

На правах рукописи

Штадлер Владислав Дмитриевич

БЛИЖАЙШИЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ
РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С
АНЕВРИЗМАТИЧЕСКИМ СУБАРАХНОИДАЛЬНЫМ КРОВОИЗЛИЯНИЕМ

3.1.10 – нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2022

Работа выполнена в государственном бюджетном учреждении здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательском институте скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»

Научный руководитель: Лукьянчиков Виктор Александрович – доктор медицинских наук, научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы», профессор кафедры нейрохирургии и нейрореанимации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный консультант: Гаврилов Андрей Васильевич – кандидат технических наук, заведующий лабораторией медицинских компьютерных систем отдела микроэлектроники «Научно-исследовательского института ядерной физики им. Д.В. Скобельцына» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова»

Официальные оппоненты:

Антонов Геннадий Иванович – доктор медицинских наук, начальник центра нейрохирургии, главный нейрохирург федерального государственного бюджетного учреждения «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий – Центрального военного клинического госпиталя им. А.А. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации

Лукшин Василий Андреевич – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель группы реконструктивной хирургии магистральных артерий головы, доцент кафедры нейрохирургии с курсами нейронаук федерального государственного автономного учреждения «Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___» _____ 20__ г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 72.1.014.01 при государственном бюджетном учреждении здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательском институте скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы» (129090, Москва, Большая Сухаревская площадь, дом 3).

С диссертацией можно ознакомиться в научно-медицинской библиотеке государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательском институте скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы» и на сайте www.sklif.mos.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 20__ г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета 72.1.014.01
доктор медицинских наук, профессор

Гуляев А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность

Лечение пациентов с ОНМК остается важной социально-экономической проблемой современной медицины. Нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние составляет 2,9% в структуре ОНМК, а заболеваемость среди населения старше 25 лет составляет 8,5 на 100 тыс. населения (О. А. Клочихина, 2019; Н. А. Шамалов, 2019). Главной причиной нетравматического САК является разрыв интракраниальных аневризм. В 2018 году опубликованы данные ретроспективного исследования работы 22 нейрохирургических отделений региональных сосудистых центров Российской Федерации, наиболее активно занимающихся сосудистой патологией головного мозга, проводившегося в рамках Российского исследования хирургии аневризм (РИХА; Russian Aneurismal Surgery Trial – RAST). За год в этих центрах прооперировано 3160 пациентов по поводу аневризм головного мозга. Результаты анализа продемонстрировали лучшие исходы хирургии аневризм в стационарах с высокой хирургической активностью (свыше 100 операций в год по поводу аневризм), где развиты как микрохирургическая, так и эндоваскулярная методики (В. В. Крылов, 2018). Несмотря на совершенствование хирургии и методов интенсивной терапии, а также на низкую распространенность этого заболевания, летальность остается достаточно высокой, однако более значимым социально-экономическим показателем является высокий уровень инвалидизации в трудоспособном возрасте (R. V. Krishnamurthi, 2020)

Важнейшим фактором неблагоприятного исхода при САК является формирование ишемии головного мозга. Одним из малоизученных способов борьбы с церебральной ишемией вследствие аневризматического САК является хирургическая реваскуляризация головного мозга. На сегодняшний день проведено небольшое количество исследований, где авторы подчеркивают эффективность данного метода, однако все эти работы отличаются малой выборкой и отсутствием контрольных групп (В.А. Лукьянчиков, 2018). В 2018 году, на базе НИИ СП им. Н.В. Склифосовского был предложен и внедрен алгоритм отбора и лечения больных с аневризматическим САК для проведения реваскуляризирующих вмешательств (В.А. Лукьянчиков, 2018). В настоящее время эффективность такого алгоритма до конца не установлена, так как не получены данные об отдаленных исходах у этих пациентов. Все это требует проведения новых исследований в свете современных представлений о церебральной ишемии головного мозга, обусловленной САК вследствие разрыва церебральных аневризм.

Цель исследования

Оценить ближайшие и отдаленные результаты хирургической ревазуляризации головного мозга в остром периоде церебральной ишемии у пациентов с аневризматическим субарахноидальным кровоизлиянием.

Задачи исследования:

1. Оценить госпитальную летальность, выживаемость, ближайшие и отдаленные функциональные исходы, а также трудовую и социальную реабилитацию у пациентов, которым была выполнена хирургическая ревазуляризация головного мозга в остром периоде церебральной ишемии на фоне аневризматического САК.

2. Уточнить зависимость между параметрами макро- и микрогемодинамики головного мозга у пациентов, перенесших аневризматическое САК.

3. Выявить факторы неблагоприятных ближайших и отдаленных исходов у пациентов, которым была выполнена хирургическая ревазуляризация головного мозга в остром периоде церебральной ишемии на фоне аневризматического САК.

4. Уточнить алгоритм отбора на проведение ревазуляризирующих вмешательств, а также выбор функционального типа ЭИКШ головного мозга для пациентов с аневризматическим САК в остром периоде церебральной ишемии.

Научная новизна

1. Выполнено аналитическое сравнение по эпидемиологическим, инструментальным и социальным критериям в ближайшем и отдаленном периоде когорты пациентов с наложенными ЭИКШ с когортой пациентов без наложения шунта в остром периоде САК.

2. Предложена гемодинамическая модель изменения ОК от показателей сердечного выброса до показателей перфузии в бассейне СМА, основанная на аппроксимирующей степенной функции типа:

$$F(x) = ax^b$$

где a и b – коэффициенты, рассчитываемые на основании значений $Q_{МОК}$, $Q_{ОСА}$, $Q_{С1}$, Q_{M1} для каждой стороны по данным УЗТИ и $Q_{СВФ}$ по данным ОФЭКТ головного мозга.

3. Предложена формула для расчета необходимого ОК по экстра- интракраниальному шунту:

$$Q_{ш} = a \times 4^b - Q_{M1}$$

где $Q_{ш}$ – необходимый ОК по анастомозу; Q_{M1} – ОК в M1 с ипсилатеральной стороны от планируемого вмешательства; a и b – коэффициенты, рассчитываемые на основании значений

$Q_{\text{МОК}}$, $Q_{\text{ОСА}}$, и $Q_{\text{КСВФ}}$, что позволит выбрать один из функциональных типов ЭИКШ у пациентов с острой церебральной ишемией на фоне аневризматического САК.

4. Уточнены показания и противопоказания к наложению ЭИКШ, алгоритм диагностики и лечения пациентов с аневризматическим САК.

5. Получены новые данные о патофизиологии церебрального кровотока у больных перенесших аневризматическое САК по данным ОФЭКТ головного мозга, функциональной ТКДГ и гемодинамической модели изменения церебрального ОК.

Практическая значимость

1. Уточнены показания и противопоказания к реваскуляризации головного мозга для пациентов с острой церебральной ишемией на фоне аневризматического САК.

2. Уточнен диагностический алгоритм для проведения реваскуляризирующих вмешательств пациентам с острой церебральной ишемией на фоне аневризматического САК.

3. Уточнен выбор функционального типа ЭИКШ для пациентов с острой церебральной ишемией на фоне аневризматического САК.

4. Определен прогноз госпитальной летальности у пациентов, которым в остром периоде САК наложен ЭИКШ, а также изменение загруженности операционных и коечного фонда клиники по сравнению с пациентами без наложения ЭИКШ.

Положения, выносимые на защиту

1. Наложение ЭИКШ в остром периоде САК пациентам старше 18 лет, тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess 3 – 4, сроками кровоизлияния 1 – 10 сутки, степенью кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3, наличием церебральных перфузионных нарушений снижает госпитальную летальность и увеличивает выживаемость, а также улучшает ближайшие и отдаленные функциональные исходы.

2. Зависимость между параметрами церебральной макро- и микрогемодинамики можно описать математически, что позволяет моделировать патологические процессы, связанные с нарушением кровоснабжения головного мозга у пациентов с аневризматическим САК, а также рассчитывать необходимый объем реваскуляризирующего вмешательства.

3. Главными факторами неблагоприятных исходов в ближайшем и отдаленном периодах у пациентов после хирургической реваскуляризации головного мозга в остром периоде САК остаются тяжесть (Hunt-Hess 4) и степень (Fisher 3) кровоизлияния, а также формирование очагов ишемии по данным КТ головного мозга, что опосредовано развитием вазоспазма с ЛСК по СМА более 240 см/с, и пожилой возраст пациентов на момент разрыва церебральной аневризмы.

4. Наложение ЭИКШ в остром периоде САК пациентам старше 18 лет, тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess 3 – 4, сроками кровоизлияния 1 – 10 сутки, степенью кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3 следует проводить после дополнительных перфузионных исследований мозгового кровотока с целью верификации гипоперфузии в зоне планируемой реваскуляризации, а также после определения ОК по магистральным церебральным сосудам с целью расчета необходимого объема хирургической реваскуляризации головного мозга.

