кровотока; Д, Е – контрольная магнитно-резонансная томограмма через 6 мес после повторной операции – аневризма не функционирует, снижение МР сигнала на уровне стента

3.5.3 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 рCopus, имплантация которого не требует катетеризации ветвей ЗМА. При латерализации аневризмы или недоступной для катетеризации второй ЗМА, использовали методику одиночного стентирования (катетеризация доступной бифуркационной ветви, имплантация стента, проведение микрокатетера доставляющего микроспиральными в полость аневризмы через ячейки ранее установленного стента (Рисунок 3.12)).

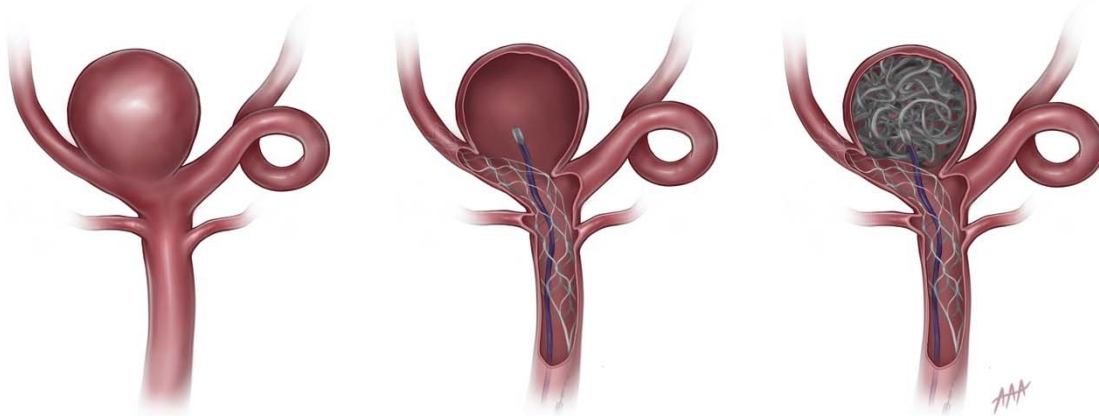


Рисунок 3.12 - Схема катетеризации и имплантации стента при латерализации аневризмы, разным калибре и извитости бифуркационных ветвей

Клиническое наблюдение 8

Пациентка 66 лет обследована в связи с жалобами на снижение зрения на правый глаз. Выполнена МР-АГ, по данным которой выявлена АББА 5 мм. По данным осмотра офтальмолога снижение зрения на ОД обусловлено помутнением хрусталика правого глаза. Проведена стандартная предоперационная подготовка дезагрегантами. ЦСА выявила АББА 5 мм с диаметром шейки 3,9 мм. Аневризма латерализована вправо и практически располагается на правой ЗМА (Рисунок 3.13 – А, Б).

Гайд-катетер установлен в левой ПА в V1 сегменте. Через просвет

последнего проведен микрокатетер с микропроводником. В процессе катетеризации правой ЗМА при натягивании микрокатетера кончик проводника вывихивался в полость аневризмы. Различными модификации кончика проводника и репозиционированием микрокатетера удалось катетеризировать правую ЗМА. Далее из правой ЗМА до средней трети базилярной артерии имплантирован стент Neuroform 4x21. Затем катетеризирована полость аневризмы и окклюзирована 5 микроспиралями. При контрольной АГ получена картина тотальной окклюзии аневризмы (Рисунок 3.13 В, Г). Ветви ВББ контрастируются в полном объеме. Пациентка выписана на 2-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии. Контрольная МР-ангиография показала стойкий технический успех ранее проведенного вмешательства (Рисунок 3.13 Е), на рисунке приведено сравнение с интраоперационной 3D-ангиографией - Д.

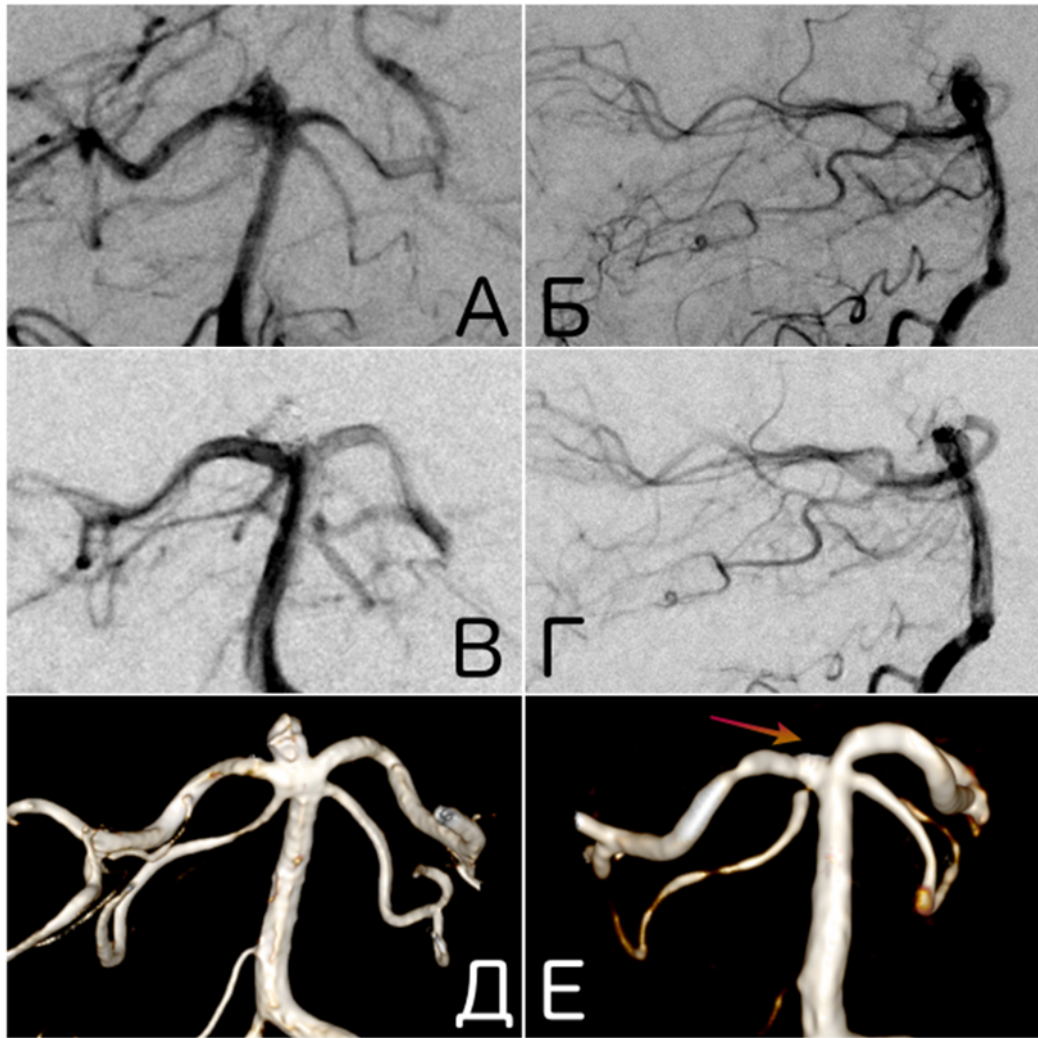


Рисунок 3.13 - Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы бифуркации базилярной артерии микроспиралями со стент-ассистенцией Neuroform.

А, Б – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой и боковой проекции; В, Г – контрольная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой и боковой проекции – аневризма не контрастируется; Д – интраоперационная исходная ЦСА в режиме 3D; Е – контрольная МР-ангиография через 2 года после операции – аневризма полностью выключена из кровотока

Клиническое наблюдение 9

Пациентка 56 лет с сопутствующей гипертонической болезнью. Увеличение частоты гипертонических кризов стали поводом для дообследования. На МРТ-АГ выявлены множественные аневризмы артерий головного мозга: маленькая аневризма правой средней мозговой артерии, средних размеров аневризма бифуркации базилярной артерии. Проведена стандартная предоперационная подготовка дезагрегантами. Выполнена ЦСА в прямой, боковой проекции (Рисунок 3.14 - А, Б) и режиме 3D (В, Г). Верифицирована вытянутой формы двухкамерную АББА 14 мм с широкой шейкой 4 мм. Обращает на себя внимание ассиметричного отхождения ЗМА разного калибра (Рисунок 3.14 А, В).

Правая ЗМА не доступна для катетеризации (извитость и малый калибр сосуда), принято решение о катетеризации левой ЗМА (правая ЗСА отходит от ВСА). Микрокатетер с микропроводником проведен в Р1 сегмент левой ЗМА. Из ЗМА с переходом в средний отдел БА имплантирован стент Enterprise 4x23. Катетеризирована полость аневризмы. Вначале произведена окклюзия спиралями дистальной камеры аневризмы, далее осуществлена окклюзия проксимальной камеры. Общее число имплантированных микроспиралей 20. При попытке установки последней спирали в полость аневризмы, витки последней смещались в просвет левой верхней мозжечковой артерии, она была удалена. Контрольная АГ выявила субтотальную окклюзию аневризмы (Рисунок 3.14 Д, Е).

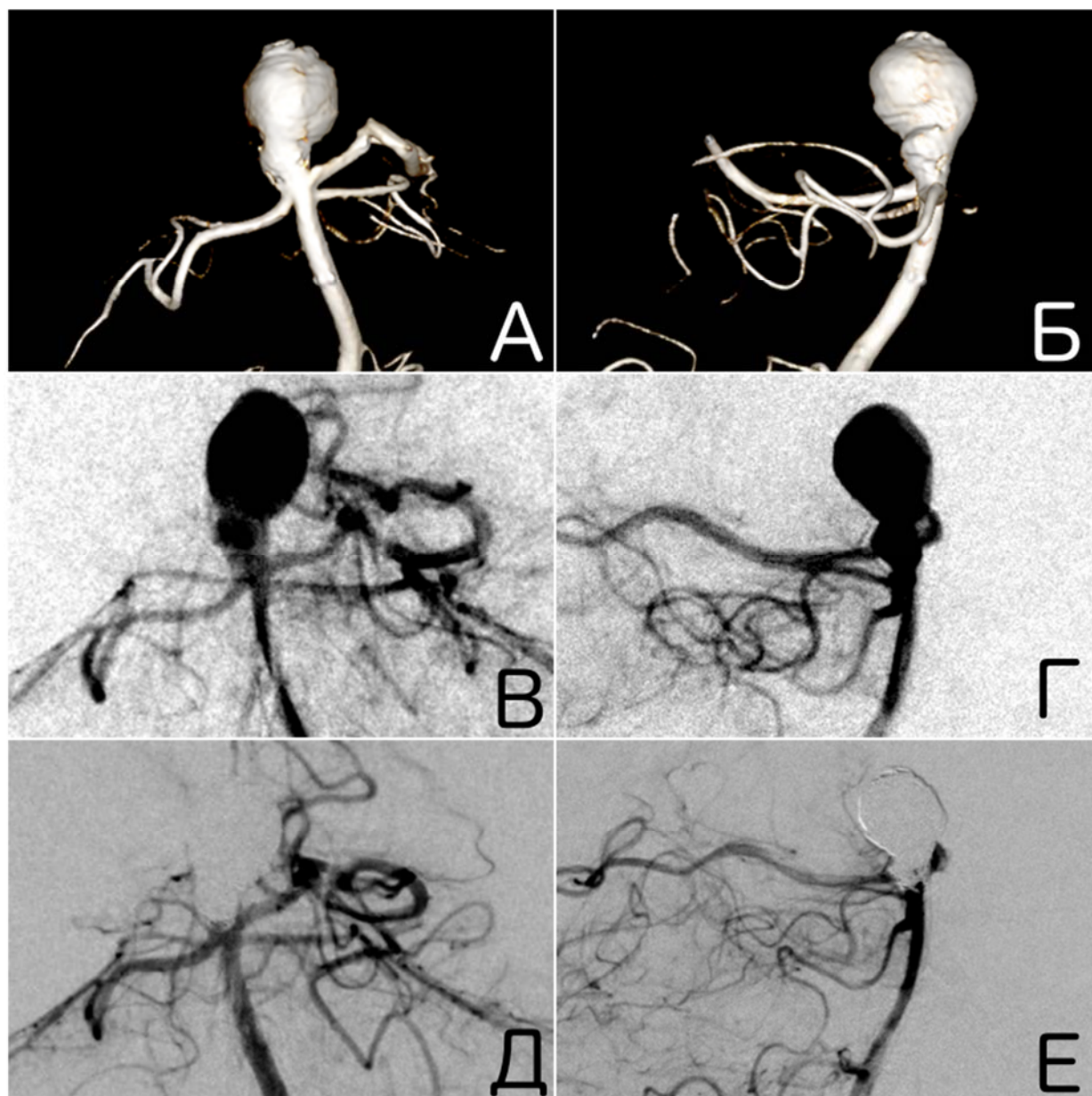


Рисунок 3.14 - Эндоваскулярная субтотальная окклюзия аневризмы бифуркации базилярной артерии микроспиралями при помощи стента Enterprise.

Ассимметричное отхождение задних мозговых артерий разного калибра.

А, Б – ЦСА в режиме 3D в прямой и боковой проекции; В, Г - исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой и боковой проекции (правая ЗМА не доступна для катетеризации, стент имплантирован в левую ЗМА, осуществлена окклюзия микроспиралями); Д, Е – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции (контрастирование пришеечной части аневризмы)

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.

