

На правах рукописи

ВИШНЯКОВА МАРИНА ВАЛЕНТИНОВНА

**КОМПЛЕКСНАЯ ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА
ОККЛЮЗИРУЮЩИХ ПОРАЖЕНИЙ ВНУТРЕННИХ СОННЫХ
АРТЕРИЙ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ
ПАЦИЕНТОВ**

(14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Москва 2019

Работа выполнена в ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского

Научные консультанты:

Доктор медицинских наук, академик РАН, профессор **Пронин Игорь Николаевич**

Доктор медицинских наук **Ларьков Роман Николаевич**

Официальные оппоненты:

Трофимова Татьяна Николаевна – доктор медицинских наук, профессор, ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН, главный научный сотрудник

Кротенкова Марина Викторовна, доктор медицинских наук, ФГБНУ «Научный центр неврологии», руководитель отделения лучевой диагностики

Ховрин Валерий Владиславович, доктор медицинских наук, Филиал «Хадасса Медикал ЛТД» в Российской Федерации, инновационный центр «Сколково», заведующий отделением лучевой диагностики

Ведущая организация: ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится «22» апреля 2019 года в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.081.01 ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (117997, ГСП-7, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.86)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (117997, ГСП-7, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.86) и на сайте www.rncrr.ru

Автореферат разослан «_____» _____ 2019 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор

Цаллагова З.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность темы исследования

Нарушения мозгового кровообращения (НМК) являются одной из самых актуальных проблем современной медицины, так как, несмотря на совершенствование технологий диагностики и лечения, ежегодно развиваются примерно у 15 млн. человек, из которых около 5 млн. – погибают [В. И. Скворцова и соавт., 2006; З. А. Суслина и соавт. 2007, V. L. Feigin et al., 2017; A. G. Thrift et al., 2017].

Атеросклеротическое поражение брахиоцефальных артерий (БЦА), в том числе бифуркации сонных и внутренних сонных артерий (ВСА), является основной причиной ишемических НМК, составляя примерно 20% от всех инсультов и до 75% инсультов по ишемическому типу [Н. В. Верещагин, 2003; Е. И. Гусев, 2003]. Риск развития транзиторной ишемической атаки или ишемического инсульта возрастает при прогрессировании стенозирующего поражения сосудов [L. V. Goldstein et al., 2011].

Хирургическая коррекция кровотока по сонным артериям проводится при помощи открытого оперативного вмешательства – каротидной эндартерэктомии (КЭАЭ) или эндоваскулярно – при помощи баллонной ангиопластики со стентированием ВСА.

Показаниями к оперативному лечению атеросклеротических поражений ВСА является стеноз более 60-70% и/или наличие умеренного стеноза (более 50%) вызванного изъязвленной бляшкой у симптомного пациента [С. Catalano et al., 2012, Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий, 2013; A. R. Naylor et al., 2017; J. J. Ricotta et al., 2011]. Для оценки возможности проведения реконструкции ВСА и уменьшения риска развития осложнений во время и после операции, проводится подробное предоперационное обследование пациента.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) является основным методом скрининга и диагностики выраженности атеросклеротического поражения сонных артерий, подробной характеристики атеросклеротической бляшки [Е. Buskens et al., 2004; Е. С. Jauch et al., 2013]. К известным недостаткам УЗИ относятся операторозависимость, ограниченные возможности в оценке интраторакальных сегментов брахиоцефальных артерий, участков сонных артерий, расположенных непосредственно перед входом в основание черепа, недостаточная чувствительность и специфичность при оценке состояния интракраниального кровотока, а также сложности дифференциальной

диагностики окклюзии и субокклюзии артерии [Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий, 2013].

Компьютерная томографическая ангиография (КТА) является высоко информативным методом изучения состояния сонных артерий [E. C. Jauch et al., 2013] с возможностью получения изображения БЦА на всем протяжении и детальной оценки атеросклеротического поражения. В выявлении выраженных сужений для метода определена чувствительность более 90% и специфичность более 95% [D. J. Gladstone et al., 2004].

Перфузионная компьютерная томография (ПКТ) в предоперационном периоде позволяет оценить состояние мозгового кровотока и выявить возможные факторы риска развития осложнений после операции. К недостаткам обоих методов (КТА и ПКТ) относится необходимость введения контрастного препарата и лучевая нагрузка. При ПКТ лучевая нагрузка на пациента возрастает в значительной степени, обуславливая необходимость формулировки четких показаний к проведению подобных исследований.

После оперативного лечения окклюдированного поражения ВСА возможно развитие как ишемических, так и неврологических осложнений. «Золотым» стандартом в диагностике ишемических изменений в веществе головного мозга является магнитно-резонансная томография (МРТ). Однако, из-за тяжелого состояния пациента, в ряде случаев применяется компьютерная томография [A. R. Naylor et al., 2017; J. J. Ricotta et al., 2011; E. C. Jauch et al., 2013].

Степень разработанности проблемы

На настоящий момент имеется несколько высоко информативных технологий визуализации, позволяющих получить подробные сведения: о состоянии вещества головного мозга; о поражении артерий, кровоснабжающих головной мозг, и об изменениях мозгового кровотока, которые происходят на фоне стеноокклюдированного поражения брахиоцефальных артерий.

Подобный объем информации, касающийся как состояния сонных артерий, так и случайных находок во время подобных исследований, может повлиять на тактику ведения пациента.

Данные вопросы остаются практически не освещенными в современной литературе [E. C. Jauch et al., 2013; J. J. Ricotta et al., 2011; Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий, 2013; A.R. Naylor et al., 2017]. Также в

русской литературе нет подробной информации о дифференциальной диагностике критических поражений ВСА, таких как субокклюзия, локальная окклюзия и критический стеноз. Не определена роль методов оценки перфузии головного мозга для изучения состояния мозгового кровотока до и после операции [E. S. Jauch et al., 2013; J. J. Ricotta et al., 2011; Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий, 2013; A. R. Naylor et al., 2017].

В послеоперационном периоде не проводилось изучение состояния сонных артерий на уровне реконструкции с учетом варианта оперативного вмешательства. Не осуществлялась детальная оценка риска развития послеоперационных осложнений в зависимости от различных факторов, выявляемых в ходе предоперационной диагностики.

Таким образом, в обследовании пациентов с хронической ишемией головного мозга перед подготовкой к оперативному вмешательству остается целый ряд нерешенных вопросов, требующих изучения.

Цель исследования

Разработка концепции комплексной лучевой диагностики окклюзирующих поражений внутренних сонных артерий для определения тактики ведения пациентов.

Задачи исследования:

1. Определить информативность компьютерной томографической ангиографии в планировании реконструктивных операций при окклюзирующих поражениях ВСА.
2. Разработать диагностические категории для характеристики послеоперационных изменений сонных артерий по данным КТ-ангиографии.
3. Изучить информативность перфузионной компьютерной томографии головного мозга у пациентов с окклюзирующим поражением ВСА до и после оперативного вмешательства.
4. Изучить интракраниальные осложнения после реконструктивных операций на ВСА по данным МСКТ и МРТ.
5. Определить варианты проявления гиперперфузионного синдрома (ГПС) после реконструктивных операций на сонных артериях по данным методов лучевой диагностики.
6. Определить факторы риска развития интракраниальных осложнений после реконструктивных операций на внутренних сонных

артериях.

7. Разработать оптимальные диагностические алгоритмы обследования пациентов с окклюзирующим поражением внутренних сонных артерий в предоперационном периоде и после операции.

Научная новизна

На большом клиническом материале определены возможности и ограничения методов УЗИ и КТА в подробной оценке окклюзирующего поражения внутренних сонных артерий.

На основании детального анализа и сопоставления результатов предоперационного обследования пациентов (УЗИ и КТ-ангиографии) и интраоперационных данных выделены основные варианты критических поражений внутренних сонных артерий.

Впервые предложена характеристика признаков адекватной хирургической реконструкции сонных артерий по данным КТА, выделены послеоперационные изменения сонных артерий в зависимости от вида реконструкции.

Установлена информативность перфузионной компьютерной томографии головного мозга в зависимости от типа окклюзирующего поражения внутренних сонных артерий и влияние реваскуляризации сонных артерий на состояние мозгового кровотока.

Доказаны риски развития интракраниальных осложнений после операции по клиническим и диагностическим критериям, выявленным в предоперационном периоде.

Теоретическая и практическая значимость

В ходе диссертационной работы разработана концепция комплексной лучевой диагностики окклюзирующих поражений внутренних сонных артерий, позволяющая оптимизировать тактику ведения пациентов.

Обоснована необходимость включения КТ-ангиографии в обязательный алгоритм обследования пациентов с окклюзирующим поражением внутренних сонных артерий перед планированием реконструктивных операций.

Внедрено в клиническую практику описание основных вариантов послеоперационного состояния внутренних сонных артерий по данным КТ-ангиографии, что позволило проводить корректный анализ результатов исследования и отбор пациентов для динамического наблюдения или изменения тактики лечения.