Степень достоверности и личный вклад автора

Проведено ретроспективное когортное исследование выборки из 115 пациентов с аневризматическим САК, степенью кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3, тяжестью кровоизлияния по шкале Hunt-Hess 3 – 4 и возрастом от 21 до 70 лет, части из которых ($n = 55$) выполнено симультанное наложение ЭИКШ после выключение аневризмы из кровотока. Выбран уровень значимости 95% – ошибка первого рода ($\alpha = 0,05$). При средней точности и мощности исследования 80% – ошибка второго рода ($\beta = 0,2$), необходимое количество пациентов составило 100 (метод расчета М. Bland). Автор работы принимал непосредственное участие в обследовании пациентов. Автором впервые предложена и апробирована методика расчета необходимого объемного кровотока по ЭИКШ. Математическая часть настоящей работы проведена в лаборатории медицинских компьютерных систем отдела микроэлектроники НИИ ядерной физики ФГБОУ ВО Московского государственного университета совместно с заведующим лабораторией медицинских компьютерных систем отдела микроэлектроники, к.т.н. Гавриловым Андреем Васильевичем.

Автор единолично участвовал в создании и заполнении электронной базы данных, анализе, статистической обработке и обобщении клинического материала, полученного при лечении пациентов в остром периоде кровоизлияния.

Апробация результатов

Материалы диссертации апробированы и обсуждены на II Всероссийской конференции молодых нейрохирургов (15.06.2021, г. Москва), IX Всероссийском съезде нейрохирургов (15.06.2021 – 18.06.2021, г. Москва), «Неврологических чтениях в Перми» Межрегиональной, ежегодной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры неврологии ФГБОУ ВО «ПГМУ им. Е.А. Вагнера» (21.10.2021 – 23.10.2021, г. Пермь), Всероссийском нейрохирургическом Форуме (15.06.2022 – 17.06.2022, г. Москва).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ, из них 5 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования РФ для публикаций основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

Внедрение результатов в практику

Результаты диссертации внедрены в работу нейрохирургических отделений НИИ СП им. Н.В. Склифосовского г. Москва. Материалы диссертационной работы вошли в лекционный курс научного отделения нейрохирургии НИИ СП Н.В. Склифосовского, кафедры нейрохирургии и нейрореанимации ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова МЗ РФ.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, рекомендаций в практику, списка сокращений, списка литературы, который содержит 152 источника (из них 34 отечественных и 118 зарубежных), 5 приложений. Текст диссертации изложен на 153 страницах печатного текста, включая 12 таблиц, 45 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Общая характеристика больных

В настоящее исследование вошло 115 больных, оперированных в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского в 2013 – 2019 гг. по поводу разорвавшихся церебральных аневризм. В группу исследования вошло 55 пациентов, которым в остром периоде САК (первые 14 суток от начала заболевания), во время одного оперативного вмешательства симультанно с выключением разорвавшейся аневризмы из кровотока был наложен ЭИКШ. В группу контроля вошло 60 пациентов, отобранных ретроспективно за период 2013 – 2019 гг. на основании критериев включения, которые частично соответствуют протоколу отбора исследуемой группы на симультанную операцию клипирования церебральной аневризмы с последующей реваскуляризацией бассейна СМА со стороны доступа к аневризме (В.А. Лукьянчиков, 2018).

С целью оценки отдаленных результатов лечения, пациентов приглашали на госпитализацию в отделение неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского в средние сроки 4,6 [Me = 4; min = 3; max = 7] лет после разрыва аневризмы. Всего было госпитализировано 54 (47%) пациента (28 (50,9%) из исследуемой и 26 (43,3%) из контрольной группы).

Учитывая механическое формирования выборки контрольной группы за основу выбран дизайн ретроспективного когортного исследования согласно международному протоколу STROBE (рисунок 1).

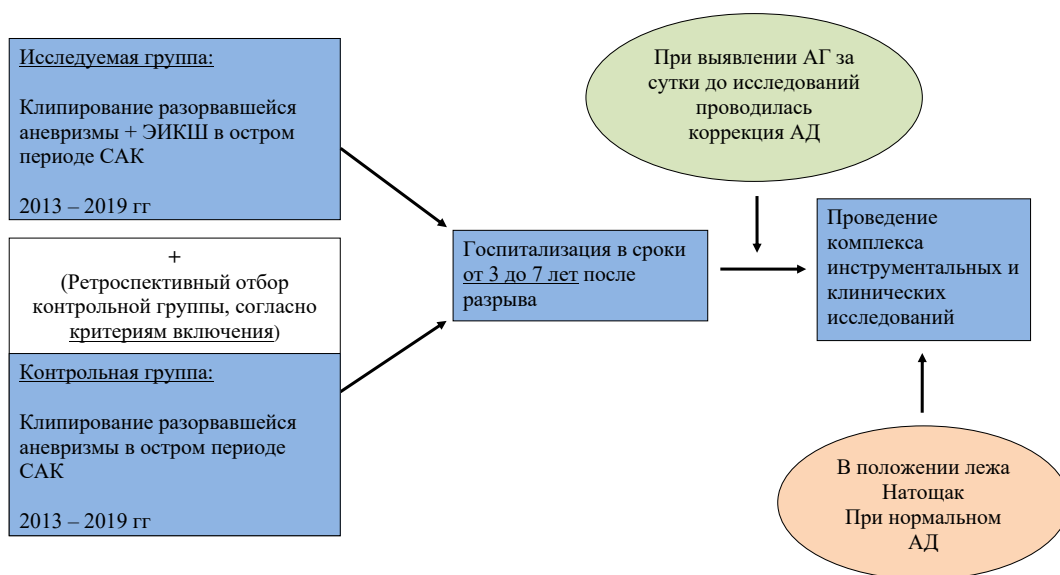


Рисунок 1 - Дизайн обсервационного когортного исследования, построенный на международном протоколе STROBE. АГ – артериальная гипертензия. АД – артериальное давление

Клинико-неврологическое обследование пациентов

Всем пациентам проводили комплекс клинико-неврологических исследований с использованием неврологических тестов и шкал.

В остром периоде САК, при поступлении больных в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, для оценки уровня бодрствования и тяжести САК использовали следующие шкалы:

1. Hunt-Hess;
2. ШКГ.

Госпитальный исход оценивали при помощи ШИГ.

Для определения в отдаленном периоде функционального статуса, зависимости в повседневной жизни от окружающих, когнитивных функций, наличия психических нарушений (тревожных и депрессивных расстройств) каждый пациент был протестирован по следующим шкалам:

1. mRs;
2. Индекс Бартел;
3. Краткая шкала психического статуса (MMSE);
4. Госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS).

В отдаленном периоде определялись 3 варианта течения для гипертонической болезни: отсутствие до и после кровоизлияния, наличие до кровоизлияния и появление после кровоизлияния; и 2 варианта течения для сахарного диабета: наличие или отсутствие, независимо по времени от случившегося САК. Проводился опрос каждого пациента, где выяснялось наличие или отсутствие негативного изменения профессиональной деятельности, в результате которой больной не мог выполнять своих профессиональных навыков или произошло резкое изменение интенсивности труда при определенном уровне образования (среднее, среднее специальное, высшее) после САК. Выяснялось наличие группы инвалидности, которое пациент получил после кровоизлияния. Оценивалось изменение привычного уклада жизни: хобби, семейного положения (случаи разрушения семьи). Также выяснялся статус курения в независимости от кровоизлияния и количества пачка-лет.

Инструментальные методы обследования пациентов

Компьютерная томография головного мозга

Компьютерно-томографическая ангиография сосудов головного мозга

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография головного мозга

Эхокардиография

Транскраниальное дуплексное исследование

Транскраниальная доплерография с нагрузочными функциональным пробами

Моделирование взаимосвязи параметров макро- и микрогемодинамики

Важным для ревазуляризации головного мозга, в частности при вазоспазме на фоне аневризматического САК, является понимание взаимосвязи между показателями церебральной макро- и микрогемодинамики. С целью количественной оценки зависимости между этими параметрами, а также для количественной оценки полушарной асимметрии кровотока, были изучены свойства падения ОК от сердца до бассейна СМА с последующим его моделированием (рисунок 2, 3).