3.6 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 3.15. и 3.16.

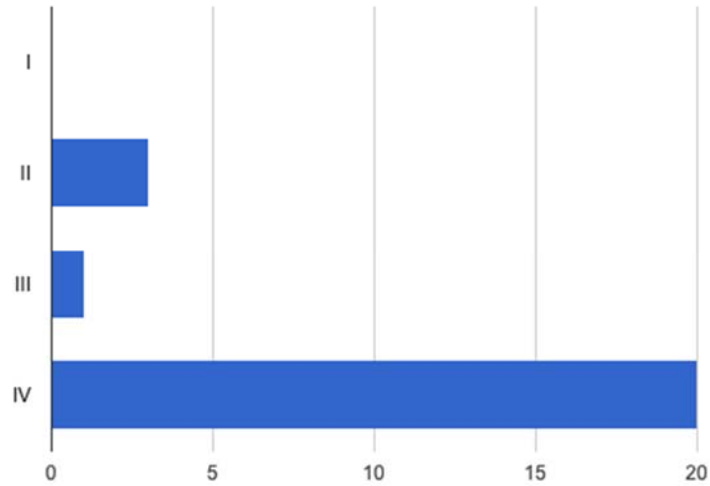


Рисунок 3.15 - Распространенность кровоизлияния по Fisher

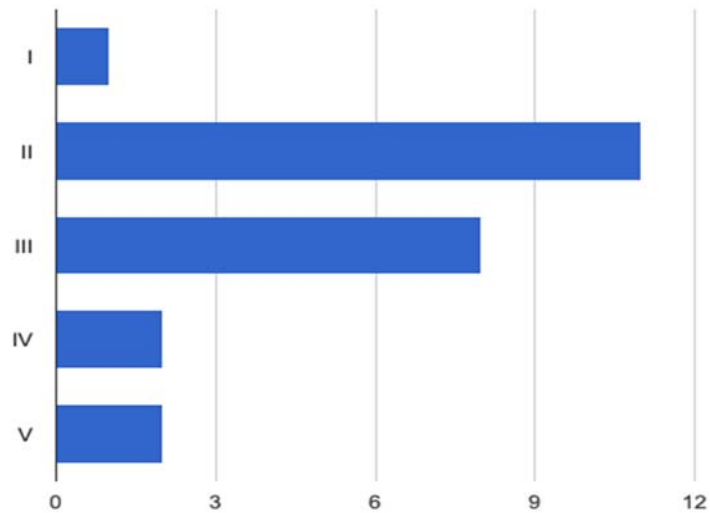


Рисунок 3.16 - Тяжесть состояния по шкале Hunt-Hess

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).

Клиническое наблюдение 10

Женщина, 45 лет, поступила на 13-е сутки после субарахноидального кровоизлияния из АББА (состояние по Hunt-Hess – IV степени, распространенность кровоизлияния по Fisher – IV степени) с жалобами на головную боль и сопутствующей гипертонической болезнью. В неврологическом статусе – снижение уровня бодрствования до оглушения, выраженная общемозговая и умеренная менингеальная симптоматика, парез VI нерва слева. По данным КТ и СКТ-АГ – признаки массивного САК (Рисунок 3.17 - А), АББА размером около 7 мм, ширина шейки – 4 мм. При ЦСА размер аневризмы 6×7 мм с дивертикулом в области дна, область бифуркации БА расширена (Рисунок 3.17 – Б). Обе ЗМА и верхние мозжечковые артерии (ВМА) исходят из аневризмы. Отмечается выраженный распространенный вазоспазм. Антиагрегантная терапия, учитывая острый период САК, превентивно не назначалась.

На фоне внутривенного пролонгированного введения 20 мг интегрилина установлен стент рConus 4×8×25. Полость аневризмы окклюзирована 5 микроспиралями, достигнута субтотальная окклюзия аневризмы (Рисунок 3.17 – В). Дивертикул и тело аневризмы не контрастируются. Лечение вазоспазма проведено методом интраартериального введения верапамила в обе ВСА и правую ПА в общей дозировке 50 мг. В раннем послеоперационном периоде назначена стандартная двойная дезагрегантная терапия.

После проведенной терапии и начатых реабилитационных мероприятий пациентка выписана из стационара на 7-е сутки с частичным регрессом вышеуказанной симптоматики. Контрольная ЦСА через 9 месяцев после операции показала тотальное выключение аневризмы из кровотока (Рисунок 3.17 – Г); неврологическая симптоматика полностью регрессировала.

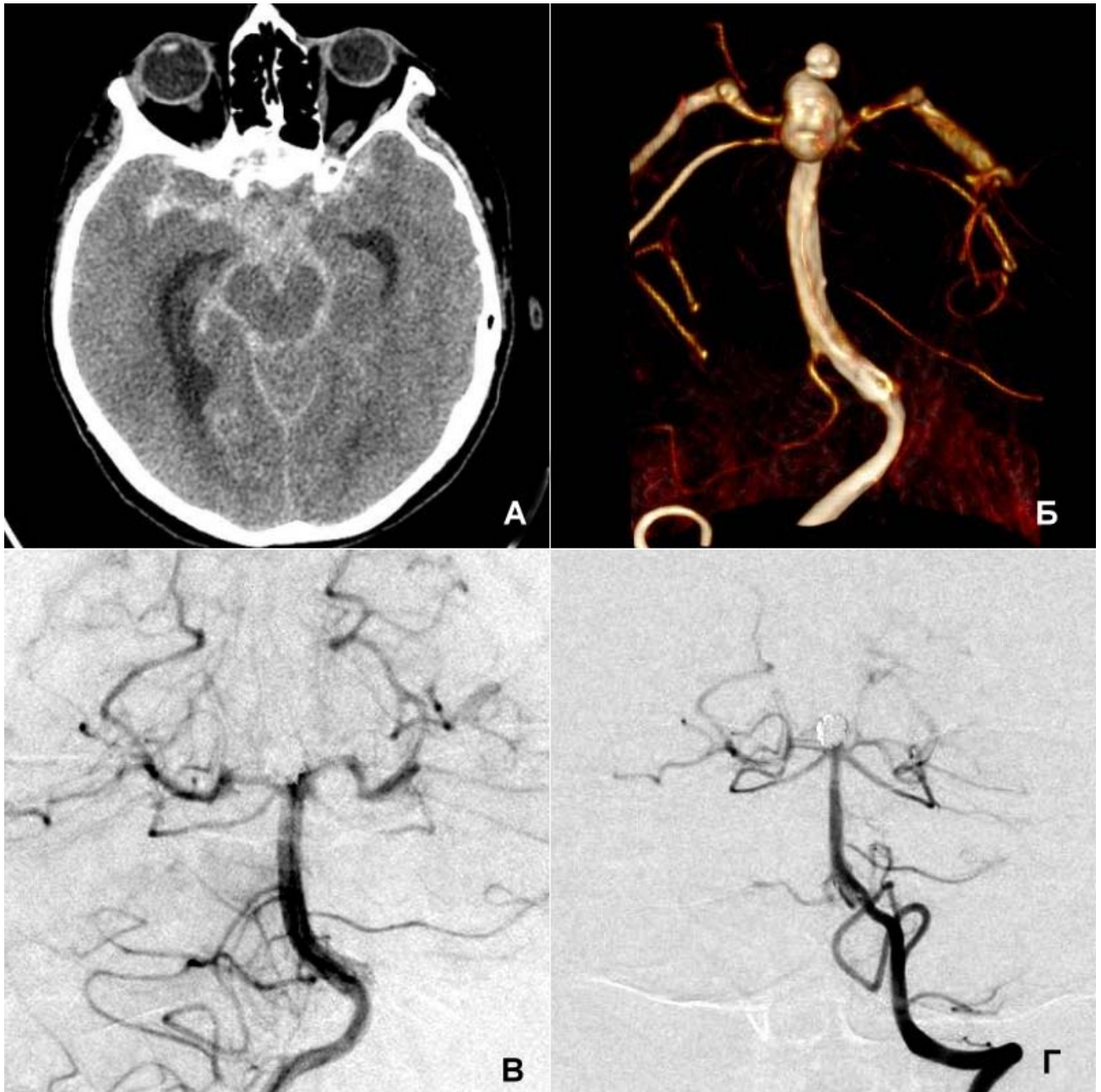


Рисунок 3.17 - Аневризма бифуркации базилярной артерии с дивертикулом, острый период субарахноидального кровоизлияния. Эндоваскулярная окклюзия аневризмы микроспиралями со стент-ассистенцией pConus.

а – компьютерная томограмма головного мозга на 1-е сутки субарахноидального кровоизлияния; б – цифровая субтракционная ангиограмма в режиме 3D-реконструкции – в области дна аневризмы виден дивертикул; в – интраоперационная контрольная цифровая субтракционная ангиограмма – контрастирование пришеечной части аневризмы; г – контрольная цифровая субтракционная ангиограмма через 9 мес после операции – аневризма не заполняется

Клиническое наблюдение 11

Пациентка 43 лет с рецидивирующим САК Hunt-Hess IV Fisher IV из АББА и окклюзионной гидроцефалией. На момент поступления уровень сознания – оглушение, тетрапарез до 2 баллов. ЦСА выявила двухкамерную 9 мм АББА с шейкой 5 мм, с дивертикулом в пришеечной части по правому контуру (Рисунок 3.18 – Б, В). Правая ПА гипоплазирована, левая - нормального диаметра. Учитывая необходимость прямой операции - коррекции шунтирующей системы по поводу гидроцефалии (стрелкой указано расширение желудочковой системы головного мозга и положение вентрикулярного конца шунтирующей системы (Рисунок 3.18 - А)), принято решение произвести попытку окклюзии аневризмы микроспиралями без использования стент-ассиститивной методики (без антиагрегантной терапии).

В левую ПА установлен проводниковый катетер. С помощью микрокатетера и микропроводника осуществлена катетеризация полости аневризмы. Последовательно в аневризму имплантировано 3 микроспирали. Две микроспирали компактно уложились в дистальной, большей по размеру полости, третья - довольно рыхло в пришеечной части. Произведена попытка установки 4 спирали, которая оказалась безуспешной – спираль была удалена. Контрольная АГ показала субтотальную окклюзию аневризмы (Рисунок 3.18 - Г).

На следующие сутки проведена ликворшунтирующая операция. Через 16 дней проведен второй этап эндоваскулярного лечения. Из правой ЗМА в базилярную артерию позиционирован и раскрыт стент Enterprise 4,5x22. Затем через ячейки стента кончик катетера для доставки спиралей установлен в функционирующую часть аневризмы. Имплантировано 2 микроспирали.

Контрольная АГ показала тотальное выключение аневризмы из кровотока (Рисунок 3.18 - Д, Е). На момент выписки в неврологическом статусе наметилась положительная динамика в виде увеличения объема движений в левой руке и ноге. Выписана на 34 сутки после операции.

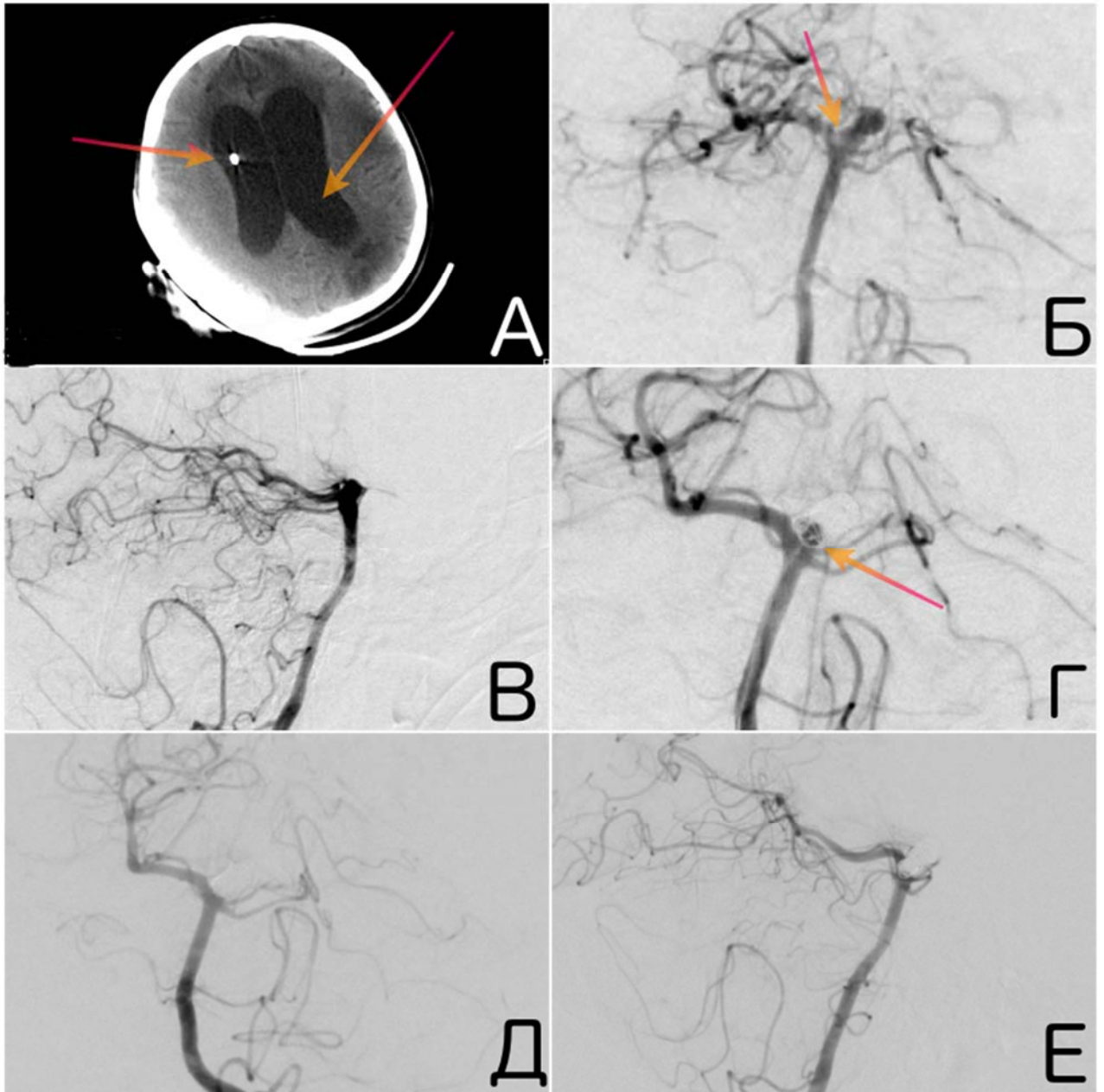


Рисунок 3.18 - Аневризма бифуркации базилярной артерии с дивертикулом, острый период субарахноидального кровоизлияния. Эндovasкулярная тотальная окклюзия аневризмы микроспиралями со стент-ассистенцией.