На основании исследования информативности перфузионной компьютерной томографии в зависимости от типа окклюзирующего

поражения внутренних сонных артерий, был разработан подход к отбору пациентов с наибольшей целесообразностью применения метода в предоперационном периоде.

Применение диагностических и клинических факторов риска развития интракраниальных осложнений после реконструктивных операций на внутренних сонных артериях позволит улучшить результаты лечения пациентов.

Разработаны и внедрены комплексные алгоритмы для обследования пациентов с окклюзирующим поражением внутренних сонных артерий на этапе предоперационного обследования и для оценки состояния вещества головного мозга и сосудов после операции.

Методология и методы исследования

Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов.

На первом этапе проводился анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной проблеме лучевой диагностики окклюзирующего поражения сонных артерий и состояния кровотока в головном мозге при хронической ишемии. Всего проанализировано 234 источника: 49 отечественных и 185 зарубежных.

На втором этапе проанализированы результаты предоперационного обследования пациентов, включавшие данные УЗИ, КТА, магнитно-резонансную ангиографию (МРА) и ПКТ. Проведен детальный анализ возможностей КТА в диагностике окклюзирующего поражения ВСА, оценена информативность ПКТ в зависимости от варианта поражения ВСА.

На третьем этапе сопоставлялись данные предоперационных диагностических методов и интраоперационные результаты.

На четвертом этапе оценивалась информативность диагностических методов (УЗИ и КТА) в определении состояния сонных артерий после операции с коррекцией тактики лечения пациента в зависимости от выявленных изменений. Определялись возможности магнитно-резонансной томографии и комплексной компьютерной томографии в диагностике послеоперационных интракраниальных неврологических осложнений.

На пятом этапе проводилась статистическая обработка полученных клинических, диагностических и послеоперационных данных для определения факторов риска развития неврологических осложнений после операции, и формирование алгоритмов обследования пациентов на этапах предоперационной диагностики и раннего послеоперационного периода.

Положения, выносимые на защиту

1. Высокая информативность КТ-ангиографии в оценке окклюзирующего поражения ВСА обуславливает включение метода в обязательное предоперационное обследование перед реконструктивными операциями на внутренних сонных артериях.

2. Выделение трех основных категорий для оценки послеоперационных изменений сонных артерий по данным КТ-ангиографии позволяет оптимизировать тактику ведения пациентов в каждом конкретном случае.

3. Разработанные комплексные диагностические алгоритмы на этапах предоперационной диагностики и оценки послеоперационного состояния головного мозга и реконструированных артерий позволяют оптимизировать тактику ведения пациентов с окклюзирующим поражением внутренних сонных артерий.

Реализация результатов работы

Результаты исследования и практические рекомендации внедрены в клиническую практику и применяются в отделении КТ и МРТ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, в работу отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «Национального Медицинского Исследовательского Центра нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко» МинЗдрава РФ. Результаты диссертационного исследования внедрены в учебную программу кафедры лучевой диагностики ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского и используются для преподавания в рамках программы по ординатуре и циклах повышения квалификации, применяются в учебном процессе на циклах повышения квалификации врачей-рентгенологов ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ», ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» МЗ РФ, на циклах тематического усовершенствования в Центральном научно-исследовательском институте лучевой диагностики.

Апробация работы

Работа одобрена Независимым комитетом по этике при ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского 17 марта 2016 г., протокол № 3.

Апробация работы состоялась на совместном заседании секции «Хирургия» Учёного совета, рентгенологического отдела и кафедры лучевой диагностики ФУВ 12 октября 2017 г. ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

Основные положения работы доложены и обсуждены на V съезде Российского научного общества интервенционных кардиоангиологов

(март 2014г.), на X Юбилейном Всероссийском Конгрессе лучевых диагностов и терапевтов “Радиология - 2016” (Москва, 2016г.); на III Съезде национального общества нейрорадиологов (Санкт-Петербург, 2016г.), на Юбилейном конгрессе Российского общества рентгенологов и радиологов (Москва, 2016г.), на межрегиональной научно-практической конференции Современные аспекты хирургии брахиоцефальных артерий (Коломна, 2017г.), на конгрессе Российского общества рентгенологов и радиологов (Москва, 2017г.), на заседании Московской областной научной ассоциации лучевых диагностов и лучевых терапевтов (Москва, 2017г.).

Материалы диссертации в виде постерного доклада доложены на X Юбилейном Всероссийском Конгрессе лучевых диагностов и терапевтов “Радиология - 2016” (г. Москва, май 2016), XI Всероссийском Конгрессе лучевых диагностов и терапевтов “Радиология - 2017”.

Степень достоверности результатов

Результаты диссертационного исследования подтверждены большим объемом клинического материала (595 пациентов), использованием современных диагностических методов (УЗИ, МСКТ, МРТ), обработкой полученных данных с использованием современных статических методов.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 24 научные работы, из них 13 входят в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией, получен патент на изобретение.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа посвящена формированию концепции комплексной лучевой диагностики окклюзирующего поражения внутренних сонных артерий, как при планировании реконструктивных операций, так и в послеоперационном периоде. В работе освещены основные элементы анатомии и физиологии сосудов, участвующих в формировании мозгового кровотока, детально рассмотрены вопросы диагностики окклюзирующего поражения артерий, кровоснабжающих головной мозг, и состояния вещества головного мозга на фоне данной патологии, оценке изменений после операций.

Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 14.01.13 – «Лучевая диагностика, лучевая терапия», области исследования п.1 «Лучевая диагностика: диагностика

патологических состояний различных органов и систем человека путем формирования и изучения изображений в различных физических полях (электромагнитных, корпускулярных, ультразвуковых и др.).”

Личный вклад автора

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования на основе систематизации и анализа данных литературы, собственных клинических наблюдений. Личный вклад автора заключается в определении цели и постановке задач исследования, разработке протокола проведения МСКТ у пациентов с окклюзирующим поражением ВСА, анализе результатов исследования, сопоставлении и статистической обработке полученных клинических, диагностических и интраоперационных данных, в формировании клинико-диагностических алгоритмов для оптимизации тактики ведения пациентов.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 237 страницах машинописного текста, содержит 87 рисунков, 29 таблиц. Состоит из введения, обзора литературы, глав материалов и методов, собственных результатов и обсуждения, заключения, выводов и практических рекомендаций. Список литературы содержит библиографические сведения о 234 публикациях, из них 49 работ отечественных авторов, 185 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Характеристика больных

В основу работы положен анализ результатов обследования и лечения 595 пациентов, обследованных в отделении КТ и МРТ и прооперированных в отделении хирургии сосудов и ИБС ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского в 2013-2017гг.

Среди пациентов было 416 мужчин и 179 женщин (соотношение 2:1), средний возраст составил 63 года \pm 8 лет.

Критериями включения пациентов в проведенное исследование явились:

- 1) Выявленный при ультразвуковом исследовании гемодинамически значимый стеноз внутренней сонной артерии.
- 2) Планирование реконструктивной операции на ВСА.
- 3) Отсутствие противопоказаний к проведению КТА (нарушение функции почек, аллергические реакции в анамнезе средней и тяжелой степени, тяжелая форма бронхиальной астмы, гипертиреоз).
- 4) Наличие подписанного информированного согласия пациента.

Все пациенты, включенные в данное исследование, были прооперированы. При наличии у пациентов показаний к реваскуляризации сосудов коронарного бассейна или артерий нижних конечностей выполнялись сочетанные одномоментные оперативные вмешательства (n=44). В остальных случаях проведены изолированные вмешательства на сонных артериях (n=551).

В соответствии с поставленными задачами исследования пациенты были разделены на следующие группы, в которых проводилось:

1. Определение информативности КТА в планировании реконструктивных операций на ВСА. В данной группе (n=256) в плановом порядке выполнялись УЗИ и КТА для детальной оценки состояния ВСА перед операцией. Для сопоставления возможностей бесконтрастной МР-ангиографии и контрастной КТА проведено сравнение полученных данных (n=20).

2. Сопоставление клинико-диагностической значимости данных УЗИ и КТА в оценке послеоперационных изменений на уровне сонных артерий в раннем послеоперационном периоде (n=51).

3. Изучение информативности ПКТ головного мозга до (n=103) и после оперативного вмешательства (n= 76).

4. Оценка возможностей компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике интракраниальных осложнений после реконструктивных операций на ВСА. Проанализированы результаты обследования пациентов при подозрении на наличие интракраниальных осложнений в раннем послеоперационном периоде за 2013-2017 годы (n=595).

5. Определение факторов риска развития интракраниальных осложнений после реконструктивных операций на сонных артериях. Проведена статистическая обработка данных 197 пациентов по 11 параметрам.

Методы исследования

Ультразвуковое исследование

Ультразвуковое исследование проводилось в пред- и послеоперационном периодах на аппаратах Philips Ui33 (Нидерланды) и GE Vivid 7 (США) и включало:

1. Ультразвуковую доплерографию со спектральным анализом доплеровского сигнала для выявления поражения и определения его гемодинамической значимости.

2. Дуплексное сканирование (ДС) с цветным картированием.
3. Транскраниальную доплерографию, транскраниальное дуплексное сканирование.