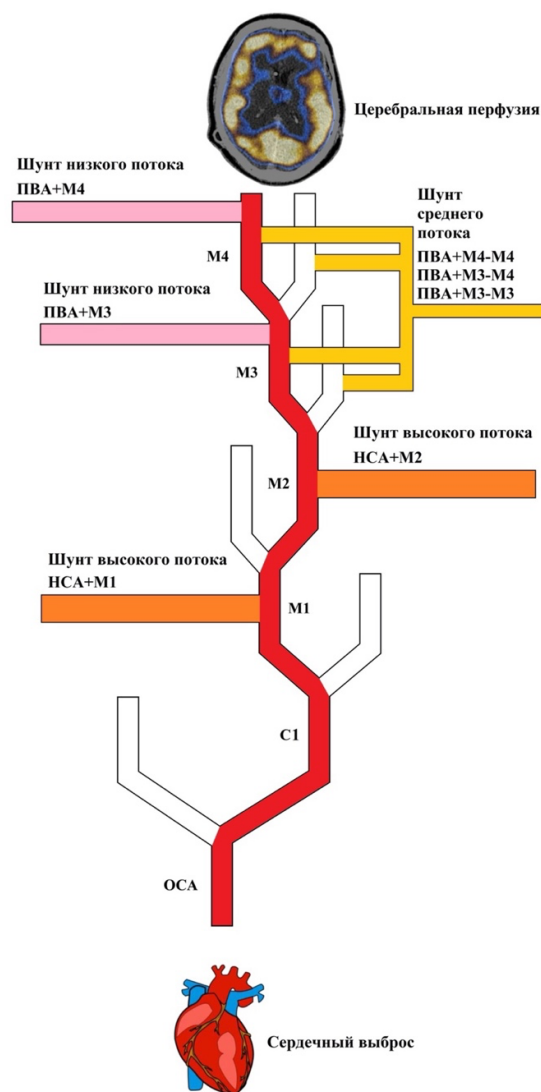


Рисунок 2 - Схематическое изображение пути падения ОК от сердца до бассейна СМА с возможными вариантами наложения ЭИКШ. ПВА – поверхностная височная артерия. С1 – шейный отдел внутренней сонной артерии

Необходимые показатели и инструментальные исследования:

$Q_{\text{МОК}}$ – мл/мин, значения которого определяют по данным ЭхоКГ;

$Q_{\text{ОСА}}$, $Q_{\text{С1}}$ – мл/мин, значения которого определяют по данным ультразвукового дуплексного или триплексного исследования брахиоцефальных сосудов;

Q_{M1} – мл/мин, значения которого определяют по данным ТКДИ;

Для дальнейших вычислений и сопоставления значений СВФ и ОК по магистральным церебральным сосудам выполнен перерасчет значения СВФ из 100 грамм на массу всего бассейна СМА ($Q_{СВФ}$) (таблица 1):

$$Q_{СВФ} = СВФ \text{ (в бассейне СМА)} \times C_{СМА} \text{ (мл/мин)}$$

Таблица 1 - Коэффициенты ($C_{СМА}$) для перерасчета СВФ на массу бассейна СМА в зависимости от пола и возраста

Возраст (годы)	Коэффициент для мужчин	Коэффициент для женщин
≤50	3	2,74
51 – 60	3,03	2,63
61 – 70	2,85	2,64
71 – 80	2,83	2,53
>81	2,68	2,36

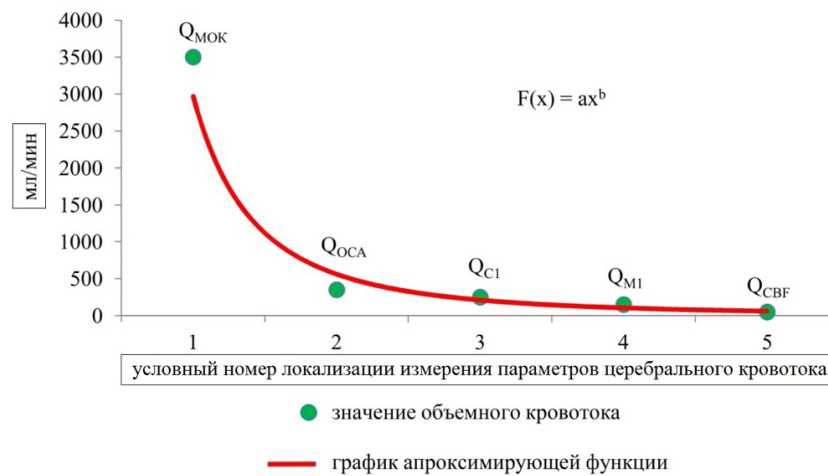


Рисунок 3 - График падения ОК от сердца до бассейна СМА. По оси абсцисс указаны условные точки исследования в числовом эквиваленте, по оси ординат значения ОК в мл/мин.

При подстановке значений Q_{MOK} , Q_{OCA} , Q_{C1} , Q_{M1} и $Q_{СВФ}$, уравнения для расчета коэффициентов приобретают следующий вид:

$$a = \exp\left(\frac{C_1 \times (\ln(Q_{MOK}) + \ln(Q_{OCA}) + \ln(Q_{C1}) + \ln(Q_{M1}) + \ln(Q_{СВФ})) - C_2 \times (\ln(Q_{OCA}) \times \ln 2 + \ln(Q_{C1}) \times \ln 3 + \ln(Q_{M1}) \times \ln 4 + \ln(Q_{СВФ}) \times \ln 5)}{5C_1 - (C_2)^2}\right);$$

$$b = \frac{3(\ln(Q_{OCA}) \times \ln 2 + \ln(Q_{C1}) \times \ln 3 + \ln(Q_{M1}) \times \ln 4 + \ln(Q_{СВФ}) \times \ln 5) - C_2 \times (\ln(Q_{MOK}) + \ln(Q_{OCA}) + \ln(Q_{C1}) + \ln(Q_{M1}) + \ln(Q_{СВФ}))}{5C_1 - (C_2)^2}.$$

Константа (1): $C_1 = (\ln 2)^2 + (\ln 3)^2 + (\ln 4)^2 + (\ln 5)^2 \approx 6,1995$;

Константа (2): $C_2 = \ln 2 + \ln 3 + \ln 4 + \ln 5 \approx 4,7875$.

В обобщенном виде модель математически описывает следствие работы церебральной гемодинамической системы и основывается на нескольких допущениях:

1. Значения ОК, в том числе и CBF, получены на равноудаленных друг от друга участках исследуемого сосудистого русла.
2. Существует степенная зависимость между полученными значениями ОК и CBF на любом участке исследуемого сосудистого русла.
3. Характером гемодинамических потерь на каждом измеряемом участке сосудистого русла можно пренебречь.

Расчет необходимого объемного кровотока по шунту

При помощи описанной модели взаимосвязи параметров макро- и микрогемодинамики возможно рассчитать программируемый вариант реваскуляризации головного мозга при помощи аппроксимирующей степенной функции на основании показателей $Q_{\text{МОК}}$, $Q_{\text{ОСА}}$, $Q_{\text{М1}}$ и $Q_{\text{КСВФ}}$ у конкретного пациента (рисунок 4), что позволяет индивидуально подобрать один из известных типов ЭИКШ по пропускной способности при дефиците перфузии, который определен как снижение CBF от 25 до 30 мл/мин/100г (значение субишемического порога) или снижение CBF на 15%, по сравнению с контрлатеральным бассейном СМА, но не менее 25 мл/мин/100г.

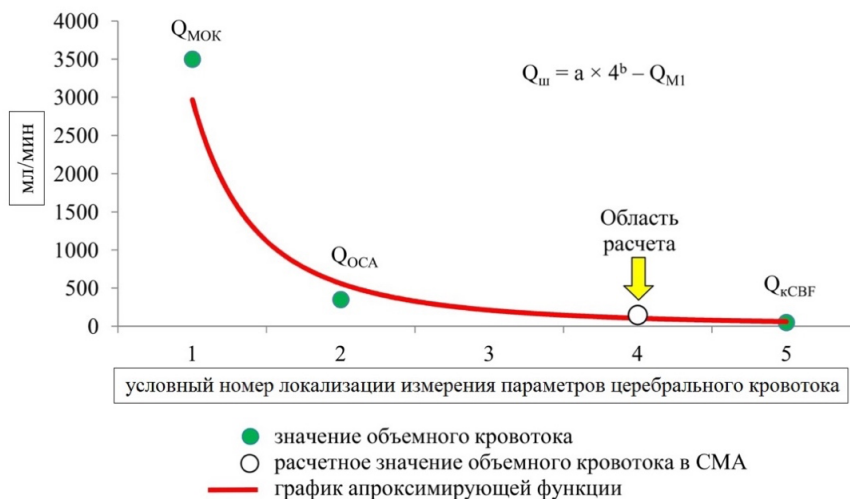


Рисунок 4 - Область расчета необходимого теоретического значения ОК по СМА на графике аппроксимирующей функции падения ОК от сердца до бассейна СМА. По оси абсцисс указаны условные точки исследования в числовом эквиваленте, по оси ординат значения ОК в мл/мин.