А – исходная компьютерная томография (стрелками указано положение шунта и расширение желудочковой системы головного мозга); Б, В – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой и боковой проекции (стрелкой обозначен дивертикул); Г - контрольная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой проекции – результат после первой операции (субтотальная окклюзия аневризмы, стрелкой указывает на контрастируемую пришеечную часть аневризмы); Д, Е – контрольная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой и боковой проекции после второй операции – аневризма не заполняется.

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.

3.7 Клинические исходы и ранние послеоперационные осложнения

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

Подробнее разберем летальные исходы на следующих клинических примерах.

Клиническое наблюдение 12

Пациентка 42 лет обследовалась в связи со смертью отца от субарахноидального кровоизлияния из аневризмы базилярной артерии. При СКТ-АГ выявлена АББА 5 мм с неширокой (3,1 мм) шейкой. Пациентка была госпитализирована в Центр для проведения эндоваскулярной операции. Из сопутствующей патологии отмечалась вторичная артериальная гипертензия с эпизодами подъема АД до 230 мм.рт.ст., связанная с хроническим гломерулонефритом. Уровень креатинина 87 мкмоль/л (референсный интервал 63-110 мкмоль/л). Абсолютных противопоказаний к проведению операции не отмечалось. Проведена стандартная предоперационная подготовка дезагрегантами. ЦСА верифицировала АББА 5 мм с шейкой 3,1 мм (Рисунок 3.19 - А, Б). Правая ЗМА отходит чуть ниже левой. Правая ЗСА выражена хорошо. Анализируя полученные данные, принято решение имплантировать стент в левую ЗМА и основную артерию с последующей окклюзией полости аневризмы спиралями.

В левую ПА установлен проводниковый катетер. Через него проведены микрокатетеры для доставки стента и спиралей. С помощью микропроводника катетеризирована левая ЗМА. Вторым микрокатетером катетеризирована полость аневризмы. От уровня устья ЗСА имплантирован стент Entertprise 4,5x22. Через микрокатетер установленный в полость аневризмы произведена окклюзия полости аневризмы спиралями. Во время введения первой микроспирали 4x10 Target Soft, произошла перфорация дна аневризмы. Было введено больше половины спирали, когда произошла перфорация дна, попытки компактно уложить спираль оказались

безуспешны. Один виток расположился за пределами аневризмы. Продолжена тампонада спиралями до полной окклюзии аневризмы. В процессе окклюзии производилась ангиография. Отмечен выход контрастного вещества с кровью за пределы аневризмы в область четверохолмной цистерны (Рисунок 3.19 - В). После достижения плотной тампонады, процесс занял около 5 минут, произведена контрольная ангиография. Аневризма окклюзирована полностью, признаков экстравазального распространения контрастного вещества и крови за пределы аневризмы не было (Рисунок 3.19 - Д, Е).

Пациентка переведена в отделение реанимации, выполнена КТ ГМ, на которой отмечается массивное САК Fisher IV (Рисунок 3.19 - Г), отек в ЗЧЯ – структуры ЗЧЯ не дифференцируются. Состояние пациентки расценивалось Hunt-Hess V. Несмотря на проводимую интенсивную терапию, нарастающего отека и дислокации мозговых структур, пациентка скончалась на 2-е сутки после кровоизлияния.

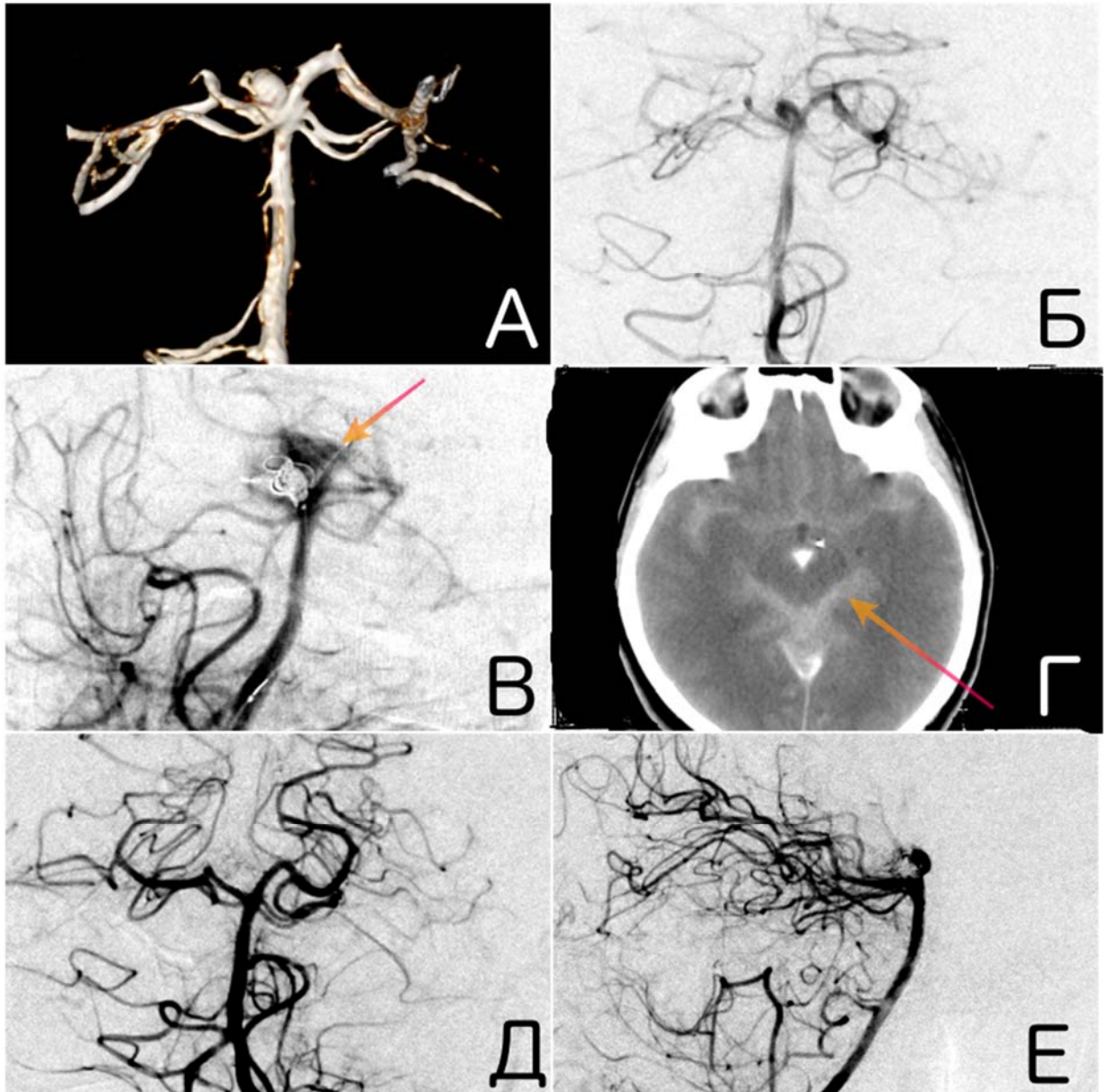


Рисунок 3.19 - Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы бифуркации базилярной артерии микроспиралями со стент-ассистенцией Enterprise.

Перфорация дна аневризмы микроспиралью.

А – исходная ЦСА в режиме 3D; Б - исходная ЦСА в прямой проекции; В – разрыв аневризмы базилярной артерии, стрелкой указано экстравазальное распространение контрастного препарата за пределы аневризмы; Г – спиральная компьютерная томография головного мозга, субарахноидальное кровоизлияние – обозначено стрелкой; Д - контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой и боковой проекции, кровотечение остановлено (тотальная окклюзия аневризмы)

Клиническое наблюдение 13

Пациент 61 г. поступил на 1 сутки САК Hunt-Hess V Fisher IV из АББА. Со слов родственников пациент страдает гипертонической болезнью, гипотензивную терапию не получал. При поступлении выполнена СКТ головного мозга: отмечается расширение желудочковой системы. Визуализируется кровь в IV, III и задних рогах боковых желудочков, а также в базальных цистернах (Рисунок 3.20 - А). Диффузный отек головного мозга. Смещения срединных структур не отмечается. По данным неврологического осмотра: уровень сознания – сопор; симметричные D=S; команды выполнял левой рукой и ногой, быстро истощался; справа отмечался гемипарез до 2 баллов; на болевую стимуляцию открывал глаза, выраженные менингеальные знаки. ЦСА выявила аневризму бифуркации базилярной артерии 12 мм с размером шейки 7 мм (Рисунок 3.20 - Б). Микрокатетером и микропроводником катетеризирована полость аневризмы. Проведена субтотальная окклюзия аневризмы 4 микроспиральями (Рисунок 3.20 - В).

После операции пациент в крайне тяжелом состоянии переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии. Учитывая гидроцефалию пациенту имплантирован наружный вентрикулярный дренаж в передний рог правого бокового желудочка. Проводилась антибактериальная, инфузионная, симптоматическая терапия. По данным доплерографии отмечалось нарастание линейной скорости кровотока по СМА более 300 см/с. С целью купирования вазоспазма производилось интраартериальное введение верапамила. В динамике выполнялась СКТ головного мозга, на которой определялась отрицательная динамика в виде нарастания отека мозгового вещества (Рисунок 3.20 - Г). Несмотря на комплекс консервативных и хирургических мер пациент скончался на 14 сутки после операции.

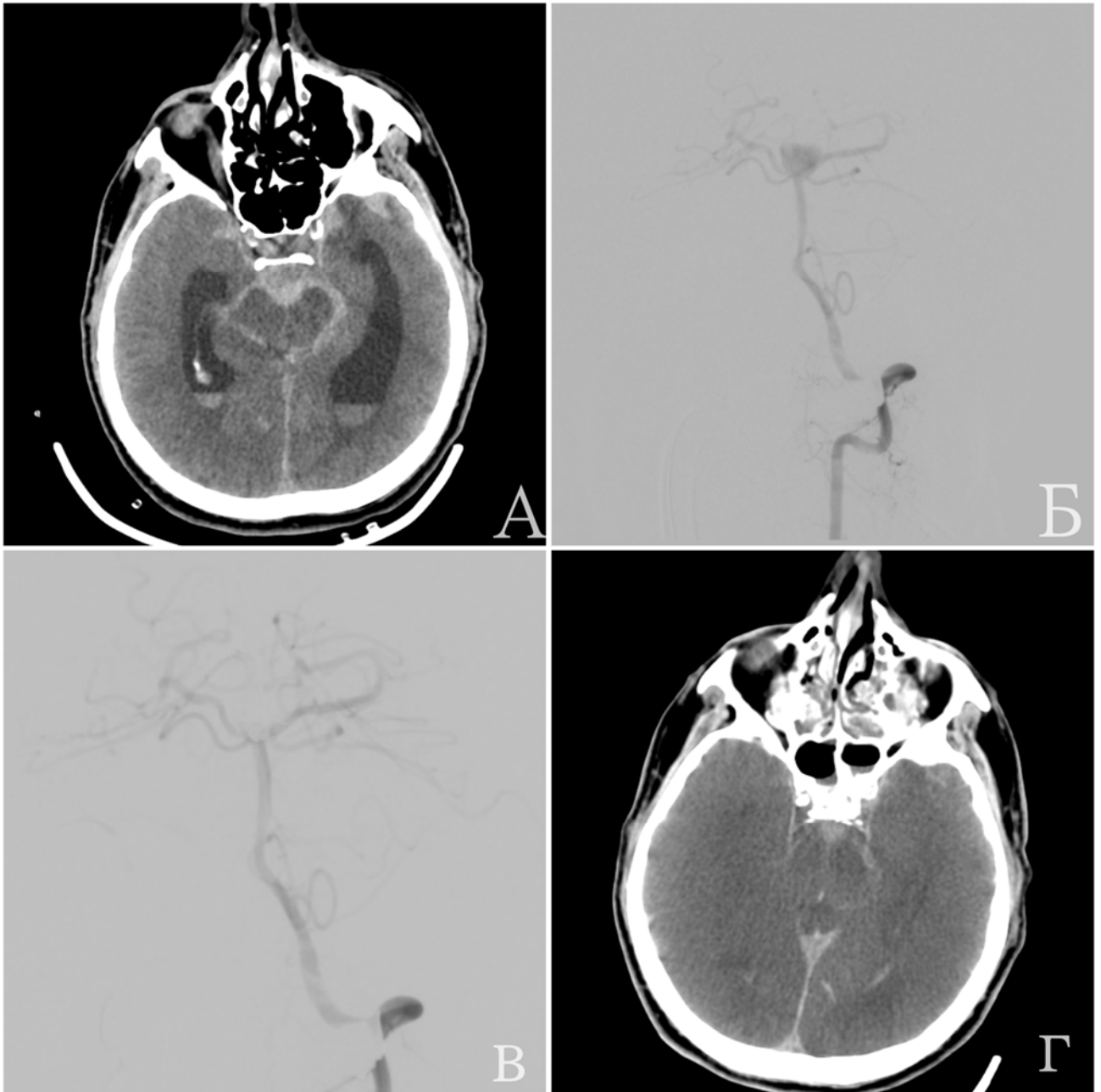


Рисунок 3.20 - Эндоваскулярная субтотальная окклюзия аневризмы бифуркации базилярной артерии микроспиральями. 1-е сутки после субарахноидального кровоизлияния Hunt-Hess V Fisher IV.