Компьютерная томография

Стандартный протокол обследования пациентов, направляемых для углубленного изучения патологии головного мозга и БЦА включал бесконтрастное исследование, последующую КТ-ангиографию с проведением артериальной и венозной фаз сканирования с внутривенным болюсным введением неионного йодсодержащего контрастного препарата в объеме 50мл со скоростью 4-5мл/секунду.

Все исследования проводились на аппарате Philips iCT 256 срезов с толщиной среза на получаемых изображениях 0,9мм.

Для определения степени стеноза ВСА использовались критерии NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) и ECST (European Carotid Surgery Trial). При оценке артериальной фазы контрастного усиления использовались модифицированные установки окна (уровень \approx 300 HU, ширина \approx 900 HU) для более четкой дифференциации границ атеросклеротической бляшки от просвета сосудов.

При подозрении на наличие осложнений после операции протокол компьютерной томографии включал:

- Проведение контрастного исследования головного мозга, шеи
- Проведение КТ-ангиографии БЦА на всем протяжении (от дуги аорты до краниальных отделов черепа)
- При отсутствии новых очаговых изменений после операции – проведение перфузионной компьютерной томографии

Перфузионная компьютерная томография (ПКТ)

ПКТ также проводилась на аппарате Philips iCT 256 срезов. Протокол включал проведение 35 циклов сканирования, захватывающих уровень базальных ядер и полушария головного мозга (протяженность сканирования 6 см), внутривенное болюсное введение неионного контрастного препарата в объеме 40 мл, со скоростью 4 мл/секунду.

При анализе показателей перфузии оценивались: объем мозгового кровотока, мл/100 г (CBV – cerebral blood volume), скорость мозгового кровотока мл/100 г/мин (CBF – cerebral blood flow), среднее время транзита крови, сек (MTT – mean transit time), время до достижения пиковой концентрации, сек (TTP – time to peak). Вычисление

показателей перфузии проводилось на уровнях базальных ядер (с автоматическим исключением из изучаемой области сосудов). Далее в ходе исследования оценивалась и сравнивалась скорость мозгового кровотока. ПКТ не проводилась пациентам с наличием на уровнях сканирования крупных очагов и зон измененной плотности вещества головного мозга.

Для достоверного определения разницы показателей скорости мозгового кровотока до и после операции использовались относительные показатели - высчитывался коэффициент мозгового кровотока (КМК) как соотношение кровотока на стороне большего поражения или стороне операции (CBF_1) к кровотоку в противоположной гемисфере (CBF_2):

$$\text{КМК} = (1 - CBF_1 / CBF_2) \times 100\%.$$

Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансная томография проводилась на аппаратах GE Optima MR450W с индукцией магнитного поля 1,5 Тд и Philips Achieva с индукцией магнитного поля 3 Тл. Использовалась нейровизуализационная катушка для головы и шеи. Протокол МР-исследования головного мозга включал стандартные импульсные последовательности (ИП) спинного эха (T1, T2-взвешенные изображения), ИП инверсии-восстановления (FLAIR), а также МР-диффузию (ДВИ). Изображения в режимах T1, T2, FLAIR и ДВИ получали в идентичных аксиальных плоскостях сканирования.

Для визуализации интракраниальных артерий использовались импульсные последовательности бесконтрастной МРА: время-пролетная (TOF LOC) и фазово-контрастная (Cor Inhance 3D Velocity) технологии.

В случае развития неврологических осложнений в раннем послеоперационном периоде пациентам в стабильном клиническом состоянии выполнялось МРТ с использованием стандартных режимов в аксиальной, а также при необходимости во фронтальной и сагиттальной плоскостях с дополнением (последовательности: T2*-ВИ градиентное эхо, диффузионно-взвешенные изображения с вычислением коэффициента диффузии (ИДК).

Сопоставление с интраоперационными данными

Проводили сопоставление выраженности и протяженности атеросклеротического поражения, описанных по данным диагностических методов, с полученными интраоперационными результатами. Для точного сопоставления протяженности

атеросклеротической бляшки (АСБ), выявленной в ходе предоперационного обследования, удаленная АСБ сохранялась в 10% растворе нейтрального забуференного формалина при pH-7,4 с последующим детальным определением размеров.

Статистическая обработка полученных данных

Расчет статистических параметров включал определение чувствительности и специфичности КТ-ангиографии в диагностике окклюзирующего поражения ВСА для стенозов 60-90% и стенозов 90-99%. Сопоставление проводилось с интраоперационными данными.

Определялась корреляционная связь между различными клиническими факторами и данными предоперационной диагностики для определения риска интракраниальных осложнений у пациентов. Проверяли наличие статистически значимых связей между параметрами и развитием осложнений (бинарный признак). Для этого вычисляли ряд статистических критериев в зависимости от типа шкалы, в которой измерялся параметр.

В ходе проведенных исследований были сформированы следующие параметры: пол и возраст пациентов; тип поражения БЦА (односторонний/ стеноз ВСА или сочетание стеноза одной ВСА и окклюзии противоположной ВСА); выраженность стеноза; признаки изъязвления атеросклеротической бляшки; протяженность атеросклеротической бляшки во внутренней сонной артерии; сочетание окклюзирующего процесса в ВСА с поражением брахиоцефального ствола (БЦС), ОСА, подключичных артерий; сочетание окклюзирующего поражения ВСА с извитостью; наличие и выраженность изменений в веществе головном мозге; визуализация всех элементов Виллизиева круга; наличие окклюзирующего поражения позвоночных артерий.

Для проведения расчетов и построения графиков использовали пакет для статистического анализа данных R, версия 3.4.0 [www.r-project.org] и программу IBM SPSS Statistics v23 (IBM corp., USA)

Различие показателей признавали статистически значимым в том случае, если вычисленный уровень значимости (p) не превышал критического уровня 0.05.

Результаты исследования

Группа 1. Определение информативности КТ-ангиографии (КТА) в планировании реконструктивных операций на ВСА при их окклюзирующем поражении (n=256)

При анализе полученных результатов исследования с использованием специализированного протокола для оценки данных были выявлены следующие изменения, принципиальные для определения тактики ведения пациентов.

Сочетанное поражение внутренних сонных артерий с изменением других брахиоцефальных ветвей

Сочетание окклюзирующего процесса ВСА с поражением БЦС, ОСА и подключичных артерий (Таблица 1) было выявлено в 29% случаев (n=74), а изолированное поражение только внутренних сонных артерий - в 71% случаев (n=182).

В 20% (n=51) выявлено сочетание окклюзирующего поражения ВСА с окклюзирующим поражением общих сонных артерий. Стенозы общих сонных артерий имели принципиальное значение для планирования операции на внутренней сонной артерии. При сужении просвета артерии более 50% и доступности атеросклеротической бляшки для полного ее удаления проводилась операция с одномоментной реконструкцией ВСА и ОСА.

При наличии у пациента выраженного сужения или окклюзии подключичной артерии выполнялось стентирование пораженного сегмента или, при невозможности эндоваскулярного вмешательства, открытая операция.

Таблица 1. Варианты сочетанного окклюзирующего поражения БЦА.

Варианты сочетанного поражения БЦА	Количество пациентов, n (%)
Поражение ОСА и ВСА	51 (69%)
Поражение подключичной артерии и ВСА	22 (30%)
Поражение БЦС, ОСА и ВСА	1 (1%)
Всего	74 (100%)

Окклюзирующее атеросклеротическое поражение в бифуркации ОСА и луковице ВСА

По степени сужения артерии выделили следующие категории поражения (Таблица 2):

1. Более 60% NASCET, значения соответствовали 80% степени стеноза по ECST – 115 человек (45% от общего количества пациентов)

2. Более 70% NASCET, значения соответствовали 90% стенозу по ECST – 52 пациента (20% от общего количества пациентов)

3. Критическое сужение просвета ВСА – просвет артерии на уровне атеросклеротической бляшки представлялся суженным до нитевидного состояния, что делало недостоверными попытки измерить его диаметр. Подобные максимально выраженные изменения у пациентов выявлялись в 85 случаях (33% от общего количества пациентов). В данной группе пациентов можно выделить две подгруппы: пациентов с критическим стенозом ВСА (n=56) и пациентов с субокклюзией ВСА (n=29). Критерием, разграничивающим эти две подгруппы стало состояние вышележащих отделов ВСА.

4. Локальная окклюзия артерий. К данной редкой категории мы отнесли следующих пациентов: 1) локальная окклюзия ВСА в устье с дальнейшим коллатеральным кровотоком через восходящую глоточную артерию (2 человека – 1% от общего количества пациентов); и 2) локальная окклюзия ОСА, с ретроградным кровотоком по НСА (из коллатеральных ветвей) и антеградным сохраненным кровотоком по ВСА (также 2 человека – 1% от общего количества пациентов).

Таблица 2. Распределение пациентов по выраженности окклюдизирующего поражения на уровне бифуркации ОСА и луковицы ВСА.