В конечном счете аппроксимирующая функция строится на данных $Q_{\text{МОК}}$, $Q_{\text{ОСА}}$ и $Q_{\text{КСВФ}}$ и при подстановке указанных значений ее коэффициенты приобретают следующий вид:

$$a = \exp([C_1 \times (\ln(Q_{\text{МОК}}) + \ln(Q_{\text{ОСА}}) + \ln(Q_{\text{КСВФ}})) - C_2 \times (\ln(Q_{\text{ОСА}}) \times \ln 2 + \ln(Q_{\text{КСВФ}}) \times \ln 5)] \div [3C_1 - (C_2)^2]);$$

$$b = [3(\ln(Q_{\text{ОСА}}) \times \ln 2 + \ln(Q_{\text{КСВФ}}) \times \ln 5) - C_2 \times (\ln(Q_{\text{МОК}}) + \ln(Q_{\text{ОСА}}) + \ln(Q_{\text{КСВФ}}))] \div [3C_1 - (C_2)^2].$$

Константа (1): $C_1 = (\ln 2)^2 + (\ln 5)^2 \approx 3,071$;

Константа (2): $C_2 = \ln 2 + \ln 5 \approx 2,303$.

Исходя из расчетов предложены следующие градации для решения вопроса о функциональном типе ЭИКШ:

- при $Q_{\text{ш}} \leq 10$ мл/мин шунт не накладывается;
- при $10 < Q_{\text{ш}} \leq 50$ мл/мин накладывается шунт низкого потока;
- при $50 < Q_{\text{ш}} \leq 100$ мл/мин накладывается шунт среднего потока;
- при $Q_{\text{ш}} > 100$ мл/мин накладывается шунт высокого потока.

Летальность, выживаемость и отдаленные функциональные исходы

Отличные и хорошие результаты (4, 5 баллов по ШИГ) наблюдали у 31 (56,4%) пациента из исследуемой группы и 25 (31,7%) пациентов из контрольной. Выраженную инвалидизацию (ШИГ 3 балла) наблюдали у 8 (14,6%) пациентов из исследуемой группы и 9 (15%) пациентов из контрольной. Летальность (ШИГ 1 балл) в исследуемой группе составила 16 (29,1%) пациентов, а в контрольной 26 (43,3%) пациентов (рисунок 5). Относительный риск летального исхода при отсутствии наложенного ЭИКШ составил 1,49 [95% ДИ: 0,9 – 2,47]. Относительный риск выраженной инвалидизации при отсутствии наложенного ЭИКШ составил 1,03 [95% ДИ: 0,43 – 2,49]. Для летального исхода $\chi^2 = 2,51$; $p = 0,11$, для выраженной инвалидизации $\chi^2 = 0,01$; $p = 0,95$.

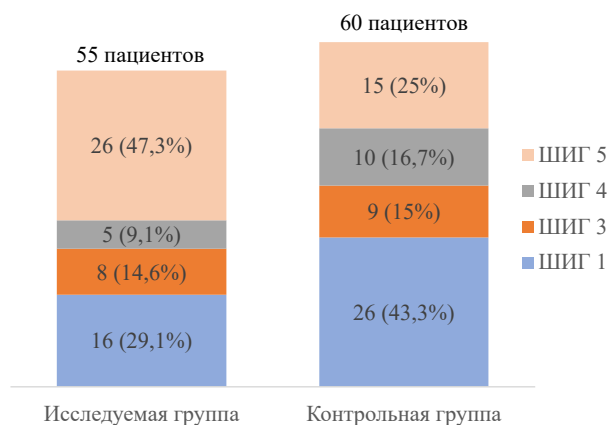


Рисунок 5 - Исходы госпитализации в контрольной и исследуемой группах по ШИГ (n = 115)

Далее был выполнен анализ выживаемости с учетом проспективных данных. За все время наблюдения в исследуемой и контрольной группе медиана выживаемости не достигнута (летальность в исследуемой группе осталась на прежнем уровне 16 (29,1%) пациентов, в контрольной группе наблюдается отсроченная летальность, которая достигла отметки в 29 (48,3%) пациентов): 1 (1,7%) пациент с 3 баллами по ШИГ и 2 (3,3%) пациента с 4 баллами по ШИГ при выписке из стационара). Структура распределения больных по ШИГ изменилась в связи с отдаленной летальностью в контрольной группе и потерей контакта с некоторыми пациентами из групп исследования (рисунок 6). На этом этапе, в средние сроки 4,6 [Me = 4; min = 3; max = 7] лет после разрыва аневризмы относительный риск летального исхода при отсутствии наложенного ЭИКШ составил 1,66 [95% ДИ: 1,02 – 2,71], а значение критерия $\chi^2 = 4,46$; $p = 0,04$.

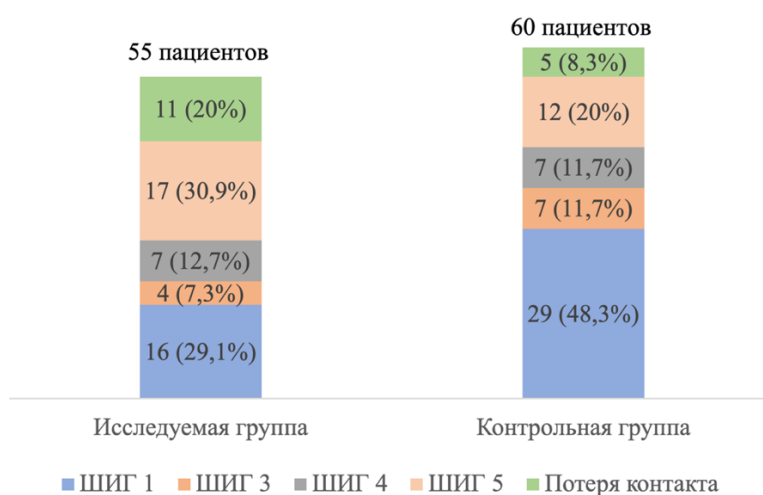


Рисунок 6 - Распределение пациентов по ШИГ в группах исследования в отдаленном периоде (n = 115)

Для оценки различий выживаемости (рисунок 7), учитывая наличие цензурированных больных и неравномерное их соотношение в исследуемой и контрольной группах, было последовательно проведено 5 тестов: F-тест Кокса ($p = 0,03$), тест Гехана-Вилкоксона ($p = 0,34$), лог-ранговый тест ($p = 0,22$), тест Кокса-Мантела ($p = 0,21$) и тест Пето-Вилкоксона ($p = 0,34$). Согласно F-тесту Кокса обнаружены значимые различия выживаемости в группах наблюдения.

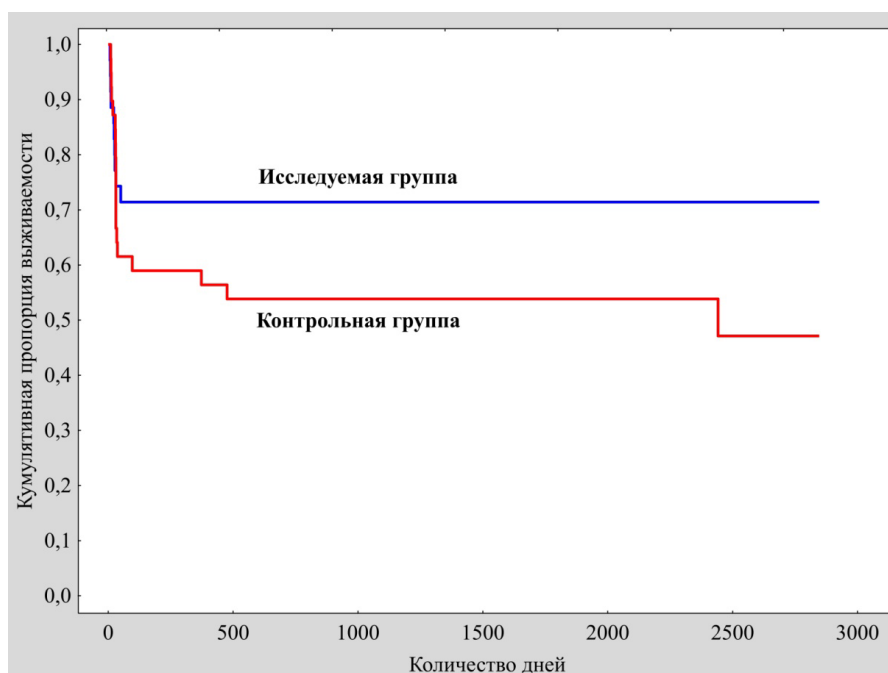


Рисунок 7 - Кривые выживаемости, построенные по методу Каплана-Майера, для исследуемой и контрольной группы (n = 115)

В результате сравнения исследуемой и контрольной группы выявлено достоверное снижение летальности в 1,66 раза у пациентов, которым накладывали ЭИКШ в остром периоде САК, симультанно с клипированием разорвавшейся аневризмы.

Отдаленные функциональные исходы оценивались при помощи mRs. Распределение по исходам в исследуемой группе составило: mRs 0 – 17 (60,7%) пациентов, mRs 1 – 7 (25%) пациентов, mRs 2 – 2 (7,15%) пациента, mRs 3 – 2 (7,15%) пациента; в контрольной: mRs 0 – 13 (50%) пациентов, mRs 1 – 6 (23,1%) пациентов, mRs 2 – 7 (26,9%) пациентов (рисунок 8).