А – исходная спиральная компьютерная томография, субарахноидальное кровоизлияние; Б – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой проекции; В – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции, контрастирование пришеечной части аневризмы; Г – спиральная компьютерная томография головного мозга, диффузный отек головного мозга (отрицательная динамика в сравнении с исходной КТ)

Клиническое наблюдение 14

Пациентка 41 лет поступила на 7-е сутки после САК Hunt-Hess II Fisher IV из АББА с жалобами на головную боль и ожоги задней поверхности шеи. Из анамнеза известно, что во время потери сознания пациентка находилась в ванной, во время падения получила ожог правой половины шеи, спины, руки. Пациентка была госпитализирована в ожоговое отделение, где получала специфическое лечение. На момент госпитализации в Центр нейрохирургии ожог расценивался как 1-2 степень. ЦСА верифицировала АББА диаметром 7 мм, с дивертикулом в области дна, с шейкой 3 мм (Рисунок 3.21 - А, Б). ЗСА с обеих сторон не визуализируются. Обращает на себя внимание наличие патологической извитости позвоночных артерий и вазоспазма с уровня средней трети основной артерии и выше. Принято решение о проведении окклюзии аневризмы спиралями. Проводниковый катетер установлен в правую доминантную ПА. С помощью микрокатетера и микропроводника катетеризирована полость аневризмы. После проведения катетеризации обращает на себя внимание усиление вазоспазма. Начиная со средней трети основная артерия и ее ветви не визуализируются (Рисунок 3.21 - В). Частичное коллатеральное кровоснабжение осуществляется за счет корковых анастомозов. Микрокатетером катетеризирована полость аневризмы, выполнена суперселективная ангиография для контроля адекватности позиционирования микрокатетера (Рисунок 3.21 - Г). В полость аневризмы установлено 7 спиралей. Контрольная ангиография показала тотальную окклюзию аневризмы, однако сохраняется выраженный вазоспазм (Рисунок 3.21 - Д). Принято решение об интраартериальном введении верапамила. Проводниковый катетер установлен в правую позвоночную артерию. Через инфузор введено 25 мг верапамила в течение 50 минут. При контрольной ангиографии ветви основной артерии хорошо визуализируются (стрелками обозначено расширение артерий ВББ (Рисунок 3.21 - Е)). Ангиоспазм дистального сегмента основной артерии на дооперационном уровне (1 - 1,5 мм).

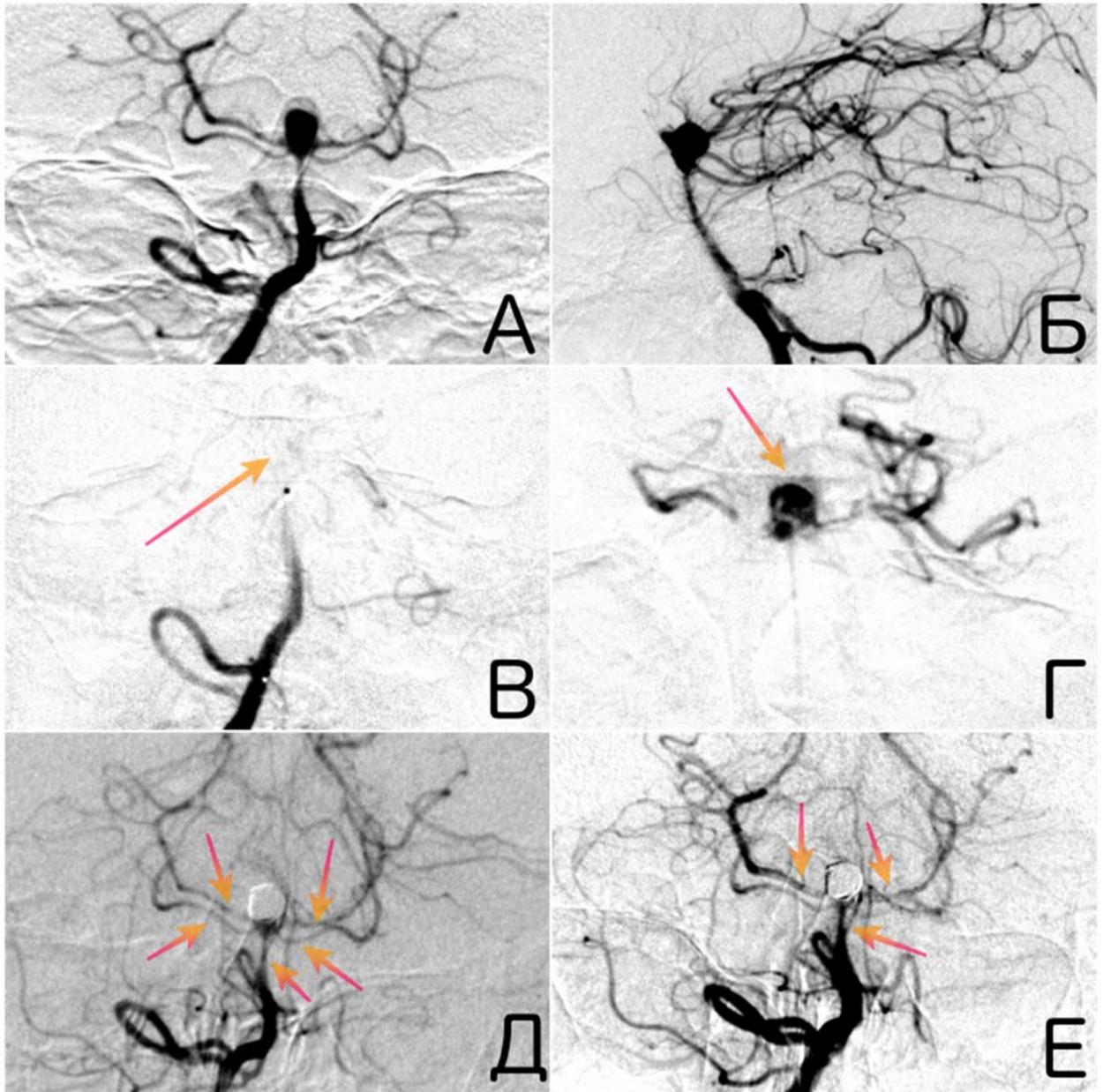


Рисунок 3.21 - Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы бифуркации базилярной артерии микроспиралями. 7-е сутки после субарахноидального кровоизлияния Hunt-Hess II Fisher IV. Выраженный ангиоспазм вертебробазиллярного бассейна.

А, Б – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой и боковой проекции; В – критический вазоспазм дистального отдела БА и ее ветвей (стрелкой указано отсутствие контрастирования дистального отдела БА, ВМА и ЗМА; Г – контрастирование полости аневризмы через микрокатетер и ретроградное заполнение ЗМА с двух сторон; Д - контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции, аневризма не контрастируется (стрелками обозначен выраженный спазм БА и ее ветвей); Е – цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции после интраартериального введения верапамила (стрелками обозначено расширение артерий ВББ)

После операции пациентка переведена в отделение реанимации для дальнейшего ведения и наблюдения. В послеоперационном периоде на фоне уменьшения седации, пациентка выполняла инструкции, понимала обращенную речь, движения выявлены во всех конечностях, справа отмечен легкий гемипарез. Однако, на следующие сутки произошло резкое ухудшение состояния, снижение уровня сознания до комы. Произведенная КТ головного мозга показала диффузный отек. Угнетение сознания произошло на фоне нарастающего ангиоспазма. Проводилось эндоваскулярное лечение вазоспазма (интраартериальное введение верапамила в дозировке 30 мг в правую ПА), интенсивная консервативная терапия. Состояние прогрессивно ухудшалось на фоне нарастающего ангиоспазма и ишемических нарушений в стволе головного мозга, пациентка скончалась на 6 сутки после проведенного вмешательства.

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. Она 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.

3.8 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 3.22).



Рисунок 3.22 - 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 микроспиралями. 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, асимметричного 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 микроспиралями 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.

Глава 4 Анализ отдаленных результатов эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии

4.1 Отдаленные результаты лечения

Сроки катamnестического наблюдения составили от 3-х до 48 месяцев, данные нейровизуализации получены у 119 пациентов, что составляет 72,1%. В 74 (62,2%) случаях в качестве контрольного исследования выполнена МР-АГ, в 35 (29,4%) – СКТ-АГ, в 10 (8,4%) выполнена 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 – у 20 (15,3%). Из 131 пациента через 12-24 месяца повторно обследованы 76 (58%) пациентов, остальные 55 пациентов «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 (3,6%) 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 4.1). 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 4.1 - 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 аневризматической болезни, 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 4.2). При этом наблюдался стабильный I класс по шкале Реймонда-Роя у большинства пациентов.

Таблица 4.2 - 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 (90,1%) из 91 пациента и у 20 (71,4%) из 28 пациентов, прооперированных при помощи микроспиралей (Таблица 4.3). В подавляющем большинстве пациентам в исследовании имплантированы стенты с низким показателем реканализации в отдаленном периоде.

Таблица 4.3 - 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)		

4.2 Отдаленные результаты эндоваскулярной окклюзии микроспиралями без вспомогательных методик

Через 6 месяцев после операции данные о окклюзии микроспиралями без вспомогательных методик были доступны у 28 (58,3%) из 48 пациентов (20 пациентов «выпали» из катамнеза). 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.

Следующий клинический случай тотальной окклюзии микроспиралями без вспомогательных методик. В данном случае благодаря неправильной форме аневризмы укладка спиралей происходила в горизонтальном направлении. Несмотря на широкую шейку аневризмы, это позволило создать каркас в пришеечной части.

Клиническое наблюдение 15

Пациент 48 лет поступил в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурдено в холодном периоде субарахноидального кровоизлияния. По данным СКТ-АГ выявлена АББА средних размеров с широкой шейкой (Рисунок 4.1 - А). ЦСА верифицировала АББА неправильной формы, диаметром 10 мм с шейкой 5 мм (Рисунок 4.1 - Б). В левую ПА установлен проводниковый катетер. Через него проведен микрокатетер с проводником. Катетер установлен в полость аневризмы.

Через установленный в полость аневризмы микрокатетер произведена плотная тампонада полости аневризмы микроспиральями. Имплантированы 6 микроспиралей. На контрольной ангиографии аневризма не контрастируется (Рисунок 4.1 - В). Мозговые артерии контрастируются в прежнем (полном) объеме. Пациент был выписан на вторые сутки после операции в удовлетворительном состоянии. При контрольных осмотрах через 6-12 месяцев аневризма не контрастируется (Рисунок 4.1 - Г), появления неврологической симптоматики не отмечается.