Варианты атеросклеротического поражения на уровне бифуркации ОСА и луковицы ВСА	Количество пациентов, n (%)
Более 60% NASCET	115 (45%)
Более 70% NASCET	52 (20%)
Критическое сужение просвета	85 (33%)
Локальная окклюзия ОСА или ВСА	4 (2%)
Всего	256 (100%)

Протяженность бляшки во внутренней сонной артерии варьировала от 5 мм до 46 мм (средняя протяженность 23 ± 8 мм).

Признаки нестабильной структуры бляшки были выявлены в 77 случаях (30% от общего количества пациентов). К ним мы относили неровность контура бляшки, ее изъязвление, признаки локального расслоения бляшки.

При оценке степени окклюдизирующего процесса в случае наличия стеноза ВСА, локальной окклюзии ОСА получено практически полное

соответствие между степенью стеноза, определяемой по УЗИ, и степенью стеноза, рассчитанной при КТА (метод ECST), разница не более 5%. У пациентов с локальной окклюзией ВСА в устье и коллатеральным кровотоком через восходящую глоточную артерию в одном случае изменения совпали, во втором – описана протяженная окклюзия ВСА.

Средняя протяженность АСБ по данным УЗИ составила 23мм ±7мм. Различия в определении протяженности окклюдизирующего поражения на уровне луковицы и проксимальных отделов ВСА по данным УЗИ и КТА были минимальны (не более 5мм). В случае субокклюзии ВСА с ее уменьшением в вышележащих отделах при УЗИ в 3 случаях оценка была затруднена из-за плохой дифференциации дистальных отделов.

Внутренняя сонная артерия выше уровня луковицы

У 29 пациентов (11%) с критическим сужением просвета ВСА в луковице калибр артерии уменьшался выше уровня атеросклеротической бляшки. Диапазон калибра ВСА у данных пациентов составил от 1,8 мм до 3,5мм (среднее значение $2,6 \pm 0,6$ мм).

Важно отметить, что данные изменения были нами определены именно как уменьшение калибра артерии, более вероятно вызванное резким нарушением гемодинамики из-за критического сужения артерии. Для того, чтобы с большей достоверностью делать подобные выводы, исключали другие возможные причины уменьшения калибра ВСА:

1) Врожденные изменения. Пораженная ВСА сопоставлялась с противоположной артерией - во всех случаях калибр непораженной артерии был больше. Также исключалась возможность гипоплазии ВСА – для этого оценивался костный канал сонной артерии в височной кости. Признаков гипоплазии ВСА в нашем исследовании выявлено не было.

2) Интракраниальные сужения или окклюзии ВСА. В группе обследованных пациентов с критическим сужением артерии в устье только у одного пациента было отмечено сужение интракраниальных отделов ВСА более 50%.

3) Особенности строения Виллизиева круга. Среди пациентов с субокклюзией артерии в 20 случаях (70%) выявлялись все элементы Виллизиева круга. Соответственно в 9 случаях визуализировались не все элементы артериального круга, из них – у 4 пациентов отмечалось их отсутствие именно на стороне артерии меньшего калибра.

Таким образом, с учетом исключения остальных причин возможного уменьшения калибра ВСА выше уровня луковицы, мы

трактовали данные изменения именно в рамках окклюзирующего процесса, как субокклюзию с дальнейшим уменьшением просвета артерии различной выраженности.

В 60 случаях (23%) была выявлена деформация ВСА с формированием разнообразных вариантов извитости.

При наличии у пациента деформации ВСА (с выраженными изменениями гемодинамики, подтвержденными при УЗИ) проводилась ее резекция – 7 пациентов в данной группе.

При исследовании интракраниальных отделов ВСА на предмет стенозов или окклюзий, локальная окклюзия артерии была выявлена в 1 случае, в 33 – сужение интракраниальных отделов ВСА на 50% и более по диаметру. Наличие интракраниальных поражений артерии учитывалось при оценке возможности оперативного вмешательства, при выборе стороны реваскуляризации при двустороннем поражении ВСА.

При сопоставлении с данными УЗИ измерения калибра артерии выше уровня бляшки совпадали с данными КТА в 98,4% случаев. В 1 случае (0,4% от общего количества) у пациента с локальной окклюзией в устье ВСА и дальнейшим коллатеральным кровотоком изменения были расценены как протяженная окклюзия. В 3 случаях (1,2% от общего количества пациентов) оценка дистальных отделов артерии была затруднена из-за ограничения метода.

Отхождение восходящей глоточной артерии

Восходящая глоточная артерия отходила от пораженной ВСА в 9 случаях (4%). При этом только у одного пациента отмечалось отхождение данной артерии от ВСА с обеих сторон. В 2 случаях мы выявили локальную окклюзию ВСА в устье и последующим коллатеральным кровотоком через восходящую глоточную артерию.

При ультразвуковом исследовании только у одного пациента данные изменения были заподозрены, а у двух пациентов были расценены как окклюзия ВСА без дальнейшего кровотока. Поэтому для данной небольшой категории пациентов проведенное КТА позволило поменять предполагавшийся диагноз и далее провести оперативное вмешательство на локально окклюзированной артерии.

При ультразвуковом исследовании в ходе предоперационного обследования пациентов со стенозом ВСА восходящая глоточная артерия выявлена не была ни в одном случае. Среди пациентов с локальной окклюзией ВСА (2 человека) восходящая глоточная артерия была выявлена в одном случае.

Сосуды Виллизиева круга

Интракраниальное поражение сосудов головного мозга было выявлено в 13 случаях (5% от общего количества пациентов). Распределение патологии представлено в таблице 3.

Таблица 3. Распределение патологических изменений сосудов Виллизиева круга.

Вид патологических изменений	Количество пациентов, n (%)
Окклюзия средней мозговой артерии (СМА)	2 (15%)
Стеноз СМА/крупных ветвей СМА	7 (54%)
Окклюзия задней мозговой артерии	2 (15%)
Стеноз задней мозговой артерии	1 (8%)
Окклюзия передней мозговой артерии	1 (8%)
Всего	13 (100%)

Все элементы Виллизиева круга были выявлены в 179 случаях (70% от общего количества пациентов). В 8 случаях (3%) выявлено формирование аневризм сосудов головного мозга (Таблица 4).

Таблица 4. Варианты аневризм сосудов Виллизиева круга

Вид патологии	Количество пациентов, n (%)
Мешотчатая аневризма СМА	1 (12,5%)
Мешотчатая аневризма ПМА-ПСА	2 (25%)
Микроаневризма и фузиформная аневризма ВСА	3 (37,5%)
Микроаневризма ПСА	1 (12,5%)
Фузиформная аневризма базилярной артерии	1 (12,5%)
Всего	8 (100%)

Во всех случаях выявленных аневризм была проведена консультация нейрохирурга, после чего в предоперационном периоде одному пациенту с мешотчатой аневризмой ПМА-ПСА выполнено хирургическое лечение.

Необходимо отметить сложности в дифференциальной диагностике критических поражений ВСА, таких как критический стеноз, субокклюзия артерии и ее локальная окклюзия (Рисунок 1) по данным ультразвуковых методов исследования. В отечественной литературе не описаны подобные варианты поражения сосуда.

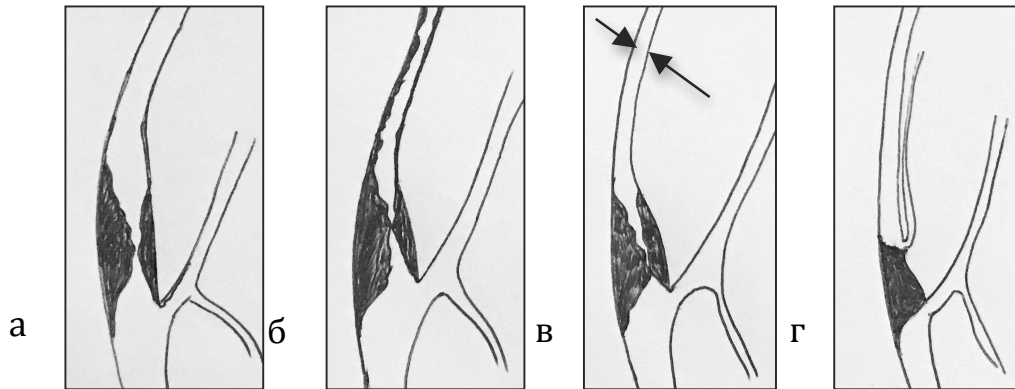


Рисунок 1. Варианты критических поражений ВСА: а – критический стеноз ВСА в луковице; б – критический стеноз ВСА в луковице, дальнейшее диффузное поражение стенок; в – субокклюзия ВСА; г - локальная окклюзия ВСА с сохраненным кровотоком из восходящей глоточной артерии.

Применения КТА в рамках комплексного предоперационного обследования оказало принципиальное влияние на тактику ведения пациентов в 2,3 % случаев (Таблица 4).

Таблица 4. Изменения, выявленные при КТА и повлиявшие на тактику лечения пациентов.