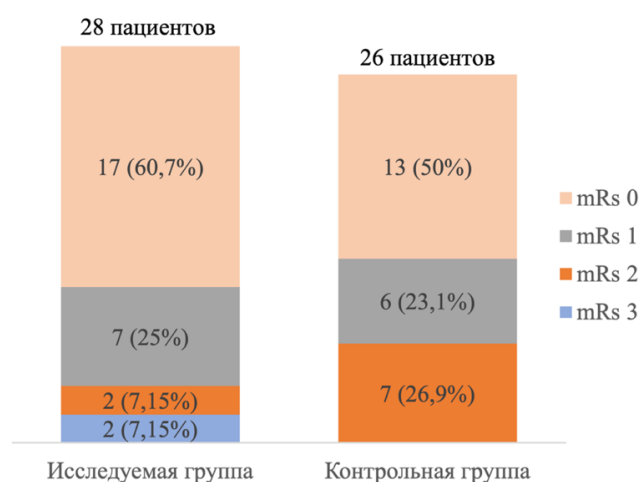


Рисунок 8 - Отдаленные функциональные исходы в контрольной и исследуемой группах по mRs (n = 55)

Морфофункциональные исходы

Количество функционирующих шунтов наблюдалось у 11 (39,3%) пациентов в средние сроки 4,6 [Me = 4; min = 3; max = 7] лет после их наложения (рисунок 9).

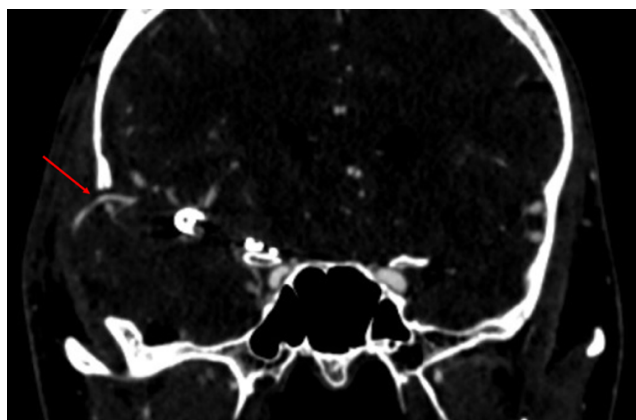


Рисунок 9 - Пример функционирующего ЭИКШ (отмечено красной стрелкой) по данным КТА у больного, перенесшего САК 4 года назад

В остром периоде кровоизлияния доплерографически оценивался вазоспазм, при этом ежедневно измерялась ЛСК по М1 справа и слева. За вазоспазм принималось значение средней ЛСК более 120 см/с. Исходя из этого, количество пациентов с вазоспазмом в исследуемой группе составило 51 (92,7%), а в контрольной 56 (93,3%). В первую очередь определялись сроки развития вазоспазма от разрыва аневризмы до развития максимальных значений средней ЛСК по М1, превышающих 120 см/с, которые составили в среднем 10,9 [Me = 10; min = 6; max = 14] дней в исследуемой группе и 12,3 [Me = 11; min = 5; max = 14] дня в контрольной (t = 0,9; p = 0,73). Среднее максимальное значения ЛСК при этом в исследуемой группе составило 248,7 [Me = 244; min = 156; max = 456] см/с, а в контрольной 232,6 [Me = 239; min = 147; max = 380] см/с (таблица 2).

Таблица 2 - Градация пациентов из групп исследования по степени тяжести вазоспазма (n = 115)

Степень вазоспазма	Исследуемая группа (n = 55)	Контрольная группа (n = 60)	p
Норма (<120 см/с), количество человек (%)	4 (7,3%)	4 (6,7%)	0,9
Легкая (120 – 240 см/с), количество человек (%)	33 (60%)	31 (51,6%)	0,37

Тяжелая (>240 см/с), количество человек (%)	18 (32,7%)	25 (41,7%)	0,32
---------------------------------------------	------------	------------	------

Примечание: Статистическое сравнение проводилось при помощи критерия χ^2 . При значении $p > 0,05$ различия признаков в группах считались случайными

Помимо оценки церебрального сосудистого русла за отдаленные морфологические исходы принималось морфологические изменения по данным КТ головного мозга (рисунок 10). В контрольной группе ($n = 60$) за период госпитализации формирование очагов ишемии в бассейне СМА со стороны доступа к аневризме по данным КТ головного мозга наблюдалось в 100% случаев (согласно условиям критериев включения). Наличие очагов изменения плотности в зоне ишемического повреждения головного мозга также наблюдалось в 100% случаев из 26 пациентов, которые были госпитализированы в отдаленном периоде для проведения клинично-инструментальных исследований. Из 26 пациентов только у 11 (42,3%) объем такого очага или суммы более мелких очагов составил менее 50 мл.



Рисунок 10 - КТ головного мозга у пациентки Н. в сроки 4 года после САК вследствие разрыва аневризмы бифуркации правой СМА (Н-Н 3, Fisher 3)

В группе исследования ($n = 55$) за период госпитализации формирование очагов ишемии в бассейне СМА со стороны доступа к аневризме по данным КТ головного мозга наблюдалось у 39 пациентов (70,9%). В отдаленном периоде ($n = 28$) наличие очагов изменения плотности выявлено у 24 пациентов (85,7%), однако размеры такого очага менее 50 мл выявлены у 17 пациентов (70,8%), что в 1,5 [95% ДИ: 0,8 – 2,6] раза больше ($\chi^2 = 1,8$; $p = 0,18$), чем в контрольной группе. У 4 пациентов (14,3%), без очагов изменения плотности,

функционировали ЭИКС, в то время как у 3 из них в остром периоде САК определялись очаги ишемии.

Функциональные, когнитивные и социальные исходы

При сравнении функциональных, когнитивных и социальных исходов (таблица 3) более выраженные когнитивные нарушения определялись в контрольной группе, а более высокий уровень тревожности определялся у пациентов исследуемой группы ($p < 0,05$).

Таблица 3 - Отдаленные когнитивные, функциональные и социальные исходы у пациентов исследуемой и контрольной групп (n = 54)

Показатель	Исследуемая группа (n = 28)	Контрольная группа (n = 26)	p
Медиана по MMSE, балл	28	25	<0,05
Медиана по Бартел индекс, балл	90	95	>0,05
Медиана по HADS тревога, балл	9	6	<0,05
Медиана по HADS депрессия, балл	6	5	>0,05
Появление гипертонической болезни, количество человек (%)	6 (21,4%)	6 (23,1%)	0,89
Получение группы инвалидности, количество человек (%)	5 (17,9%)	7 (26,9%)	0,42
Негативное изменение профессии, количество человек (%)	17 (60,7%)	13 (50%)	0,42
Негативное изменение семейного положения, количество человек (%)	5 (17,9%)	6 (23,1%)	0,64
Изменение хобби, количество человек (%)	8 (28,6%)	6 (23,1%)	0,65

На формирование тяжелого вазоспазма по данным ТКДИ в период госпитализации влияла степень кровоизлияния по шкале Fisher – 3, совместно с тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess – 4 ($\sigma = -3,27$; $p < 0,05$). На образование очагов ишемического повреждения головного мозга в бассейне СМА со стороны доступа к аневризме влиял верифицированный тяжелый вазоспазм по данным ТКДИ вне зависимости от сроков его развития совместно с тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess – 4 ($\sigma = -4,33$; $p < 0,05$).

На когнитивную функцию независимо влияло наличие очагов изменения плотности по данным КТ головного мозга в бассейне СМА со стороны доступа к аневризме ($p = 0,02$).

Возраст пациентов на момент разрыва аневризмы также независимо влиял на когнитивные функции в отдаленном периоде заболевания ($p = 0,04$). При увеличении возраста на 1 год балл по шкале MMSE уменьшался на 0,11 (рисунок 26).

Последствия субарахноидального кровоизлияния для микроциркуляторного русла головного мозга

В остром периоде САК всем пациентам из исследуемой группы в сроки 4,1 [Me = 4; min = 1; max = 10] дня после кровоизлияния выполнено ОФЭКТ головного мозга, по результатам которой выявлен дефицит перфузии (снижение СВФ в бассейне СМА со стороны доступа к аневризме от 25 до 30 мл/мин/100г или снижение СВФ на 15%, по сравнению с контрлатеральным бассейном СМА, но не менее 25 мл/мин/100г) в 100% случаев. Учитывая отсутствие возможности ежедневной оценки перфузии головного мозга у каждого пациента из-за больших лучевых нагрузок, естественное течение микрогемодинамических нарушений при САК остается не до конца изученным.