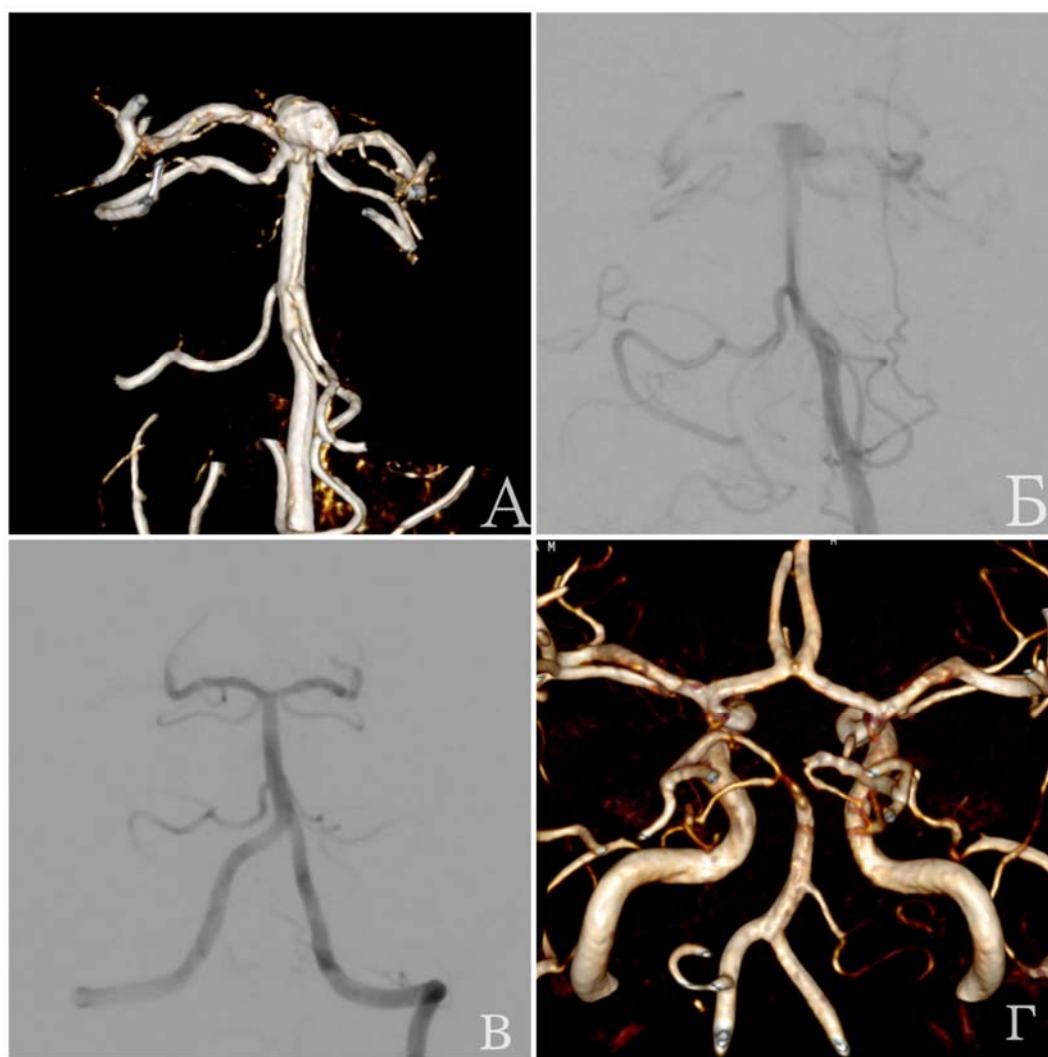


Рисунок 4.1 - Аневризма бифуркации базилярной артерии. Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы микроспиральями со стент-ассистенцией Neuroform. А – исходная спиральная компьютерная томографическая ангиография в прямой проекции – АББА неправильной формы с широкой шейкой; Б – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой проекции; В – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции – аневризма не контрастируется; Г – контрольная магнитно-резонансная ангиография через 6 месяцев после операции – аневризма не заполняется

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.

4.3 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%). Ниже представлен один из случаев успешной тотальной окклюзии АББА с широкой шейкой с сохранением эффекта в отдаленном периоде представлен ниже.

Клиническое наблюдение 16

Пациентка 66 лет с сопутствующей гипертонической болезнью. Обследована в связи с жалобами на головную боль. МР-АГ выявила маленькую аневризму бифуркации базилярной артерии с широкой шейкой. Проведена стандартная предоперационная подготовка дезагрегантами. ЦСА верифицировала АББА 5 мм с шейкой 3,9 мм (Рисунок 4.2 – А, Б). ЗМА отходят от пришеечной части аневризмы. Проведена тотальная окклюзия аневризмы 5 микроспиралями со стент-ассистенцией Neuroform 4x21 (Рисунок 4.2 – В). Контрольная МР-АГ через 6 месяцев после операции показала надежную окклюзию аневризмы (Рисунок 4.2 – Г).

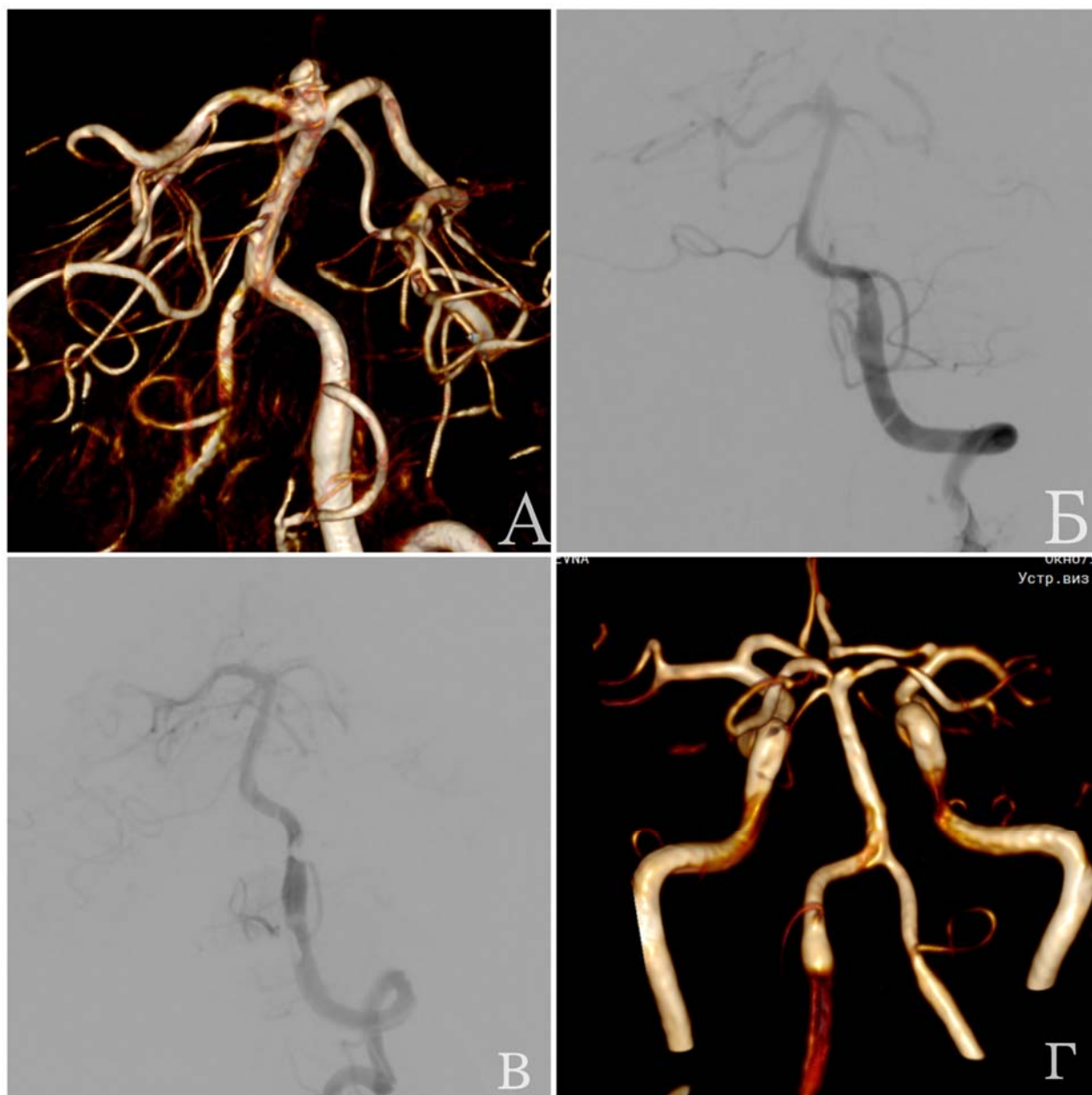


Рисунок 4.2 - Аневризма бифуркации базилярной артерии. Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы микроспиралями со стент-ассистенцией Neuroform.

А – исходная спиральная компьютерная томографическая ангиография в прямой проекции; Б – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой проекции; В – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции – аневризма не контрастируется; Г – контрольная магнитно-резонансная ангиография через 6 месяцев после операции – аневризма не заполняется

В данном наблюдении представлены отдаленные результаты лечения аневризмы бифуркации базилярной артерии при помощи микроспиралей и стента Neuroform.

Клиническое наблюдение 17

Пациентка 28 лет поступила в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурдено на 13-е сутки САК Hunt-Hess III Fisher IV из АББА. В неврологическом статусе определялась очаговая, менингеальная и выраженная общемозговая симптоматика. МР-АГ выявила маленькую аневризму бифуркации базилярной артерии с широкой шейкой. ЦСА верифицировала АББА 13 мм с шейкой 7 мм, с выраженным дивертикулом в области устья левой ЗМА (Рисунок 4.3 – А, Б). Также обращает на себя внимание извитость ЗМА и отхождение их от пришеечной части. Проведена тотальная окклюзия аневризмы 5 микроспиралями методикой «Y- стентирования» стентами Neuroform Atlas 4,5x21 и 4,5x30 (Рисунок 4.3 - В). Контрольная ЦСА через 12 месяцев после операции показала тотальную окклюзию аневризмы и частичный регресс неврологической симптоматики (Рисунок 4.3 - Г).

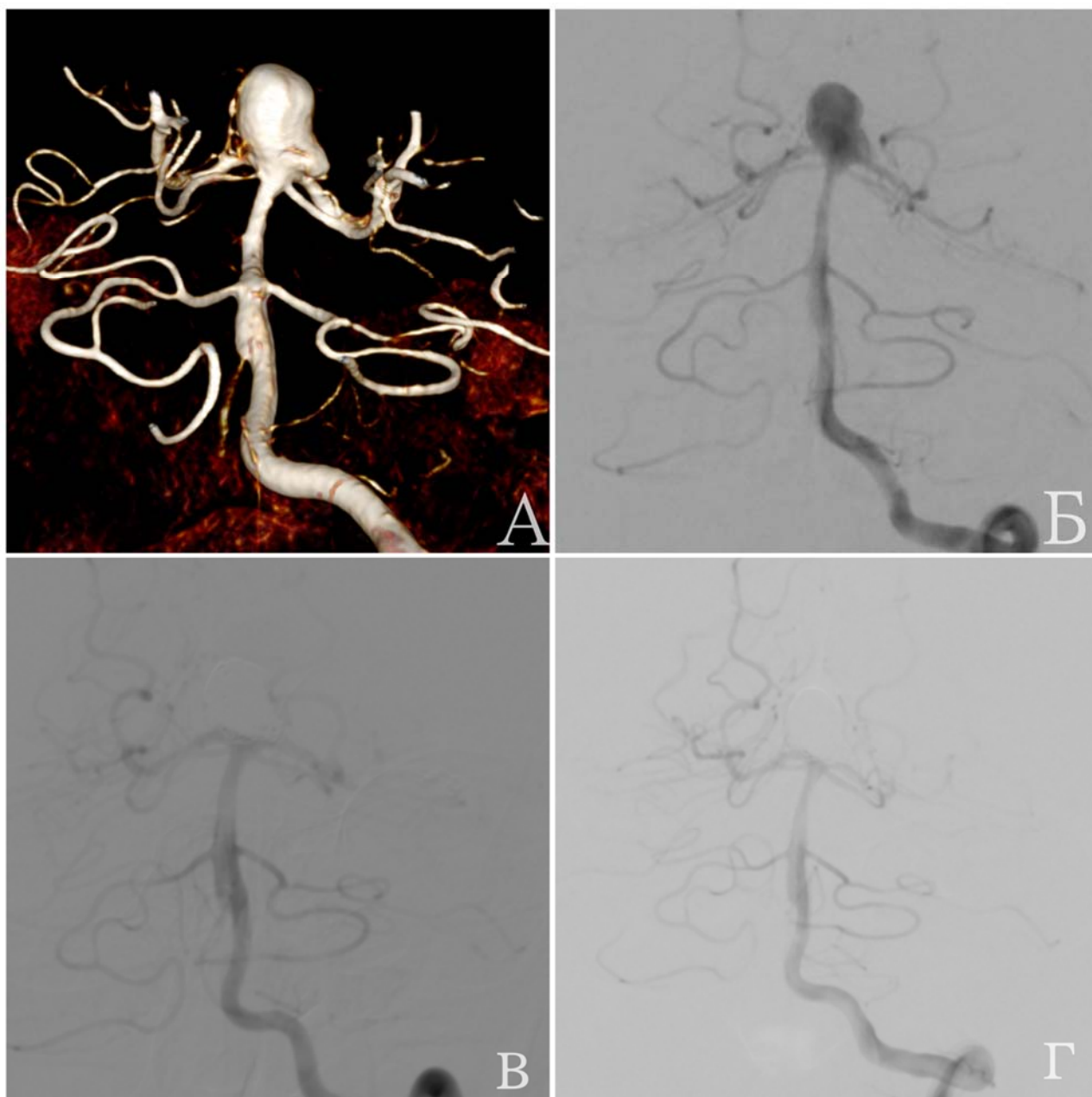


Рисунок 4.3 - Аневризма бифуркации базилярной артерии с дивертикулом. Эндоваскулярная тотальная окклюзия аневризмы микроспиралями со стент-ассистенцией Neuroform. Y-стентирование.