Характер поражения по данным УЗИ	Тактика до выполнения КТА	Характер поражения по данным КТА	Влияние на тактику лечения	Количество пациентов
Диффузное поражение стенок ВСА	Неоперабельные пациенты	Неизменные дистальные отделы ВСА	Принятие решения о возможности проведения операции	3
Окклюзия ВСА на всем протяжении	Планировалась операция на противоположной артерии	Локальная окклюзия ВСА с дальнейшим коллатеральным кровотоком	Принятие решения о реконструкции локально окклюзированной артерии	1
Отсутствие информации о состоянии интракраниальных отделов артерий	Планировалась операция на ВСА в плановом порядке	Мешотчатая артериальная аневризма области ПМА-ПСА	Также выполнено клиппирование артериальной аневризмы	2

В ходе анализа результатов обследования пациентов в предоперационном периоде был разработан специализированный протокол, включивший описание всех вариантов атеросклеротического поражения БЦА (Таблица 5).

Таблица 5. Специализированный протокол оценки состояния брахиоцефальных артерий.

Локализация	Патология	Характеристика
Дуга аорты	Изменение дуги аорты	Расширение Изменение просвета
	Ветви дуги аорты	Типичное/нетипичное отхождение
Брахиоцефальный ствол Подключичная артерия Позвоночная артерия	Стенозы/ окклюзии	Степень стеноза Протяженность стеноза/окклюзии
	Извитости	Форма извитости
Общая сонная артерия	Стенозы/ Окклюзии	Степень стеноза Протяженность стеноза/окклюзии Расстояние от нижнего контура бляшки до верхнего края ключицы
	Извитости	Форма извитости
Бифуркация ОСА и луковица ВСА	Отхождение ВСА	Типичное/медиальное отхождение
	Стеноз/окклюзия	Характеристика бляшки Степень сужения (NASCET, ECST) Протяженность поражения
ВСА выше луковицы	Стенозы/окклюзии	Диаметр ВСА Степень сужения Состояние интракраниальных отделов
	Извитости	Форма извитости Наличие/отсутствие медиального хода
Состояние сосудов Виллизиева круга	Стенозы/ окклюзии Варианты развития	Локализация изменений
	Наличие аневризм/ мальформаций	Локализация изменений Характеристика аневризм/ мальформаций

Группа 2. Сопоставление клинико-диагностической значимости данных УЗИ и КТ-ангиографии в оценке послеоперационных изменений на уровне сонных артерий (n=51)

Оценка послеоперационных изменений в артериях проводилась с учетом характера оперативного вмешательства, а также влияния выявленных изменений на тактику ведения пациентов. Выделяли следующие категории:

1. «Должное» (нормальное) послеоперационное состояние.
2. Послеоперационные изменения, требовавшие наблюдения.
3. Осложнения после оперативного вмешательства.

Эверсионная каротидная эндартерэктомия (n=38).

«Должное» (нормальное) послеоперационное состояние

У 33 пациентов этой группы (86%) определялось нормальное послеоперационное состояние артерий: минимальная деформация внутреннего контура ОСА с формированием «зарубки» примерно на 15 мм ниже уровня устья ВСА. Внешние стенки артерий имели четкие и ровные контуры, просвет сосуда контрастировался гомогенно.

При УЗИ полученные данные трактовались как нормальное послеоперационное состояние, без признаков повышения скоростных показателей до гемодинамически значимых цифр (линейная скорость кровотока не более 125 см/сек).

Послеоперационные изменения, требовавшие наблюдения

В 1 случае (3%) у пациента после эверсионной КЭАЭ при послеоперационной МСКТ на уровне ОСА непосредственно перед областью бифуркации определялась локальная деформация внутреннего контура артерии с внутрипросветным компонентом, данные изменения распространялись на область анастомоза между ОСА и ВСА.

При УЗИ подобная картина была охарактеризована как локальный дефект картирования кровотока без выраженного изменения показателей гемодинамики на этом уровне.

При динамическом УЗИ контроле была отмечена нормализация цифр гемодинамики на этом уровне (снижение линейной скорости кровотока менее 125 см/сек), пациент был выписан домой в удовлетворительном состоянии.

Осложнения после оперативного вмешательства

К подобным изменениям в группе эверсионной КЭАЭ отнесли тромбоз (3 случая), а также протяженный линейный дефект контрастирования на уровне зоны реконструкции (1 случай).

При тромбозе ВСА не контрастировалась в артериальную и в венозную фазы болюсного контрастного усиления от уровня устья на различном протяжении. Из 4 пациентов с осложнениями по данным выполненной КТА, при наличии возможности оперативного вмешательства, в 2 случаях была выполнена тромбэктомия из ВСА.

Классическая КЭАЭ (n=4).

«Должное» (нормальное) послеоперационное состояние

У 2 пациентов из этой группы изменения укладывались в рамки обычной послеоперационной картины. Визуализировалась деформация контуров сонных артерий на уровне верхней и нижней границ реконструкции.

Послеоперационные изменения, требовавшие наблюдения

У 2 пациентов после проведения классической КЭАЭ выше области реконструкции ВСА определялось усиление предоперационного минимального изгиба артерии, что после операции привело к формированию более выраженной деформации с повышением соответствующих скоростных показателей при УЗИ.

При динамическом наблюдении за подобными пациентами не было выявлено признаков тромбообразования, повышения показателей гемодинамики до уровня гемодинамической значимости.

Осложнений в данной группе пациентов не было.

Резекция артерий с протезированием (n=9)

«Должное» (нормальное) послеоперационное состояние (6 пациентов)

Визуализация собственно протеза при компьютерной томографии зависела от времени проведения исследования. Так, если КТА выполнялась в течение нескольких часов после оперативного вмешательства, то стенки протеза визуализировались резко пониженной плотности. При сопоставлении результатов КТА с данными УЗИ было определено, что по ходу стенок визуализируется воздух.

С течением времени (в нашем исследовании на следующие сутки после операции) стенки протеза при бесконтрастном исследовании и в венозную фазу контрастного усиления визуализировались в виде плотной тонкой структуры, в артериальную фазу контрастирования по плотности были неотличимы от контрастированной крови.

При изучении послеоперационных изменений у таких пациентов оценивались область проксимального и дистального анастомозов,

контрастирование собственно протеза, наличие/отсутствие пристеночных дефектов контрастирования в протезе.

Послеоперационные изменения, требовавшие наблюдения (2 пациента)

У одного пациента в раннем послеоперационном периоде вдоль внутренних контуров протеза визуализировались пристеночные дефекты контрастирования, не вызывавшие сужение просвета артерии более 50%. При УЗИ подобные изменения выявлялись в виде пристеночно расположенных дефектов картирования кровотока без выраженных изменений показателей гемодинамики.

У 1 пациента после резекции ВСА с протезированием на уровне НСА определялся пристеночный дефект контрастирования, пролабирующий в просвет артерии – вероятнее всего, отображение сформировавшихся локальных пристеночных тромботических масс.

При динамическом ультразвуковом наблюдении за подобными пациентам не было выявлено ни нарастания дефектов картирования, ни появления очаговой неврологической симптоматики.

Осложнения после оперативного вмешательства

После протезирования ВСА у одного пациента развился тромбоз ВСА, в виду протяженности изменений, оперативное вмешательство не проводилось. Изменения при КТА были аналогичны описываемым при тромбозе в случае эверсионной каротидной эндартерэктомии.

Таким образом, нормальное послеоперационное состояние было выявлено у 41 пациента (80% случаев) и характеризовалось наличием небольшой деформации внутренних контуров сосудов, четкими и ровными внешними контурами, гомогенностью контрастирования просвета. К признакам, требовавшим динамического наблюдения относились: пристеночные дефекты контрастирования, усиление изгибов артерий. Осложнения после операции включали в себя тромбоз артерии, а также массивные дефекты контрастирования (Таблица 6).

Таблица 6. Характеристика послеоперационных категорий состояния внутренних сонных артерий.

№	Категория состояния артерии	Характеристика
1	Нормальное (должное состояние)	- Гомогенность просвета реконструированной артерии - Минимальная деформация контуров на уровне анастомозов, на 10-15 мм ниже уровня проксимального анастомоза
2	Изменения, требующие динамического наблюдения	- Усиление предоперационных изгибов артерии - Локальная деформация внутренних контуров артерии с наличием внутрипросветного компонента (сужение просвета менее 50%)
3	Осложнения	- Тромбоз артерии - Расслоение артерии

Группа 3. Изучение информативности перфузионной компьютерной томографии головного мозга у пациентов с окклюзирующим поражением ВСА до и после оперативного вмешательства

1. Оценка данных перфузии головного мозга перед оперативным вмешательством (n=103)

I подгруппа – 54 пациента с односторонним сужением ВСА более 60% по критериям NASCET

Среди пациентов мы выделили несколько вариантов асимметрии кровотока (Таблица 7).

Таблица 7. Выраженность асимметрии кровотока по данным значений КМК.

Выраженность асимметрии кровотока	Количество пациентов, n (%)
Менее 1%	1 (2%)
1-9%	25 (46%)
10-19%	18 (33%)
Более 20 %	10 (19%)
Всего	54 (100%)

При подсчете КМК было получено, что у 39 пациентов (72%) со стенозом ВСА отмечается уменьшение CBF на стороне поражения

(Рисунок 2). Асимметрия СBF была выражена в различной степени – максимальная асимметрия кровотока составила 36%.