В послеоперационном периоде, у пациентов из исследуемой группы по данным ОФЭКТ головного мозга отмечается нарастание перфузии в реваккуляризованном бассейне СМА. Увеличение перфузии варьировало от 32% до 124% от исходного значения.

В отдаленном периоде, всем пациентам из групп исследования проведено ОФЭКТ головного мозга с функциональными пробами. Главной задачей этого исследования стало определение цереброваскулярного резерва, который определяется активностью артериол и выражается в процентном приросте $Q_{пСВФ}$ после проведения нагрузочной пробы ацетазоламидом. При проведении пробы полушарный прирост в исследуемой группе составил в среднем 10,1% [Me = 9,4; min = -9,8; max = 28,3], а в контрольной 11,6% [Me = 12,3; min = 5,1; max = 17,9]. Низкий прирост перфузии говорит о нарушенном цереброваскулярном резерве. В исследуемой группе у одного пациента наблюдали снижение $Q_{пСВФ}$ в ответ на прием ацетазоламида: справа на 9,8%, слева на 3,8% (рисунок 11). Кроме того, при проведении теста у пациентов было выявлено нарастание асимметрии $Q_{пСВФ}$ во всех случаях в исследуемой

группе в среднем на 9,3% [Me = 7,9; min = 2,2; max = 17,3] и во всех случаях в контрольной группе на 4,8% [Me = 4,3; min = 3,5; max = 12,4]. Нарастание асимметрии кровотока во всех случаях наблюдали в результате повышения контрлатерального кровотока относительно хирургического доступа полушария.

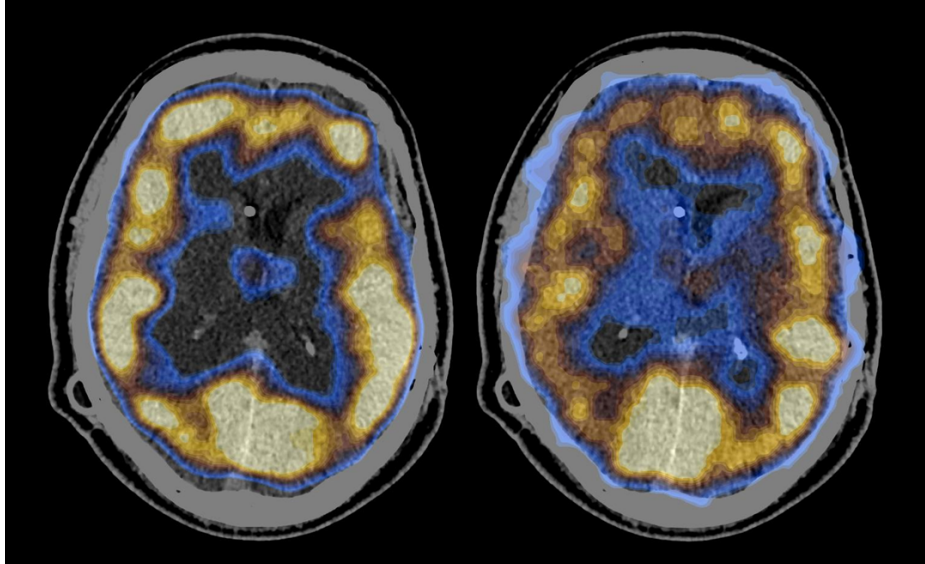


Рисунок 11 - Гибридное ОФЭКТ и КТ головного мозга пациента, перенесшего САК. Отмечается снижение СBF в ответ на проведение пробы с ацетазоламидом. Слева до приема ацетазоламида, справа – после

Оценка перфузии у пациентов, перенесших САК выявила сохраняющиеся нарушения регуляции церебрального кровотока на микроциркуляторном уровне независимо от выполнения ЭИКШ в виде снижения цереброваскулярного резерва и появления синдрома обкрадывания при гипоксических нагрузках.

Алгоритм применения хирургической реваскуляризации головного мозга у пациентов с аневризматическим субарахноидальным кровоизлиянием

Всем пациентам с подозрением на САК вследствие разрыва церебральной аневризмы, а также:

1. Возрастом старше 18 лет;
2. Тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess 3 – 4;
3. Сроками кровоизлияния 1 – 10 сутки;
4. Степенью кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3 (отсутствие внутримозговой гематомы или внутрижелудочкового кровоизлияния) при первичном КТ головного мозга, или при проведении прицельного исследования.

необходимо провести КТА (церебральную ангиографию) головного мозга с захватом всего бассейна общих и наружных сонных артерий с целью дальнейшей оценки возможных сосудов доноров.

При локализации аневризмы: С5, С6, С7, бифуркации ВСА, М1, бифуркации СМА, М2, А1, ПСА, А2 пациенту проводят ультразвуковое исследование магистральных церебральных сосудов и сердца, где измеряют следующие показатели макрогемодинамики:

– Q_{M1} , мл/мин, значения которого определяют по данным ТКДИ (при отсутствии темпорального акустического окна не рекомендуется накладывать шунт).

При наличии темпорального акустического окна ультразвуковое исследование продолжается:

– Минутный объем крови – $Q_{МОК}$, мл/мин, значения которого определяют по данным эхокардиографии;

– ОК в ОСА с ипсилатеральной стороны от зоны дефицита перфузии – $Q_{ОСА}$, мл/мин, значения которого определяют по данным ультразвукового дуплексного или триплексного исследования брахиоцефальных сосудов.

Также оценивается ОСА, наружные сонные артерии, лучевые артерии с целью определения возможности наложения шунта.

Следующим этапом проводится перфузионное исследование: ОФЭКТ (КТП, МРП) головного мозга, где определяется наличие дефицита перфузии в бассейне СМА со стороны планируемого доступа (при отсутствии возможности проведения настоящих исследований в клинике не рекомендуется накладывать шунт).

Дефицит перфузии в зоне кровоснабжения СМА со стороны планируемого оперативного доступа к аневризме по данным ОФЭКТ (КТП, МРП) головного мозга определяется как снижение СВФ в заинтересованном бассейне СМА от 25 до 30 мл/мин/100г или снижение СВФ на 15%, по сравнению с контрлатеральным бассейном СМА, но не менее 25 мл/мин/100г. Для дальнейших расчетов, при выполнении вышеописанных условий, необходим СВФ в бассейне СМА с контрлатеральной стороны, мл/мин/100г (при СВФ в бассейне СМА с контрлатеральной стороны ≤ 30 мл/мин/100г используется целевой среднестатистический показатель 55 мл/мин/100г). Далее полученное значение пересчитывают на массу всего бассейна СМА – $Q_{КСВФ}$, мл/мин, с использованием коэффициентов с учетом пола и возраста (таблица 2).

Исходя из полученных данных проводятся расчеты по следующей формуле для определения необходимого типа шунта по пропускной способности:

$$Q_{ш} = a \times 4^b - Q_{M1}$$

где а и b – коэффициенты, которые рассчитываются на основании $Q_{МОК}$, $Q_{ОСА}$ и $Q_{КСВФ}$:

$$a = \exp\left(\frac{C_1 \times (\ln(Q_{\text{МОК}}) + \ln(Q_{\text{ОСА}}) + \ln(Q_{\text{КСВФ}})) - C_2 \times (\ln(Q_{\text{ОСА}}) \times \ln 2 + \ln(Q_{\text{КСВФ}}) \times \ln 5)}{3C_1 - (C_2)^2}\right);$$

$$b = \frac{3(\ln(Q_{\text{ОСА}}) \times \ln 2 + \ln(Q_{\text{КСВФ}}) \times \ln 5) - C_2 \times (\ln(Q_{\text{МОК}}) + \ln(Q_{\text{ОСА}}) + \ln(Q_{\text{КСВФ}}))}{3C_1 - (C_2)^2}.$$

Константа (1): $C_1 = (\ln 2)^2 + (\ln 5)^2 \approx 3,071$;

Константа (2): $C_2 = \ln 2 + \ln 5 \approx 2,303$.

- при $Q_{\text{ш}} \leq 10$ мл/мин шунт не накладывается;
- при $10 < Q_{\text{ш}} \leq 50$ мл/мин накладывается шунт низкого потока;
- при $50 < Q_{\text{ш}} \leq 100$ мл/мин накладывается шунт среднего потока;
- при $Q_{\text{ш}} > 100$ мл/мин накладывается шунт высокого потока.

После определения значения $Q_{\text{ш}}$ оценивается возможность наложения необходимого шунта на основании данных КТА и ультразвуковых исследований. При отсутствии такой возможности накладывается шунт с меньшей пропускной способностью или, при невозможности наложения анастомоза между одной из ветвей наружно сонной артерией и М3 или М4 ветвью, шунт не накладывается.

Микрохирургическое клипирование аневризмы проводится симультанно с наложением одного из указанных типов шунта по пропускной способности (рисунок 12).