а – исходная спиральная компьютерная томографическая ангиография в прямой проекции; б – исходная цифровая субтракционная ангиограмма в прямой проекции – ЗМА отходят от шейки аневризмы; в – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции – аневризма не контрастируется; г – контрольная цифровая субтракционная ангиография в прямой проекции через 12 месяцев – аневризма выключена тотально

4.4 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 микроспиральями 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 2мм до 4мм, потребовавшее дополнительной окклюзии микроспиральями. 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.

При анализе ангиограмм и общеклинических данных нами были выделены факторы, влияющие на снижение радикальности эндоваскулярных операций при аневризмах бифуркации базилярной артерии.

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 тромбоэмболических 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 вертебробазиллярного 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 10мм требует большего количества материалов, обладают повышенным риском миграции спиралей, однако по данной выборке этот фактор не достиг достоверных значений.

2) Размер шейки аневризмы >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.

Заключение

Аневризмы бифуркации базилярной артерии (АББА) составляют 5–8% от всех внутричерепных аневризм и 49%–63% среди аневризм вертебробазилярного бассейна [1–4]. Аневризмы являются ведущей причиной геморрагического инсульта, составляя 70–85% нетравматических субарахноидальных кровоизлияний (САК) [22].

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% [2, 5]. Микрохирургическое лечение АББА представляет непростую задачу, учитывая труднодоступность и сложность выполнения микрохирургических вмешательств. В этой связи в настоящее время предпочтение при лечении АББА отдается эндоваскулярному методу.

Диагностика играет ведущую роль в верификации диагноза, определении показаний к оперативному лечению и выборе хирургической тактики. Определение анатомо-морфологических характеристик аневризмы, таких как ее форма, размер тела аневризмы, размер шейки, наличие дивертикула, отхождение артериальных ветвей от аневризмы, имеют решающее значение в выборе методики лечения. Возможности методов нейровизуализации аневризм резко расширились в последние десятилетия, включая применение цифровой субтракционной (ЦСА) ангиографии в 2D и 3D режимах, магнитно-резонансной ангиографии и спиральной компьютерной томографии с внутривенным введением контрастного препарата.

Окклюзия микроспиральями зарекомендовала себя как эффективный и безопасный метод лечения аневризм [6]. Однако аневризмы, расположенные на бифуркации сосудов, как правило, имеют широкую шейку и сложные взаимоотношения с отходящими ветвями, что усложняет их лечение [6, 7]. Это связано не только с высоким риском протрузии микроспиралей в просвет сосуда и

риском облитерации дочерних ветвей бифуркации, но и с меньшей частотой тотальной окклюзии аневризм [6, 9].

Несмотря на бурное развитие эндоваскулярных технологий до сих в мире не существует единой стратегии в лечении аневризм бифуркации базилярной артерии.

Таким образом, целью данной работы являлось – разработать алгоритм эндоваскулярного лечения аневризм бифуркации базилярной артерии в зависимости от анатомо-морфологических характеристик аневризмы, ангиоархитектоники задних отделов виллизиева круга, клинической картины заболевания.

В настоящей работе 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 222 аневризмами. Аневризмы другой локализации 57 (34,5%) были пролечены как эндоваскулярным, так и прямым микрохирургическим методами. Некоторые из них оставлены под динамическое наблюдение. Соотношение женщин и мужчин составило 2:1, 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° и меньше 90°); извитой ход ЗМА имели 73 (44,2%) пациента; ЗМА разного калибра - 12 (7,2%) пациентов.

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

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 катамнестических, клинических и нейровизуализационных данных. В ряде случаев для уточнения анатомо-морфологических характеристик аневризмы и определении хирургической тактики выполнялась цифровая субтракционная ангиография.

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

Эндоваскулярные вмешательства осуществлялись на биплановой ангиографической установке Phillips Allura Clarity FD20/20, Phillips FD20 и Axiom Artis VA Siemens. Во всех случаях был использован стандартный правосторонний феморальный доступ, цифровая субтракционная ангиография производилась в 2-х проекциях (прямой и боковой), а также в 3D – режиме.

Основным материалом для эндоваскулярной окклюзии аневризм являлись микроспирали. Существует множество модификаций спиралей, они различаются по длине, диаметру витка, толщине, типу отделения, жесткости.

Для стент – ассистенции использовались саморасширяемые стенты с

открытым и закрытым дизайном ячеек. С 2016 года в нашем центре ввели в практику бифуркационные стенты pConus. С внедрением данного устройства в клиническую практику стало возможным эндоваскулярное лечение сложных аневризм с широкой шейкой и атипичной анатомией ЗМА (острые углы, вхождение артерий в область бифуркации БА).

По мере появления различных новых эндоваскулярных устройств в нашей серии сформировались 3 группы в зависимости от методики лечения: окклюзия аневризмы микроспиралями без вспомогательных методик - 29,1% (48/165); окклюзия микроспиралями со стент-ассистенцией 69,7% (115/165); с баллон-ассистенцией - 1,2% (2/165). Неразорвавшихся аневризм прооперировано 40,6% (67/165) пациентов, в остром периоде САК – 14,5% (24/165), 44,8% (74/165) – в холодном периоде. Состояние по МШР до операции соответствовало 0 - 2 баллам у 141 (85,5%) пациента, 3 - 5 – у 24 (14,5%). При оценке степени окклюзии аневризм по МШРР I класс достигнут у 89 (53,9%) пациентов, II класс – у 58 (35,2%), IIIa – 12 (7,3%), IIIb – 6 (3,6%). Эти данные сопоставимы и не противоречат общемировым [86,112,113]. Однако, наша серия наблюдения является наиболее крупной (165 пациентов) на базе одного центра в течение 10 лет (2012-2022) и в рамках одной локализации аневризмы (АББА).

Пациенты, которым проведена окклюзия микроспиралями без вспомогательных методик 48 (29,1%) распределились следующим образом: острый период САК - 18 (37,5%), холодный - 17 (35,5%), у 13 (27%) пациентов аневризмы были неразорвавшимися. По радикальности распределение было следующим: тотальная окклюзия - 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%).

Выбор типа спиралей основывался на морфологических особенностях аневризмы (форма, размер, размер шейки, наличие дивертикулов) и технических характеристиках спирали. Соответствие анатомии аневризмы и корректности выбора спирали повышает эффективность и безопасность манипуляций. 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 нивелирования риска перфорации дна и стенок аневризмы микроспиралями. Чтобы снизить риск миграции микроспирали 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 интраоперационного разрыва.

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 Hyperform. В обоих случаях удалось достичь субтотальной окклюзии. В первом случае – баллон-ассистенция стала методом выбора ввиду невозможности назначения ДАТ и предстоящей микрохирургической операции, во втором клиническом примере, учитывая широкую шейку и симметричное отхождение ЗМА, возможно было рассмотреть вариант «Y»-стентирования. Однако, хирургом было принято решение о баллон-ассистенции для снижения рисков, связанных с назначением ДАТ. Интраоперационная ситуация, сложившаяся во втором случае, прежде всего, связана с упором созданным баллон-катетером в области шейки аневризмы. Баллон в раздутом состоянии снижает тактильный контроль за положением микрокатетера и усилием при укладке спирали.

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 было мерой исключения.

Интракраниальные стенты произвели революцию в эндоваскулярном лечении аневризм. Применение стентов значительно расширило показания к

эндovasкулярным операциям и увеличило количество реконструктивных операций. Эндovasкулярная окклюзия 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.

В нашей серии стент-ассистенция применена у 115 (69,7%) пациентов. Из них 53 (46%) составили неразорвавшиеся аневризмы, 56 (48,7%) – холодном периоде кровоизлияния, 6 (5,3%) – остром периоде САК. Тотальная окклюзия достигнута у 65 (56,5%) пациентов, субтотальная – у 38 (33%), частичная – у 12 (10,5%).

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 асимметрии бифуркации базилярной артерии, латерализации аневризмы, ассимметричном отхождении ЗМА, недоступных для катетеризации, возможно применение одного стента. При отхождении ЗМА под острым углом, вхождении артерий дистального отдела БА в пришеечную часть аневризмы необходимо применение бифуркационного стента, не требующего катетеризации ЗМА.

В послеоперационном периоде функциональный статус 137 (83,0%) из 165 пациентов соответствовал 0-2 баллам по шкале МШР. Улучшение отметили 76 (46%) пациентов, без динамики в неврологическом статусе – 72 (43,7%), ухудшение – 17 (10,3%).

Интраоперационные осложнения наступили у 5 (3%) пациентов. В 2 (1,2%) случаях развились геморрагические осложнения – у одного пациент 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, у 1

(0,6%) - было вызвано микроэмболией, связанное с длительным стоянием гайд-катетера и остановкой кровотока в гипопластичной позвоночной артерии. У 1 (0,6%) пациента в процессе прохождения извитостей, развился манипуляционный спазм позвоночной артерии, который был разрешен интраоперационным введением блокаторов кальциевых каналов.

Особую категорию пациентов составляют пациенты в остром периоде субарахноидального кровоизлияния. В 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. Большинство пациентов 45,9% (11) имели II класс тяжести САК 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. Тяжесть САК по шкале Fisher IV класса выявлен у 83,3% (20) пациентов, II класс - 12,5% (3) пациентов, Fisher III – 4,2% (1).

Стент-ассистенция в остром периоде 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%). Госпитальная летальность составила 1,8% (3 пациента). От злокачественного церебрального вазоспазма скончались 2 пациента и один - на фоне нарастающего отека головного мозга. 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 4 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.

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 САК 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. Дезагреганты в нагрузочной дозировке (180 мг тикагрелора+300 мг ацетилсалициловой кислоты) измельчаются в ступке и даются через зонд. Спустя 2 часа определяется чувствительность к РТУ- рецепторам и коллаген-эпинефрину (значение ниже 208 для РТУ и ниже 550 для коллаген-эпинефрина является рабочим интервалом. В качестве альтернативы или при невозможности дачи дезагрегантов через зонд, операция проводится под прикрытием внутривенного введения эптифибатид (интегрилина). 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.

Отдаленные технические результаты оценены у 119 пациентов, что

составляет 72,1%, клинические – у 131 (79,3%) в сроки от 3 до 48 месяцев после операции. В 74 (62,2%) случаях в качестве контрольного исследования выполнена МР-АГ, в 35 (29,4%) – СКТ-АГ, в 10 (8,4%) выполнена 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 – у 20 (15,3%). Из 131 пациента через 12-24 месяца повторно обследованы 76 (58%) пациентов, остальные 55 пациентов «выпали» из катамнеза.

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). Двое пациентов скончались от перенесенной коронавирусной инфекции и двое декомпенсации сердечно-сосудистой патологии.

Тотальная окклюзия через 6-12 месяцев после операции отмечена у 91,1% пациентов в группе неразорвавшихся аневризм, в 81,8% - в группе пациентов, прооперированных в остром периоде субарахноидального кровоизлияния и 85,1% - в холодном периоде. 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. При анализе отдаленных результатов окклюзии аневризм в зависимости от 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. При этом наблюдался стабильный I класс по шкале Реймонда-Роя у большинства пациентов.

Анализ повторных вмешательств на АББА выявил в нашей серии два вида

операций: реканализация аневризмы - в 3 (2,5%) случаях; дополнительная окклюзия аневризмы микроспиральями после частично или субтотально окклюзированной аневризмы в остром периоде САК – в 3 (2,5%). Реканализованные аневризмы в 2 случаях имели исходный I класс по МШРР, в 1 – 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 микроспиральями. 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. При анализе ангиограмм и общеклинических данных нами были выделены 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 тромбоэмболических 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 вертебробазиллярного 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.

Выбор метода эндоваскулярного лечения должен основываться на анатомо-морфологических характеристиках аневризм, особенностях строения бифуркации и задних мозговых артерий, а также периода аневризматической болезни.

Появление и развитие эндоваскулярного метода лечения сосудистой патологии головного мозга ознаменовало появление альтернативного прямому хирургическому методу лечения аневризм сосудов головного мозга. По мере накопления опыта и появления более совершенных микроспиралей и сосудистых стентов, этот метод стал наиболее часто применяемым в хирургии аневризм бифуркации базилярной артерии. Постоянно расширяются показания для эндоваскулярного лечения. Объективной реальностью является то, что по мере развития новых материалов и технологий будут совершенствоваться имеющиеся в арсенале эндоваскулярные инструменты и появляться новые.

В настоящее время активно используются как рутинные варианты окклюзии аневризм микроспиральями без вспомогательных методик, стент-ассистенция, баллон-ассистенция, потокоперенаправляющие стенты, так и новые стенты с малым содержанием металла в конструкции.

На сегодняшний день вектор исследований направлен на анализ эффективности и безопасности внутрианевризмальных устройств и изобретений, которые устанавливаются в области шейки аневризмы для поддержки

микроспиралей в полости аневризмы и возможности более плотной тампонады аневризмы. Преимуществом данных устройств является то, что они не требуют назначения дезагрегантов либо позволяют уменьшить период их приема. При условии получения долгосрочных успешных технических и клинических результатов станет возможным избежать геморрагических осложнений, связанных с назначением ДАТ и расширить спектр показаний к эндоваскулярной операции на АББА.