У 14 пациентов (26%) показатель СBF был снижен на стороне не измененной внутренней сонной артерии. При этом асимметрия максимально составила 11%. У одного пациента показатели перфузии были симметричны

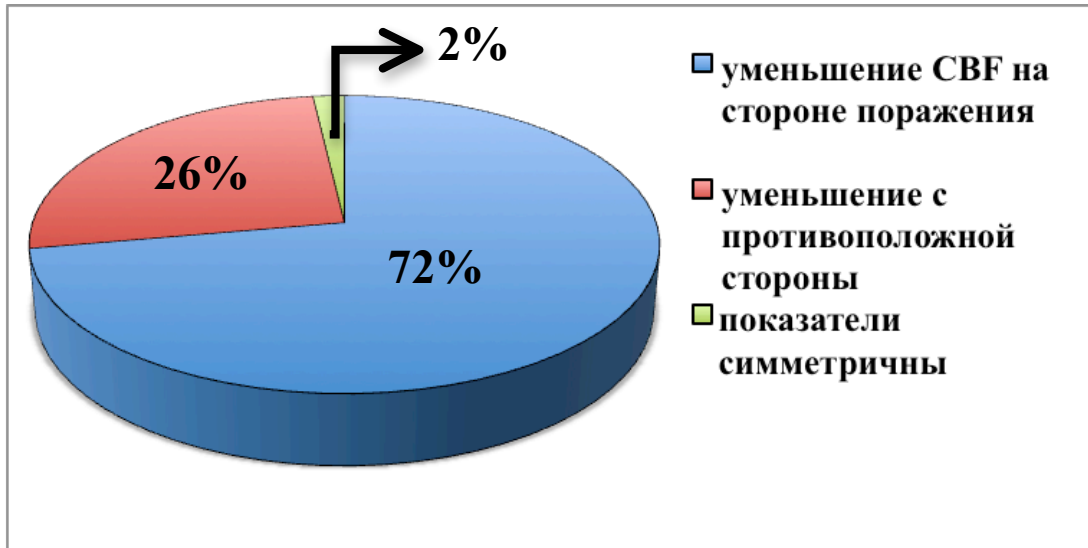


Рисунок 2. Распределение пациентов I подгруппы в зависимости от изменения скорости мозгового кровотока (СBF).

II подгруппа – 26 пациентов с двусторонним сужением ВСА более 60% по критериям NASCET.

Среди данной подгруппы выделяли следующие варианты асимметрии кровотока (Таблица 8).

Таблица 8. Выраженность асимметрии кровотока по данным значений КМК.

Выраженность асимметрии кровотока	Количество пациентов, n (%)
Менее 1%	3 (11,5%)
1-9%	7 (26,9%)
10-19%	8 (30,8%)
Больше 20%	8 (30,8%)
Всего	26 (100%)

При оценке показателей перфузии в этой подгруппе дефицит кровотока на стороне более выраженного сужения ВСА по данным КТА и УЗИ был выявлен в 12 случаях (46%). Разница в значениях СBF максимально составила 29%.

Пациентов, с бóльшим кровотоком на стороне более выраженного стеноза ВСА, было выявлено 11 (42%), дефицит кровотока составил максимально 43%.

У 3 пациентов показатели перфузии были симметричны.

Отношение изменения скорости мозгового кровотока в зависимости от пораженной артерии во II подгруппе представлено на рисунке 3.

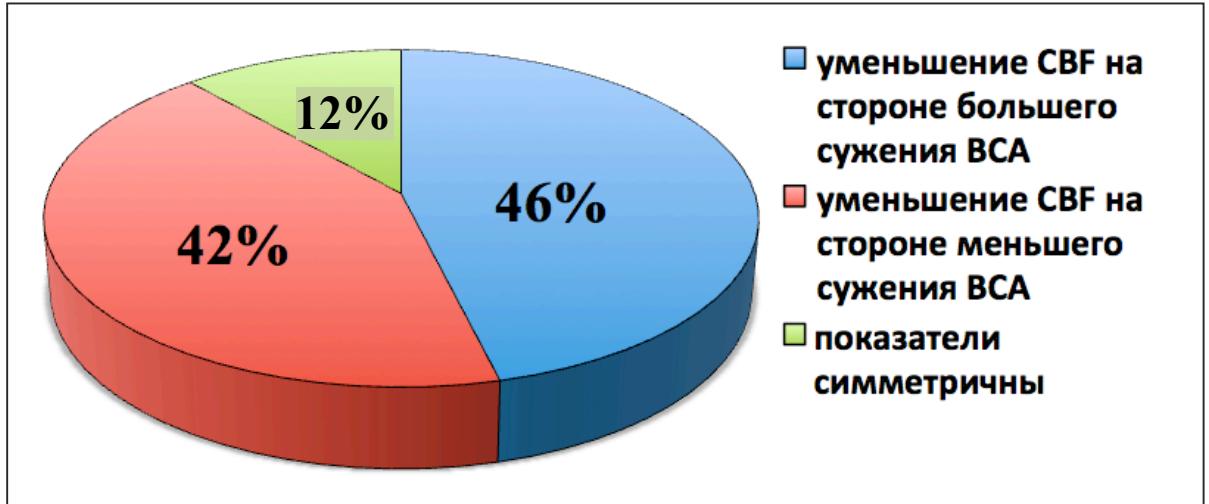


Рисунок 3. Распределение пациентов II подгруппы в зависимости от изменения скорости мозгового кровотока (CBF).

III подгруппа – 23 пациента с окклюзией ВСА с одной стороны и сужением противоположной ВСА более 60% по критериям NASCET.

Распределение пациентов в зависимости от асимметрии кровотока представлено в таблице 9.

Таблица 9. Выраженность асимметрии кровотока.

Выраженность асимметрии кровотока	Количество пациентов, n (%)
Менее 1%	4 (17,4%)
1-9%	3 (13%)
10-19%	5 (21,7%)
Больше 20%	11 (47,8%)
Всего	23 (100%)

В данной подгруппе в 17 случаях (74%) была выражена асимметрия скорости мозгового кровотока с уменьшением его на стороне окклюзии. Степень асимметрии достигала 44%. У 2 пациентов кровотоки были лучше на стороне окклюзии, у 4 пациентов кровотоки были симметричны.

Отношение изменения скорости мозгового кровотока в зависимости от пораженной артерии во III группе представлено на рисунке 4.

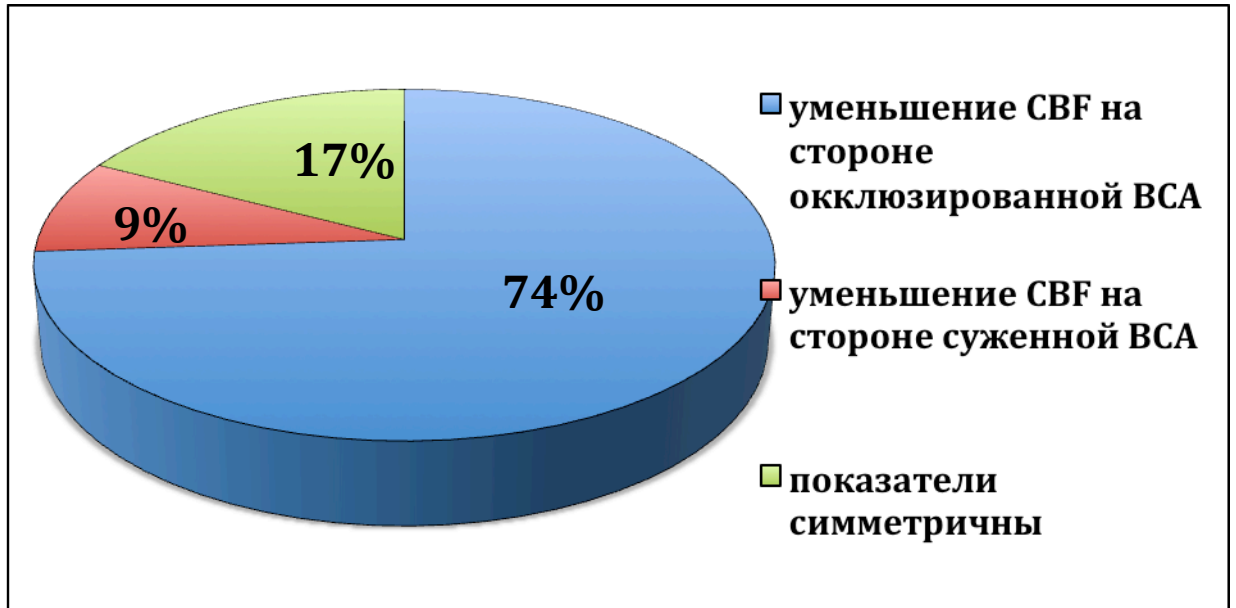


Рисунок 4. Распределение пациентов III подгруппы в зависимости от изменения скорости мозгового кровотока (CBF).