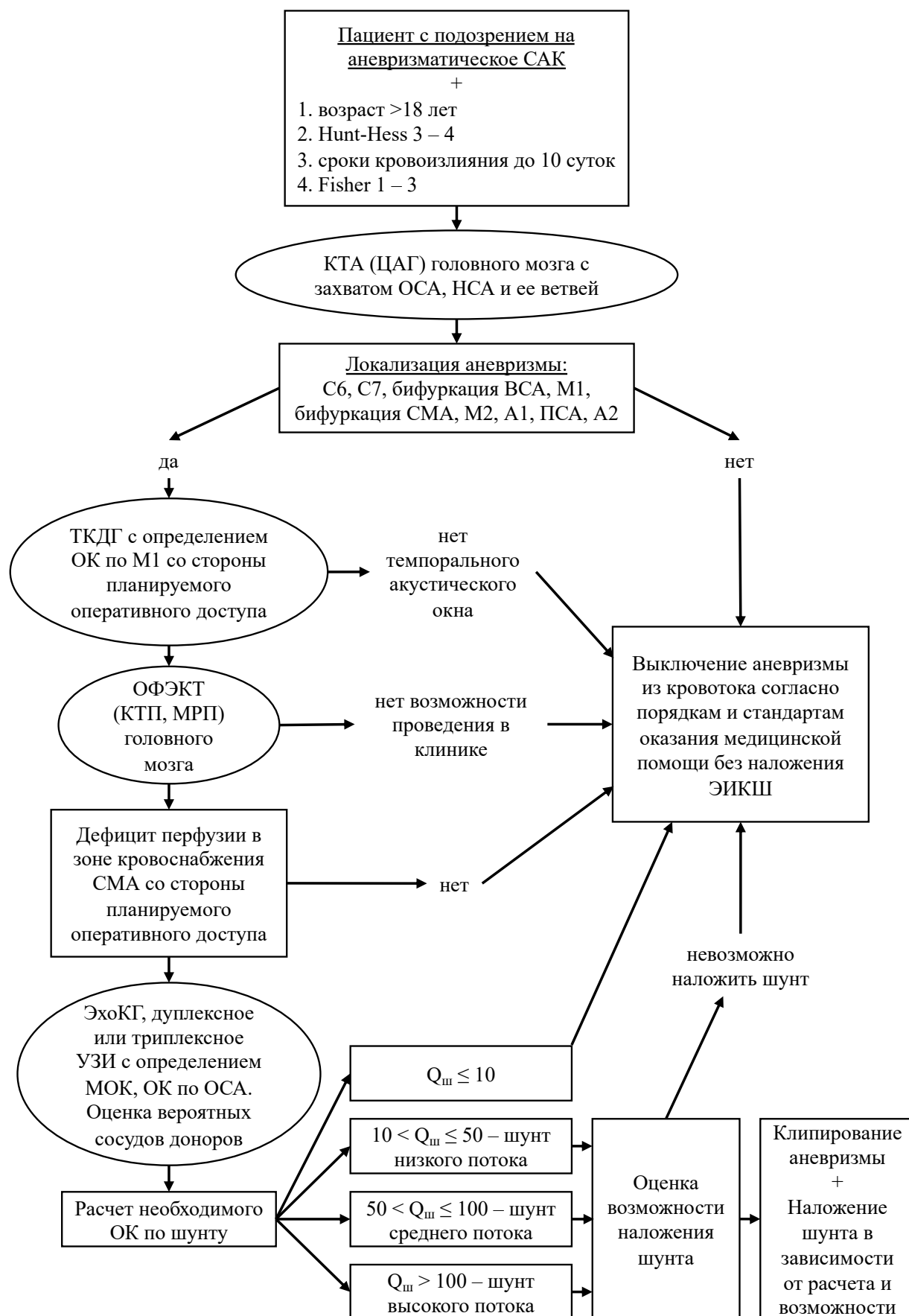


Рисунок 12 - Алгоритм применения хирургической ревакуляризации головного мозга у пациентов с аневризматическим субарахноидальным кровоизлиянием

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы

1. Наложение ЭИКШ в остром периоде САК пациентам старше 18 лет, тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess 3 – 4, сроками кровоизлияния 1 – 10 сутки, степенью кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3, наличием церебральных перфузионных нарушений снижает госпитальную летальность в 1,5 раза, снижает отдаленную летальность в 1,7 раз, а также профилактирует развитие отдаленного когнитивного дефицита ($p < 0,05$), но не влияет на степень формирования инвалидизации и на восстановление трудоспособности и социализации.

2. Зависимость между параметрами церебральной макро- и микрогемодинамики можно описать при помощи степенной аппроксимирующей функции: $F(x) = ax^b$, что позволяет моделировать патологические процессы, связанные с нарушением кровоснабжения головного мозга в виде нарастания асимметрии кровотока на макро- и микрогемодинамическом уровне у пациентов в остром периоде аневризматического САК, а также рассчитывать необходимый ОК, для удовлетворения церебральных перфузионных потребностей в момент острой гипоксии, что в свою очередь позволяет выбрать один из известных типов шунта по пропускной способности: шунт низкого, среднего и высокого потока.

3. Факторами риска для формирования очагов ишемического повреждения головного мозга по данным КТ стали: тяжесть кровоизлияния по шкале Hunt-Hess – 4 ($p < 0,05$); степень кровоизлияния по шкале Fisher – 3 ($p < 0,05$); развитие тяжелого вазоспазма (ЛСК > 240 см/с) ($p < 0,05$). Факторами риска для формирования когнитивного дефицита в отдаленном периоде стали: наличие остаточного очагового изменения плотности по данным КТ головного мозга в бассейне СМА более 50 мл ($p < 0,05$); пожилой возраст пациента на момент разрыва церебральной аневризмы ($p < 0,05$).

4. Симультанная операция клипирования аневризмы и наложения ЭИКШ в остром периоде САК показана пациентам старше 18 лет, тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess 3 – 4, сроками кровоизлияния 1 – 10 сутки, степенью кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3, при дефиците перфузии в бассейне ипсилатеральной СМА (снижение CBF от 25 до 30 мл/мин/100г или снижение CBF на 15%, по сравнению с контрлатеральным бассейном СМА). Для расчета функционального типа шунта необходимо выполнить дополнительные ультразвуковые исследования: ЭхоКГ, УЗТИ брахиоцефальных артерий и ТКДИ, с определением гемодинамических параметров церебрального кровотока: $Q_{\text{МОК}}$, $Q_{\text{ОСА}}$, $Q_{\text{М1}}$.

Рекомендации в практику

1. Показаниями к хирургической реваскуляризации головного мозга в остром периоде аневризматического САК являются: возраст больше 18 лет; тяжесть состояния по шкале Hunt-Hess 3 – 4; сроки кровоизлияния 1 – 10 сутки; степень кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3; дефицит перфузии в бассейне СМА со стороны планируемого доступа к аневризме (снижение СВФ от 25 до 30 мл/мин/100г или снижение СВФ на 15%, по сравнению с контрлатеральным бассейном СМА); техническая возможность наложения анастомоза.

2. При поступлении в стационар пациента с аневризматическим САК, а также возрастом больше 18 лет, тяжестью состояния по шкале Hunt-Hess 3 – 4, сроками кровоизлияния 1 – 10 сутки, степенью кровоизлияния по шкале Fisher 1 – 3, необходимо проведение ОФЭКТ (КТП, МРП) головного мозга, по результатам которой определяется $Q_{СВФ}$ и $Q_{кСВФ}$. При выявленном дефиците перфузии необходимо провести ультразвуковые методы исследования: ЭхоКГ, УЗТИ брахиоцефальных артерий и ТКДИ для определения $Q_{МОК}$, $Q_{ОСА}$, $Q_{М1}$.

3. На основании значений $Q_{МОК}$, $Q_{ОСА}$, $Q_{М1}$, $Q_{кСВФ}$ рассчитывается необходимый ОК по ЭИКШ по следующей формуле: $Q_{ш} = a \times 4b - Q_{М1}$, где a и b – коэффициенты, которые рассчитываются на основании $Q_{МОК}$, $Q_{ОСА}$ и $Q_{кСВФ}$:

$$a = \exp\left(\frac{[C_1 \times (\ln(Q_{МОК}) + \ln(Q_{ОСА}) + \ln(Q_{кСВФ})) - C_2 \times (\ln(Q_{ОСА}) \times \ln 2 + \ln(Q_{кСВФ}) \times \ln 5)]}{[3C_1 - (C_2)^2]}\right);$$

$$b = \frac{[3(\ln(Q_{ОСА}) \times \ln 2 + \ln(Q_{кСВФ}) \times \ln 5) - C_2 \times (\ln(Q_{МОК}) + \ln(Q_{ОСА}) + \ln(Q_{кСВФ}))]}{[3C_1 - (C_2)^2]}.$$

Константа (1): $C_1 = (\ln 2)^2 + (\ln 5)^2 \approx 3,071$;

Константа (2): $C_2 = \ln 2 + \ln 5 \approx 2,303$.