Выводы

1. Оптимальной первичной диагностикой является спиральная компьютерная томографическая ангиография, позволяющая оценить анатомо-морфологические характеристики аневризмы и сосудов вертебробазиллярного 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%(165) – 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. Эндоваскулярное лечение аневризм базилярной артерии является методом выбора. Эндоваскулярная 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 эндоваскулярное 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 стент-ассистенции 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 эндоваскулярного 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 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

Список литературы

1. Dandurand C. et al. Basilar Apex Aneurysm: Case Series, Systematic Review, and Meta-analysis.
2. Henkes H. et al. Angiographic and clinical results in 316 coil-treated basilar artery bifurcation aneurysms // J Neurosurg. 2005. Vol. 103, № 6. P. 990–999.
3. D.O. Wiebers et. al. Unruptured intracranial aneurysms: Natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment // Lancet. 2003. Vol. 362, № Jul 12. P. 103–110.
4. Molyneux A., Kerr R. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: A randomized trial // Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases. 2002. Vol. 11, № 6. P. 304–314.
5. Wermer M.J.H. et al. Risk of rupture of unruptured intracranial aneurysms in relation to patient and aneurysm characteristics: an updated meta-analysis // Stroke. Stroke, 2007. Vol. 38, № 4. P. 1404–1410.
6. Molyneux A.J. et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: A randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and // Lancet. 2005. Vol. 366, № 9488. P. 809–817.
7. Faluk M., Jesus O. de. Saccular Aneurysm // StatPearls. StatPearls Publishing, 2022.
8. Tawk R.G. et al. Diagnosis and Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms and Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage // Mayo Clin Proc. Elsevier Ltd, 2021. Vol. 96, № 7. P. 1970–2000.
9. Филатов Ю.М. et al. Артериальные аневризмы // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2012.
10. Белоусова О. Б., Горожанин В. А. Генетические факторы в

формировании интракраниальных артериальных аневризм // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2016. P. 3–13.

11. Bohnstedt B.N. et al. Comparison of endovascular and microsurgical management of 208 basilar apex aneurysms // J Neurosurg. 2017. Vol. 127, № 6. P. 1342–1352.

12. Kaspera W. et al. Morphological and Hemodynamic Risk Factors for Middle Cerebral Artery Aneurysm: a Case-Control Study of 190 Patients // Sci Rep. Nature Publishing Group, 2020. Vol. 10, № 1.

13. Tütüncü F. et al. Widening of the basilar bifurcation angle: association with presence of intracranial aneurysm, age, and female sex: Clinical article // J Neurosurg. American Association of Neurological Surgeons, 2014. Vol. 121, № 6. P. 1401–1410.

14. Alg V.S. et al. Genetic risk factors for intracranial aneurysms: A meta-analysis in more than 116,000 individuals // Neurology. American Academy of Neurology, 2013. Vol. 80, № 23. P. 2154.

15. Church E.W. et al. Treatment of posterior circulation fusiform aneurysms // J Neurosurg. 2020. P. 1–7.

16. Крылов В. В. Хирургия аневризм головного мозга. том III. Москва, 2012. Vol. 432.

17. Alexander T.D. et al. Intraoperative Angiography in Cerebral Aneurysm Surgery: A Prospective Study of 100 Craniotomies.

18. Johnston S.C. et al. Predictors of rehemorrhage after treatment of ruptured intracranial aneurysms: The Cerebral Aneurysm Rerupture After Treatment (CARAT) study // Stroke. 2008. Vol. 39, № 1. P. 120–125.

19. Spetzler R.F. et al. Ten-year analysis of saccular aneurysms in the Barrow Ruptured Aneurysm Trial // J Neurosurg. 2020. Vol. 132, № 3. P. 771–776.

20. Spetzler R.F. et al. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 6-year results // J Neurosurg. 2015. Vol. 123, № 3. P. 609–617.

21. Кафтанов А. Н., Хейреддин А. С., Яковлев С. Б. Неразорвавшиеся церебральные аневризмы // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2016. Vol. 5.

22. Lee K.S. et al. The evolution of intracranial aneurysm treatment techniques and future directions // *Neurosurg Rev.* Springer, 2022. Vol. 45, № 1. P. 1.
23. Karhunen V. et al. Modifiable Risk Factors for Intracranial Aneurysm and Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Mendelian Randomization Study // *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease.* Wiley-Blackwell, 2021. Vol. 10, № 22. P. 22277.
24. Rinkel G.J.E. et al. Prevalence and Risk of Rupture of Intracranial Aneurysms // *Stroke.* Lippincott Williams & Wilkins, 1998. Vol. 29, № 1. P. 251–256.
25. Juvela S., Porras M., Poussa K. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: probability of and risk factors for aneurysm rupture // *J Neurosurg.* J Neurosurg, 2008. Vol. 108, № 5. P. 1052–1060.
26. Крылов В.В. Хирургия аневризм головного мозга в 3т. Москва: Антидор, 2011. Vol. 1. 432 p.
27. Greenberg M.S. *Handbook of Neurosurgery* Thieme. 2001.
28. Carter J., Howe J. Stakeholder participation and the Water Framework Directive: The case of the Ribble Pilot // *Local Environ.* 2006. Vol. 11, № 2. P. 217–231.
29. Chappell E.T. et al. Comparison of computed tomographic angiography with digital subtraction angiography in the diagnosis of cerebral aneurysms: A meta-analysis // *Neurosurgery.* 2003. Vol. 52, № 3. P. 624–631.
30. Крылов В.В., Годков И.М., Мятчин М.Ю. Клиническая картина и принципы диагностики нетравматических субарахноидальных кровоизлияний вследствие разрыва аневризм головного мозга. Глава 2 в книге: Хирургия аневризм головного мозга. Под редакцией Крылова В.В., Москва, издание в трех томах, Том 1, Издательство ИП “А.Н. Андреева” 2011 [Electronic resource]. 2011.
31. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Диагностическая нейрорадиология // *Диагностическая нейрорадиология* . 2006. P. 1327.
32. Элиава Шалва Шалвович et al. Современные методы рентгенодиагностики больных с аневризмами головного мозга в остром периоде // Хирургическое лечение аневризм головного мозга в остром периоде

кровоизлияния. Под ред. Ш. Ш. Элиава. Москва: место издания Издательство ИП «Т. А. Алексеева», 2019. P. 61.

33. Пилипенко Ю.В. et al. Оценка радикальности микрохирургических операций при артериальных аневризмах головного мозга по данным компьютерной томографической ангиографии // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko, 2020. Vol. 84, № 6. P. 76–85.

34. Sun X. et al. Metal artifact reduction using mono-energy images combined with metal artifact reduction software in spectral computed tomography: A study on phantoms // Quant Imaging Med Surg. 2020. Vol. 10, № 7. P. 1515–1525.

35. Chappell E.T. et al. Comparison of computed tomographic angiography with digital subtraction angiography in the diagnosis of cerebral aneurysms: a meta-analysis // Neurosurgery. Neurosurgery, 2003. Vol. 52, № 3. P. 624–631.

36. Hirai T. et al. Preoperative evaluation of intracranial aneurysms: usefulness of intraarterial 3D CT angiography and conventional angiography with a combined unit--initial experience // Radiology. Radiology, 2001. Vol. 220, № 2. P. 499–505.

37. Pechlivanis I. et al. Computed tomographic angiography in the evaluation of clip placement for intracranial aneurysm // Acta Neurochir (Wien). Acta Neurochir (Wien), 2008. Vol. 150, № 7. P. 669–676.

38. Sailer A.M.H. et al. Diagnosing intracranial aneurysms with mr angiography : Systematic review and meta-analysis // Stroke. 2014. Vol. 45, № 1. P. 119–126.

39. Li M.H. et al. Accurate diagnosis of small cerebral aneurysms ≤ 5 mm in diameter with 3.0-T MR angiography // Radiology. Radiology, 2014. Vol. 271, № 2. P. 553–560.

40. Miyazawa N., Akiyama I., Yamagata Z. Risk factors for growth of unruptured intracranial aneurysms: follow-up study by serial 0.5-T magnetic resonance angiography // Neurosurgery. Neurosurgery, 2006. Vol. 58, № 6. P. 1047–1052.

41. Ajiboye N. et al. Unruptured Cerebral Aneurysms: Evaluation and Management // ScientificWorldJournal. ScientificWorldJournal, 2015. Vol. 2015.

42. Mckinney A.M. et al. Detection of aneurysms by 64-section multidetector

CT angiography in patients acutely suspected of having an intracranial aneurysm and comparison with digital subtraction and 3D rotational angiography // *AJNR Am J Neuroradiol.* *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008. Vol. 29, № 3. P. 594–602.

43. Kucukay F. et al. Three-dimensional volume rendering digital subtraction angiography in comparison with two-dimensional digital subtraction angiography and rotational angiography for detecting aneurysms and their morphological properties in patients with subarachnoid hemorrhage // *Eur J Radiol.* *Eur J Radiol*, 2012. Vol. 81, № 10. P. 2794–2800.

44. Dammert S. et al. Detection of intracranial aneurysms with multislice CT: comparison with conventional angiography // *Neuroradiology.* *Neuroradiology*, 2004. Vol. 46, № 6. P. 427–434.

45. Rinkel G.J. Intracranial aneurysm screening: Indications and advice for practice // *Lancet Neurology.* *Lancet Publishing Group*, 2005. Vol. 4, № 2. P. 122–128.

46. Hochmuth A., Spetzger U., Schumacher M. Comparison of Three-Dimensional Rotational Angiography with Digital Subtraction Angiography in the Assessment of Ruptured Cerebral Aneurysms.

47. Rhoton A.L. The cerebellar arteries // *Neurosurgery.* *Neurosurgery*, 2000. Vol. 47, № 3 Suppl. P. S29–S68.

48. [Surgical strategy in cases of multiple aneurysms] - PubMed [Electronic resource]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9487652/> (accessed: 15.02.2023).

49. Kadavra İ. et al. Anatomical Variability in the Termination of the Basilar Artery in the Human Cadaveric Brain. 2015. Vol. 25, № 4. P. 586–594.

50. Uchino A. et al. Variations of the posterior cerebral artery diagnosed by MR angiography at 3 tesla.

51. Shaban A. et al. Circle of Willis Variants: Fetal PCA // *Stroke Res Treat.* *Stroke Res Treat*, 2013. Vol. 2013.

52. Gunnal S.A., Farooqui M.S., Wabale R.N. Study of Posterior Cerebral Artery in Human Cadaveric Brain // *Anat Res Int.* *Hindawi Limited*, 2015. Vol. 2015. P. 1–10.

53. Kuybu O., Tadi P., Dossani R.H. Posterior Cerebral Artery Stroke // StatPearls. StatPearls Publishing, 2022.
54. Cilliers K., Page B.J. Variation and Anomalies of the Posterior Cerebral Artery: Review and Pilot Study. 2016.
55. Элиава Ш.Ш. et al. Выбор хирургического доступа к аневризмам дистальных отделов базилярной артерии // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko, 2008. № 1.
56. Сербиненко Ф.А. Окклюзия баллоном мешотчатых аневризм артерий головного мозга // Вопросы нейрохирургии. 1974. Vol. 4. P. 8–15.
57. Сербиненко Ф. А. Катетеризация и окклюзия магистральных сосудов головного мозга и перспективы развития сосудистой нейрохирургии // Вопросы нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко. 1971. P. 17–27.
58. Raymond J. et al. Endovascular treatment of acutely ruptured and unruptured aneurysms of the basilar bifurcation // J Neurosurg. Journal of Neurosurgery Publishing Group, 1997. Vol. 86, № 2. P. 211–219.
59. Medani K. et al. Basilar apex aneurysm systematic review: Microsurgical versus endovascular treatment // Neurochirurgie. Elsevier Masson, 2022.
60. Klein G.E. et al. Basilar tip aneurysm: endovascular treatment with Guglielmi detachable coils--midterm results // Radiology. Radiology, 1997. Vol. 205, № 1. P. 191–196.
61. Eskridge J.M., Song J.K. Endovascular embolization of 150 basilar tip aneurysms with Guglielmi detachable coils: results of the Food and Drug Administration multicenter clinical trial // J Neurosurg. J Neurosurg, 1998. Vol. 89, № 1. P. 81–86.
62. Tjahjadi M., Serrone J., Hernesniemi J. Should we still consider clips for basilar apex aneurysms? A critical appraisal of the literature // Surg Neurol Int. Scientific Scholar, 2018. Vol. 9, № 1.
63. Lozier A.P. et al. Guglielmi Detachable Coil Embolization of Posterior Circulation Aneurysms // Stroke. Lippincott Williams & Wilkins, 2002. Vol. 33, № 10. P. 2509–2518.