По данным литературы значимая асимметрия скорости мозгового кровотока, которая характеризует изменение CBF на уровне ишемизированной ткани головного мозга, составляет более 15% [Melamed E. et al., 1980, Podreka I. et al., 1989]. Если подходить к нашим измерениям исходя из этих пропорций, то только у 14 пациентов из I группы (26%) асимметрия кровотока отмечалась в рамках не физиологических, а патологических изменений. При этом у всех пациентов асимметрией кровотока более 15% изменения выявлялись на стороне суженной ВСА, что соответствует клиническому значению подобных изменений.

У пациентов II группы значимые изменения (асимметрия кровотока более 15%) выявлялись в 11 случаях (42%). Среди них у 6 пациентов отмечалось уменьшение кровотока на стороне меньшего поражения при УЗИ и КТА.

Наиболее закономерным было распределение пациентов по выраженности асимметрии кровотока в III группе. У 13 пациентов (56%) асимметрия превышала 15%, и практически у всех из них (кроме одного) уменьшение кровотока соответствовало стороне окклюзированной ВСА.

Таким образом, наиболее информативными были данные ПКТ среди пациентов с односторонними сужениями ВСА и с окклюзией ВСА с одной стороны и сужением ВСА с противоположной стороны.

Оценка данных перфузии головного мозга после реконструктивной операции

Показатели перфузии головного мозга после операции были изучены в 76 случаях, в основе анализа данных было аналогичное разделение пациентов на подгруппы.

В I подгруппе (пациенты с односторонним стенозом ВСА) было прооперировано 39 человек.

Сначала анализировались данные пациентов с исходным дефицитом кровотока на стороне суженной и затем реконструированной ВСА (27 человек). У них было отмечено увеличение СВФ после операции в 22 случаях (81% от пациентов с исходным дефицитом кровотока), процент увеличения кровотока колебался от 1 до 80%. У пациента, у которого увеличение скорости кровотока на стороне операции составило 80% развились выраженные головные боли, было зафиксировано повышение артериального давления. Подобные изменения были расценены как проявление гиперперфузионного синдрома. У 5 пациентов (15% от пациентов с исходным дефицитом кровотока) с исходным дефицитом кровотока выявлено снижение СВФ по сравнению с исходными значениями, колебания от 1 до 14%. При этом после операции появления очагов или зон ишемии в веществе головного мозга выявлено не было, клинически ухудшения самочувствия пациентов не отмечено.

При оперативном лечении пациентов I подгруппы с исходно более высокой скоростью кровотока на стороне суженной артерии (11 человек) в большинстве случаев произошло замедление кровотока в полушарии мозга на стороне операции (8 человек), разница значений составила от 1 до 14%. В 1 случае скорость кровотока по сравнению с противоположной стороной не изменилась. В 2 случаях наблюдалось дальнейшее увеличение разницы между гемисферами с увеличением СВФ на стороне операции.

У одного пациента с исходно симметричными показателями кровотока, показатели оставались симметричными.

Также во всех случаях после операции появления очагов или зон ишемии в веществе головного мозга и клинического ухудшения самочувствия пациентов не отмечено.

Во II подгруппе (пациенты с двусторонним поражением ВСА) было прооперировано 22 человек.

Среди пациентов с исходно меньшей скоростью кровотока на стороне большего сужения просвета ВСА (11 человек) в большинстве

случаев (9 пациентов) отмечено увеличение скорости кровотока от 1 до 90%. У пациента с увеличением СВФ на 90% по сравнению с исходными данными клинических проявлений, характерных для гиперперфузионного синдрома выявлено не было. У 1 пациента скорость кровотока осталась без динамики по сравнению с предоперационными исследованиями, у 1 пациента – уменьшилась на 4 %.

У пациентов с исходно более высокой скоростью на стороне суженной артерии (всего 9 человек) в большинстве случаев (6 человек) произошло уменьшение разницы между скоростными показателями в гемисферах с уменьшением скорости кровотока в головном мозге на стороне операции, показатели варьировали от 2 до 29%.

Среди пациентов с симметричным кровотоком (2 человек) – в одном случае кровотоки после операции остались симметричными, во втором – увеличился на стороне операции на 29%.

Также клинических проявлений неврологических событий, появления новых очагов в веществе головного мозга после операции не выявлено.

В III подгруппе (пациенты с окклюзией ВСА с одной стороны и стенозом противоположной ВСА) было прооперировано 15 человек.

Среди пациентов с исходно большей СВФ на стороне суженной ВСА по сравнению с окклюзированной ВСА (9 человек) – в 4 случаях отмечалось дальнейшее увеличение СВФ на стороне операции, в 5 случаях – наоборот уменьшение СВФ на стороне операции. Разница кровотока составляла от 5 до 40%. Необходимо отметить, что у пациентов со снижением кровотока на стороне оперированной артерии, в том числе, достигавшим 40% не появлялось «свежих» очаговых изменений в веществе головного мозга, клинически пациенты находились в стабильном состоянии.

Среди пациентов с исходно симметричным кровотоком (6 человек) – в 2 случаях СВФ на стороне операции не изменилась, в 3 уменьшилась (различия достигало 9%), в 1 случае – увеличилась на 16%. Пациенты с уменьшением скорости кровотока на стороне операции также не предъявляли жалоб, появления очагов ишемических изменений в веществе головного мозга выявлено не было.

Таким образом, ПКТ показало неоднозначное влияние операции на мозговой кровоток. Так, даже в I подгруппе пациентов с исходно ожидаемым увеличением кровотока в веществе головного мозга после операции подобные изменения были выявлены только в 56% случаев. У

остальных пациентов показатели перфузии либо не изменили свое соотношение, либо изменились в обратную сторону. Во II и III подгруппах увеличение кровотока на стороне операции было выявлено еще в меньшем количестве случаев (Рисунок 5).

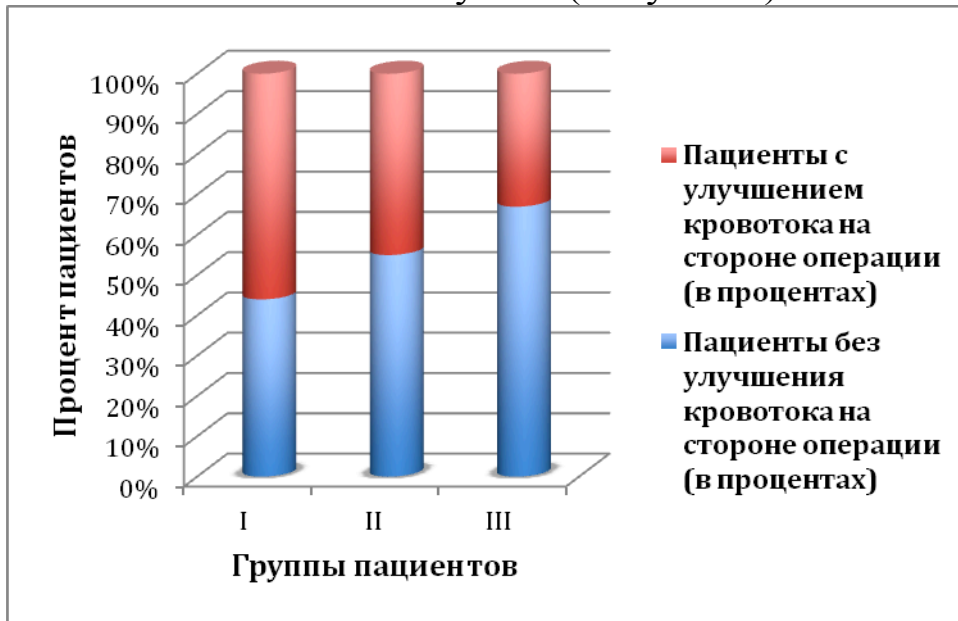


Рисунок 5. Диаграмма, отражающая улучшение кровотока на стороне операции по отношению к общему количеству пациентов, выраженному в процентном соотношении.

Необходимо отметить, что ни у одного пациента с отсутствием увеличения кровотока или уменьшением кровотока на стороне операции не возникло неврологической симптоматики, в веществе головного мозга новые очаги и зоны ишемических изменений выявлены не были. Подобные данные показывают, что применение ПКТ в послеоперационном периоде с целью оценки динамики мозгового кровотока может давать неоднозначные результаты, поэтому ее применение для оценки влияния операции на мозговой кровоток в отдельных случаях может быть малоинформативно.

Группа 4. Оценка возможностей компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии в диагностике интракраниальных осложнений после реконструктивных операций на ВСА

В раннем послеоперационном периоде ишемические неврологические осложнения были выявлены у 11 пациентов (1,8%), гиперперфузионный синдром у 7 пациентов (1,1%).

Ишемический инсульт (ИИ) был отмечен в 11 случаях (по отношению к общему количеству пациентов – 1,8%). Распределение

пациентов в зависимости от стадии инсульта, методов обследования и наличия клинических проявлений представлено в Таблице 10.