Исходя из полученного значения выбирается один из следующих типов ЭИКШ по пропускной способности: при $Q_{ш} \leq 10$ мл/мин шунт не накладывается; при $10 < Q_{ш} \leq 50$ мл/мин накладывается шунт низкого потока; при $50 < Q_{ш} \leq 100$ мл/мин накладывается шунт среднего потока; при $Q_{ш} > 100$ мл/мин накладывается шунт высокого потока.

4. Наложение ЭИКШ в остром периоде САК по указанному алгоритму снижает госпитальную летальность в 1,5 раза до 29,3%. С целью планирования организации оказания помощи таким больным определено: время хирургического вмешательства увеличивается в среднем на 124,5 минуты; наложение ЭИКШ не влияет на занятость реанимационной койки и составляет в среднем от 10,8 до 12,8 койко-дней; наложение ЭИКШ не влияет на сроки госпитализации и составляет в среднем от 21,4 до 22,4 койко-дней.

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ
ДИССЕРТАЦИИ**

1. Влияние ангиоспазма на отдаленные исходы хирургического лечения церебральных аневризм [Текст] / И. М. Шетова, В. Д. Штадлер, В. А. Лукьянчиков [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова. – 2022. – Т. XIV, Спец. выпуск: сборник материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения», (Санкт-Петербург, 26-28 апреля 2022 г.). – С. 91.
2. Восстановление когнитивных функций и самообслуживания у пациентов, оперированных в остром периоде субарахноидального кровоизлияния вследствие разрыва церебральных аневризм [Текст] / И. М. Шетова, В. Д. Штадлер, Е. Д. Григорьевский [и др.] // Российский неврологический журнал. – 2022. – Т. 27. – №. 2. – С. 76-84.
3. Когнитивные функции и социальная адаптация пациентов в отдаленном периоде хирургии церебральных аневризм [Текст] / И. М. Шетова, В. Д. Штадлер, В. А. Лукьянчиков [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова. – 2022. – Т. XIV, Спец. выпуск: сборник материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения», (Санкт-Петербург, 26-28 апреля 2022 г.). – С. 61.
4. КТ-исследование головного мозга в отдаленном периоде хирургии церебральных аневризм [Текст] / И. М. Шетова, Е. В. Григорьева, В. Д. Штадлер [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова. – 2022. – Т. XIV, Спец. выпуск: сборник материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения», (Санкт-Петербург, 26-28 апреля 2022 г.). – С. 91-92.
5. Микрохирургия аневризм сосудов головного мозга [Текст] / В. В. Крылов, А. А. Айрапетян, И. В. Архипов [и др.] // Москва: АБВ-пресс, 2022. – 856 с.: ил.
6. Отдаленные результаты ревааскуляризирующих операций, выполненных в остром периоде субарахноидального кровоизлияния [Текст] / В. А. Лукьянчиков, И. М. Шетова, В. Д. Штадлер [и др.] // IX Всероссийский съезд нейрохирургов: сборник тезисов (Москва, 15-18 июня 2021 г.) / под ред. А. А. Потапова, В. В. Крылова. – Москва: ООО «Семинары, Конференции и Форумы», 2021. – С. 220.
7. Отдаленные результаты хирургического лечения у пациентов, оперированных на фоне массивного субарахноидального кровоизлияния [Текст] / И. М. Шетова, В. Д. Штадлер, Е. Д. Григорьевский, [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова. – 2022. – Т. XIV, Спец. выпуск: сборник материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения», (Санкт-Петербург, 26-28 апреля 2022 г.). – С. 60-61.

8. Отдаленные результаты хирургического лечения церебральных аневризм в остром периоде кровоизлияния [Текст] / И. М. Шетова, В. Г. Дашьян, В. А. Лукьянчиков [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова. – 2021. – Т. XIII, Спец. выпуск: сборник материалов XIX-XX Всерос. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения», (Санкт-Петербург, 31 марта -2 апреля 2021 г.). – С. 204.

9. Отдаленные результаты хирургического лечения церебральных аневризм в остром периоде кровоизлияния [Текст] / И. М. Шетова, В. Д. Штадлер, П. Д. Матвеев [и др.] // Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2021. – Т. 10. – №. 2. – С. 328-336.

10. Отдаленные результаты хирургической реваскуляризации головного мозга у пациентов с острой церебральной ишемией на фоне разрыва аневризм интракраниальных артерий [Текст] / В. В. Крылов, В. А. Лукьянчиков, В. Г. Дашьян [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова. – 2020. – Т. XI, Спец. выпуск: сборник материалов XIX Всерос. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения», (Санкт-Петербург, 11-12 ноября 2020 г.). – С. 77.

11. Реваскуляризация головного мозга в остром периоде церебральной ишемии у пациентов с разорвавшимися аневризмами интракраниальных артерий [Текст] / В. Д. Штадлер, А. А. Киселева, В. В. Крылов [и др.] // Нейрохирургия. – 2020. – Т. 22. – №. 3. – Приложение: Материалы II Всероссийской конференции молодых нейрохирургов, (Москва, 29 сент. – 2 окт. 2020 г.). – С.68-69.

12. Результаты реваскуляризирующих операций, выполненных в остром периоде субарахноидального кровоизлияния [Текст] / В. А. Лукьянчиков, И. М. Шетова, В. Д. Штадлер [и др.] // Нейрохирургия. – 2021. – Т. 23. – №. 2. – С. 14-24.

13. Способ выбора типа экстра- интракраниального шунта по пропускной способности при острых и хронических цереброваскулярных патологиях, требующих реваскуляризирующих вмешательств [Текст] / В. В. Крылов, В. А. Лукьянчиков, В. Д. Штадлер [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова. – 2022. – Т. XIV, Спец. выпуск: сборник материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения», (Санкт-Петербург, 26-28 апреля 2022 г.). – С. 43.

14. Функциональное восстановление и социальная адаптация пациентов в отдаленном периоде хирургического лечения аневризм головного мозга [Текст] / И. М. Шетова, В. А. Лукьянчиков, В. Д. Штадлер [и др.] // Профилактическая медицина. – 2021. – Т. 24. – №. 4. – С. 83-90.

15. Функциональное восстановление пациентов в отдаленном периоде микрохирургического лечения аневризм головного мозга [Текст] / И. М. Шетова, В. А. Лукьянчиков, В. Д. Штадлер [и др.] // IX Всероссийский съезд нейрохирургов: сборник тезисов (Москва, 15-18 июня 2021 г.) / под ред. А. А. Потапова, В. В. Крылова. – Москва: ООО «Семинары, Конференции и Форумы», 2021. – С. 371.

16. Церебральная ишемия при нетравматическом субарахноидальном кровоизлиянии вследствие разрыва интракраниальных аневризм [Текст] / В. А. Лукьянчиков, А. А. Солодов, И. М. Шетова, В. Д. Штадлер [и др.] // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2020. – №. 9. – С. 38-56.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- КТП – компьютерно-томографическая перфузия
- ЛСК – линейная скорость кровотока
- МРП – магниторезонансная перфузия
- ОСА – общая сонная артерия
- ОК – объемный кровоток
- ТКДГ – транскраниальная доплерография
- ТКДИ – транскраниальное дуплексное исследование
- ЭИКШ – экстра-интракраниальный шунт
- A1 – прекоммуникантный сегмент передней мозговой артерии
- A2 – инфракаллезный сегмент передней мозговой артерии
- C_{CMA} – коэффициент для перерасчета объемной скорости мозгового кровотока на массу бассейна средней мозговой артерии
- C5 – глазничный сегмент внутренней сонной артерии
- C6 – коммунікантный сегмент внутренней сонной артерии
- C7 – хориоидальный сегмент внутренней сонной артерии
- CBF – cerebral blood flow
- M1 – клиновидный сегмент средней мозговой артерии
- M2 – островковый сегмент средней мозговой артерии
- M3 – покрышечный сегмент средней мозговой артерии
- M4 – корковый сегмент средней мозговой артерии
- $Q_{МОК}$ – показатель минутного объема крови (мл/мин)
- $Q_{ОСА}$ – объемный кровоток в общей сонной артерии (мл/мин)
- Q_{C1} – объемный кровоток в шейном отделе внутренней сонной артерии (мл/мин)
- Q_{M1} – объемный кровоток в клиновидном сегменте средней мозговой артерии (мл/мин)
- Q_{CBF} – показатель объемного мозгового кровотока в бассейне средней мозговой артерии (мл/мин)
- $Q_{кCBF}$ – показатель объемного мозгового кровотока в контрлатеральном от исследуемого бассейне средней мозговой артерии (мл/мин)
- $Q_{ш}$ – необходимый объемный кровоток по экстра-интракраниальному шунту (мл/мин)