64. Feuerberg I. et al. Natural history of postoperative aneurysm rests *Clinical Material and Methods // J Neurosurg.* 1987. Vol. 66. 30–34 p.
65. Bavinzski G. et al. Treatment of basilar artery bifurcation aneurysms by using Guglielmi detachable coils: a 6-year experience // *J Neurosurg. Journal of Neurosurgery Publishing Group,* 1999. Vol. 90, № 5. P. 843–852.
66. Moret J. et al. The “Remodelling Technique” in the Treatment of Wide Neck Intracranial Aneurysms *Angiographic Results and Clinical Follow-up in 56 Cases // Interventional Neuroradiology.* 1997. Vol. 3. 21–35 p.
67. Pierot L. et al. Safety and Efficacy of Balloon Remodeling Technique during Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms: Critical Review of the Literature // *AJNR Am J Neuroradiol.* 2012. Vol. 33, № 1. P. 12.
68. Wallace A.N. et al. Balloon-assisted coiling of cerebral aneurysms with the dual-lumen Scepter XC balloon catheter: Experience at two high-volume centers // *Interventional Neuroradiology.* SAGE Publications Inc., 2019. Vol. 25, № 4. P. 414.
69. Pierot L. et al. Endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms: comparison of safety of remodeling technique and standard treatment with coils // *Radiology.* Radiology, 2009. Vol. 251, № 3. P. 846–855.
70. Pierot L. et al. Remodeling technique for endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms had a higher rate of adequate postoperative occlusion than did conventional coil embolization with comparable safety // *Radiology.* Radiology, 2011. Vol. 258, № 2. P. 546–553.
71. Shapiro M. et al. Safety and Efficacy of Adjunctive Balloon Remodeling during Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms: A Literature Review // *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008. Vol. 29, № 9. P. 1777.
72. Sharma U. et al. Balloon-assisted coil embolization of intracranial aneurysms: incidence, complications, and angiography results // *J Neurosurg.* American Association of Neurological Surgeons, 2006. Vol. 105, № 3. P. 396–399.
73. Pop R. et al. Balloon-assisted coiling of intracranial aneurysms using the Eclipse 2L double lumen balloon // *Interventional Neuroradiology.* SAGE Publications Inc., 2020. Vol. 26, № 3. P. 291.

74. Chalouhi N. et al. Safety and efficacy of endovascular treatment of basilar tip aneurysms by coiling with and without stent assistance: A review of 235 cases // *Neurosurgery*. 2012. Vol. 71, № 4. P. 785–794.

75. Standhardt H. et al. Endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms with Guglielmi detachable coils: short- and long-term results of a single-centre series // *Stroke*. *Stroke*, 2008. Vol. 39, № 3. P. 899–904.

76. Ferns S.P. et al. Late reopening of adequately coiled intracranial aneurysms: frequency and risk factors in 400 patients with 440 aneurysms // *Stroke*. *Stroke*, 2011. Vol. 42, № 5. P. 1331–1337.

77. Valée J.N. et al. Endovascular treatment of basilar tip aneurysms with Guglielmi detachable coils: Predictors of immediate and long-term results with multivariate analysis - 6-Year experience // *Radiology*. 2003. Vol. 226, № 3. P. 867–879.

78. Chow M.M. et al. A Novel Endovascular Treatment of a Wide-Necked Basilar Apex Aneurysm by Using a Y-Configuration, Double-Stent Technique // *AJNR Am J Neuroradiol*. 2004. Vol. 25, № 3. P. 509.

79. Cagnazzo F. et al. Y-Stent-Assisted Coiling of Wide-Neck Bifurcation Intracranial Aneurysms: A Meta-Analysis // *AJNR Am J Neuroradiol*. NLM (Medline), 2019. Vol. 40, № 1. P. 122.

80. Henkes H. et al. Coil treatment of a fusiform upper basilar trunk aneurysm with a combination of “kissing” neuroform stents, TriSpan-, 3D- and fibered coils, and permanent implantation of the microguidewires // *Neuroradiology*. Springer Verlag, 2004. Vol. 46, № 6. P. 464–468.

81. Spiotta A.M. et al. Results of the ANSWER Trial Using the PulseRider for the Treatment of Broad-Necked, Bifurcation Aneurysms // *Neurosurgery*. 2017. Vol. 81, № 1. P. 56–65.

82. Chiu A.H. et al. The second-generation eCLIPs Endovascular Clip System: initial experience // *J Neurosurg*. American Association of Neurological Surgeons, 2017. Vol. 128, № 2. P. 482–489.

83. Lylyk P. et al. Treatment of Wide-Necked Bifurcation Aneurysms: Initial

Results with the pCANvas Neck Bridging Device // Clin Neuroradiol. Urban und Vogel GmbH, 2019. Vol. 29, № 3. P. 467–477.

84. Sorenson T.J. et al. The pCONUS bifurcation aneurysm implants for endovascular treatment of adults with intracranial aneurysms: A systematic review and meta-analysis // Surg Neurol Int. Scientific Scholar, 2019. Vol. 10, № 1.

85. Aguilar Pérez M. et al. Intra-aneurysmal hemodynamics: evaluation of pCONus and pCANvas bifurcation aneurysm devices using DSA optical flow imaging // J NeuroIntervent Surg. 2016. Vol. 8. P. 1197–1201.

86. Aguilar Pérez M. et al. Clinical Medicine Results of the pToWin Study: Using the pCONUS Device for the Treatment of Wide-Neck Intracranial Aneurysms // J. Clin. Med. 2022. Vol. 2022. P. 884.

87. Krupa K. et al. Endovascular embolization of wide-necked bifurcation aneurysms with the use of pCONus device: A systematic review and meta-analysis // Clin Imaging. Elsevier, 2021. Vol. 70. P. 81–88.

88. Ulfert C. et al. The pCONus Device in Treatment of Wide-necked Aneurysms Technical and Midterm Clinical and Angiographic Results.

89. Morales-Caba L. et al. The pCONUS2 and pCONUS2 HPC Neck Bridging Devices: Results from an International Multicenter Retrospective Study // Clin Neuroradiol. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. P. 1–8.

90. Morales-Caba L. et al. The pCONUS2 and pCONUS2 HPC Neck Bridging Devices Results from an International Multicenter Retrospective Study aneurysm · PCONUS 2 · PCONUS2 HPC · Wide neck // Clin Neuroradiol.

91. Aguilar Perez M. et al. Use of pCONUS HPC for the treatment of unruptured wide-necked bifurcation aneurysms: early clinical experience using single antiplatelet therapy // Stroke Vasc Neurol. BMJ Publishing Group, 2021. Vol. 6, № 1. P. 57.

92. Krupa K. et al. Endovascular embolization of wide-necked bifurcation aneurysms with the use of pCONus device: A systematic review and meta-analysis // Clin Imaging. Elsevier, 2021. Vol. 70. P. 81–88.

93. Lylyk P. et al. The pCONus2 Neck-Bridging Device: Early Clinical Experience and Immediate Angiographic Results // World Neurosurg. Elsevier, 2018.

Vol. 110. P. e766–e775.

94. Perez M.A. et al. Original research: Use of the pCONus HPC as an adjunct to coil occlusion of acutely ruptured aneurysms: early clinical experience using single antiplatelet therapy // *J Neurointerv Surg*. BMJ Publishing Group, 2020. Vol. 12, № 9. P. 862.

95. Aguilar Pérez M. et al. Case series: Use of the pCONus as an adjunct to coil embolization of acutely ruptured aneurysms // *J Neurointerv Surg*. BMJ Publishing Group, 2017. Vol. 9, № 1. P. 39.

96. Aguilar-Pérez M. et al. Coil Occlusion of Wide-Neck Bifurcation Aneurysms Assisted by a Novel Intra- to Extra-Aneurysmatic Neck-Bridging Device (pCONus): Initial Experience // *AJNR Am J Neuroradiol*. American Society of Neuroradiology, 2014. Vol. 35, № 5. P. 965.

97. Sirakov S. et al. Using the pCANvas neck-bridging device in treating a wide-necked aneurysm of the basilar tip // <https://doi.org/10.1177/1971400919839375>. SAGE Publications Sage UK: London, England, 2019. Vol. 32, № 3. P. 193–199.

98. Wang C.-B. et al. Flow diverter treatment of posterior circulation aneurysms. A meta-analysis // *Neuroradiology*. Springer, 2016. Vol. 58, № 4. P. 391.

99. Kashkoush A. et al. Flow diversion for the treatment of intracranial bifurcation aneurysms: a systematic review and meta-analysis // *Journal of NeuroInterventional Surgery*. BMJ Publishing Group, 2023.

100. De Vries J. et al. Original research: eCLIPs bifurcation remodeling system for treatment of wide neck bifurcation aneurysms with extremely low dome-to-neck and aspect ratios: a multicenter experience // *J Neurointerv Surg*. BMJ Publishing Group, 2021. Vol. 13, № 5. P. 438.

101. Chiu A.H. et al. The second-generation eCLIPs Endovascular Clip System: Initial experience // *J Neurosurg*. 2018. Vol. 128, № 2. P. 482–489.

102. Gory B. et al. PulseRider Stent-Assisted Coiling of Wide-Neck Bifurcation Aneurysms: Periprocedural Results in an International Series // *AJNR Am J Neuroradiol*. American Society of Neuroradiology, 2016. Vol. 37, № 1. P. 130.

103. Sakai N. et al. PulseRider-Assisted Coil Embolization for Treatment of

Intracranial Bifurcation Aneurysms: A Single-Center Case Series with 24-Month Follow-up // *World Neurosurg.* Elsevier, 2019. Vol. 128. P. e461–e467.

104. O'Connor K.P., Strickland A.E., Bohnstedt B.N. PulseRider Use in Ruptured Basilar Apex Aneurysms // *World Neurosurg.* Elsevier, 2019. Vol. 127. P. 346–349.

105. Mukherjee S. et al. PulseRider-assisted treatment of wide-necked intracranial bifurcation aneurysms: safety and feasibility study // *J Neurosurg. J Neurosurg*, 2017. Vol. 127, № 1. P. 61–68.

106. Gherasim D.N. et al. Endovascular Treatment of Wide-Neck Anterior Communicating Artery Aneurysms Using WEB-DL and WEB-SL: Short-Term Results in a Multicenter Study // *AJNR Am J Neuroradiol.* American Society of Neuroradiology, 2015. Vol. 36, № 6. P. 1150.

107. van Rooij S.B.T. et al. A systematic review and meta-analysis of Woven EndoBridge single layer for treatment of intracranial aneurysms // *Interventional Neuroradiology.* SAGE Publications, 2020. Vol. 26, № 4. P. 455.

108. Arthur A.S. et al. The safety and effectiveness of the woven endobridge (web) system for the treatment of wide-necked bifurcation aneurysms: Final 12-month results of the pivotal web intrasaccular therapy (web-it) study // *J Neurointerv Surg.* BMJ Publishing Group, 2019. Vol. 11, № 9. P. 924–930.

109. Liebig T. et al. The Safety and Effectiveness of the Contour Neurovascular System (Contour) for the Treatment of Bifurcation Aneurysms: The CERUS Study // *Neurosurgery.* Wolters Kluwer Medknow Publications, 2022. Vol. 90, № 3. P. 270–277.

110. Piotin M. et al. Original research: The LUNA aneurysm embolization system for intracranial aneurysm treatment: short-term, mid-term and long-term clinical and angiographic results // *J Neurointerv Surg.* BMJ Publishing Group, 2018. Vol. 10, № 12. P. e34.

111. Sirakov A. et al. Intrasaccular neck-bridging: A technical note on Nautilus-assisted coiling of wide-necked cerebral aneurysms. Feasibility study, immediate and early angiographic results // *Interventional Neuroradiology.* SAGE Publications Inc., 2022. Vol. 28, № 6. P. 746.

112. Raymond J. et al. Unruptured intracranial aneurysms: A critical review of the International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms (ISUIA) and of appropriate methods to address the clinical problem // *Interventional Neuroradiology*. 2008. Vol. 14, № 1.

113. Jeon P. et al. Y-configuration double-stent-assisted coiling using two closed-cell stents for wide-neck basilar tip aneurysms.

Используемые шкалы

Шкала 1 - Шкала тяжести состояния Хант-Хесс

Оценка	Симптомы
1	Бессимптомное течение или минимальная головная боль и легкая ригидность затылочных мышц
2	Головная боль средняя или сильная; ригидность затылочных мышц; неврологический дефицит – только парез черепных нервов
3	Оглушение; минимальный неврологический дефицит
4	Сопор; средний или тяжелый гемипарез; возможны начальные признаки дещеребрационной ригидности и вегетативные нарушения
5	Глубокая кома; дещеребрационная ригидность; агония

Шкала 2 - Шкала тяжести субарахноидального кровоизлияния Фишер

Оценка	Характеристика субарахноидального кровоизлияния
1	Не визуализируется
2	Толщина менее 1 мм
3	Толщина более 1 мм
4	Любая толщина с внутрижелудочковым кровоизлиянием или распространением на паренхиму головного мозга

Шкала 3 - Классификация степени окклюзии аневризм по Модифицированной шкале Реймонда – Роя

Класс	Характеристика	
I класс	Тотальная окклюзия аневризмы	
II класс	Частичное контрастирование пришеечной части аневризмы	
III класс	a	Проникновение контрастного вещества между витков микроспиралей
	b	Проникновение контрастного вещества между спиралями и стенкой аневризмы

Шкала 4 - Модифицированная шкала Рэнкин

Баллы	Описание
0	Нет симптомов
1	Нет значительных симптомов двигательных нарушений; способность выполнять все обычные обязанности и способность участвовать в повседневной деятельности
2	Легкая степень двигательных расстройств; неспособность полноценно участвовать в повседневной деятельности, но способность полностью себя обслуживать
3	Умеренная степень двигательных расстройств; потребность в некоторой помощи, но способен ходить без посторонней помощи
4	Умеренно - тяжелая степень двигательных расстройств; неспособность ходить без посторонней помощи и потребность в помощи при туалете тела
5	Тяжелая степень двигательных расстройств – прикованность к постели, потребность в постоянной помощи и внимании
6	Смерть