Таблица 10. Распределение пациентов в зависимости от стадии ишемического инсульта, наличия клинических проявлений и методов обследования.

Стадия	Клинические проявления		Проведенное исследование		Всего
	Есть	Нет	МРТ	КТ	
Острейшая	1	-	-	1	1
Острая	9	1	3	7	10

У 1 пациента клинически после операции не было острой неврологической симптоматики, и исследование проводилось в плановом порядке. При послеоперационном исследовании у него в правой гемисфере на стороне операции были выявлены очаги слабо пониженной плотности, характерные для проявлений острых нарушений мозгового кровообращения по ишемическому типу.

У 10 пациентов с остро возникшей неврологической симптоматикой проведены в зависимости от клинического состояния КТ или МРТ головного мозга, позволившие выявить патологические изменения.

Для исключения острого нарушения мозгового кровообращения пациентам в стабильном состоянии проводилась МРТ головного мозга (3 человека). При данном исследовании выявлялись изменения, характерные для острого ишемического поражения вещества головного мозга (повышение МР сигнала в режиме T2 и FLAIR, повышение сигнала на диффузионно-взвешенных изображениях).

В остальных случаях пациентам была проведена МСКТ головного мозга. Выбор метода исследования был обусловлен тяжелым состоянием пациента (нахождение на аппарате искусственной вентиляции, отсутствие контакта с пациентом, неадекватное состояние).

В 6 случаях при МСКТ головного мозга отмечались признаки острых ишемических повреждений головного мозга. При послеоперационной КТ-ангиографии у всех 6 пациентов реконструированные сонные артерии контрастировались без признаков выраженных сужений. В данной группе у 5 пациентов инсульт развился в бассейне оперированной ВСА. У 1 пациента с сочетанием окклюзии одной ВСА и оперативным лечением контралатеральной суженной ВСА инсульт развился в бассейне окклюзированной ВСА.

Диагностика острой стадии ишемического инсульта по данным МСКТ была затруднена при сочетании стеноза ВСА с одной стороны и окклюзии противоположной ВСА (1 пациент), так как анализ данных перфузионной компьютерной томографии, осложнялся из-за предоперационного изменения кровотока.

Гиперперфузионный синдром был выявлен в 7 случаях. По характеру поражения ВСА пациенты распределились следующим образом (Таблица 11).

Таблица 11. Тип поражения ВСА среди пациентов с ГПС

Тип поражения ВСА	Количество пациентов
Односторонний стеноз ВСА	4
Двусторонний стеноз ВСА	-
Сочетания стеноза одной ВСА, окклюзии противоположной ВСА	3

У 2 пациентов перед операцией был выраженной стеноз ВСА, у 5 пациентов – критический стеноз.

После операции у всех больных в рассматриваемой группе на фоне некупирующегося подъема артериального давления развилась клиническая симптоматика различной степени выраженности (очаговая неврологическая симптоматика и нарушение сознания).

По результатам методов лучевой диагностики были выделены три категории изменений:

1. Диффузный отек головного мозга на стороне операции (n=3)

У пациентов данной группы в различные сроки после операции (от 1 дня до 6 дней) развилась очаговая неврологическая симптоматика с угнетением сознания.

Компьютерная томография выполнялась для дифференциальной диагностики ишемического инсульта и гиперперфузионного синдрома. Постановка диагноза ГПС основывалась на совокупности клинических данных (развитие симптоматики на фоне выраженного подъема артериального давления, типичные сроки после оперативного вмешательства) и данных методов лучевой диагностики. Во всех случаях мы выявляли слабое диффузное понижение плотности вещества головного мозга, распространяющееся как на серое, так и на белое вещество. При проводимой КТА – все сосуды на уровне оперативного вмешательства, а также интракраниальные артерии контрастировались плотно и гомогенно.

В подобных случаях ценную диагностическую информацию предоставляло динамическое наблюдение: в динамике у пациентов отмечалось уменьшение выраженности очаговой неврологической симптоматики, уменьшение выраженности отека ткани головного мозга.

2. Геморрагический компонент (n=2)

У 2 пациентов мы выявили кровоизлияния различной степени выраженности (29% из случаев ГПС, 0,3% от общего количества пациентов).

3. Изменение мозгового кровотока (n=2)

При компьютерной томографии у пациентов не было выявлено очагов и участков изменения плотности вещества головного мозга, характерных для острой ишемии или кровоизлияния. Брахиоцефальные артерии и сосуды головного мозга контрастировались на всем протяжении, было отмечено усиление сосудистого рисунка по сравнению с предоперационным исследованием. В одном случае при проведении ПКТ было выявлено увеличение скорости мозгового кровотока по сравнению с предоперационным исследованием на 80%. Во втором случае проведение ПКТ не представлялось возможным из-за возбужденного состояния пациента.

Интраоперационные результаты

Все пациенты в обследуемых группах были прооперированы. По вариантам оперативного вмешательства пациенты были разделены на следующие категории (Таблица 12).

Таблица 12. Распределение пациентов в зависимости от выполненной операции.

Вид оперативного вмешательства	Количество пациентов, n (%)
Эверсионная каротидная эндартерэктомия (в том числе с резекцией патологической деформации ВСА)	496 (83,3%)
Классическая каротидная эндартерэктомия	33 (5,6%)
Протезирование ВСА	51 (8,6%)
Протезирование ОСА с эверсионной каротидной эндартерэктомией из ВСА	11 (1,8%)
Подключично-сонное шунтирование	3 (0,5%)
Сонно-подключичное шунтирование с эндартерэктомией из ВСА	1 (0,2%)
Всего	595 (100%)

При оценке протяженности атеросклеротической бляшки было выявлено, что интраоперационно распространение поражения превосходило предоперационные значения в среднем на 10 мм. Вероятно подобные расхождения были обусловлены дистальным истончением атеросклеротической бляшки.

Результаты статистического анализа данных

При определении чувствительности и специфичности КТА в детальной диагностике окклюзирующего поражения ВСА (1 группа, 256 пациентов) рассчитывались параметры для степени стеноза 60-90% (Таблица 13) и для степени стеноза 90-99% (Таблица 14). Сопоставление результатов проводилось с интраоперационными данными.

Таблица 13. Определение показателей чувствительности и специфичности для степени стеноза 60-90%.

	Стеноз 60-90%	Отсутствие стеноза 60-90%
Положительные результаты	160	7
Отрицательные результаты	6	83

Чувствительность КТА для степени стеноза 60-90% составила 96%.

Специфичность КТА для степени стеноза 60-90% составила 92%.

Таблица 14. Определение показателей чувствительности и специфичности для степени стеноза 90-99%.

	Стеноз 90-99%	Отсутствие стеноза 90-99%
Положительные результаты	80	5
Отрицательные результаты	2	169

Чувствительность КТА для степени стеноза 90-99% составила 97,6%.

Специфичность КТА для степени стеноза 90-99% составила 97,1%.

Результаты анализа по выявлению достоверных связей между параметрами и развитием осложнений приведены в таблице 14 (столбец ИИ+ГПС). Также были проведены аналогичные расчеты, учитывающие различный тип осложнений: гиперперфузионный синдром (столбец ГПС, n=5) или ишемический инсульт (столбец ИИ, n=11).

Таблица 15. Параметры, использовавшиеся для определения факторов риска развития осложнений.

		Наличие осложнений				Значение p
		Нет		Есть		
		Количество	% по строке	Количество	% по строке	
Пол пациента	Женский	52	98,1%	1	1,9%	0,074
	Мужской	128	89,5%	15	10,5%	
Операция	Изолированная	158	91,9%	14	8,1%	1
	Сочетанная	22	91,7%	2	8,3%	
Степень стеноза	более 50%	66	86,8%	10	13,2%	0,068
	выраженный	50	98,0%	1	2,0%	
	критический	64	92,8%	5	7,2%	
Признаки нестабильности бляшки	Нет	122	94,6%	7	5,4%	0,068
	Есть	58	86,6%	9	13,4%	
Извитость артерии	Нет	136	91,3%	13	8,7%	0,785
	Есть	44	93,6%	3	6,4%	
Сочетанное поражение артерий	Нет	118	92,2%	10	7,8%	0,790
	Есть	62	91,2%	6	8,8%	
Вариант поражения артерий	Односторонний стеноз	118	95,9%	5	4,1%	0,009
	Двусторонний стеноз	39	88,6%	5	11,4%	
	Сочетание стеноза и окклюзии	23	79,3%	6	20,7%	
Диффузное сужение артерии	Нет	142	91,0%	14	9,0%	0,533
	Есть	38	95,0%	2	5,0%	
Интракраниальное поражение артерии	Нет	154	91,1%	15	8,9%	0,703
	Есть	26	96,3%	1	3,7%	
Выраженность поражения головного мозга	нет очагов	40	100,0%	0	0,0%	0,020
	мелкие очаги микроангиопатии	44	91,7%	4	8,3%	
	очаги и участки НМК	48	92,3%	4	7,7%	
	обширные зоны НМК	48	85,7%	8	14,3%	
Состояние Виллизиева круга	Видны все элементы	93	95,9%	4	4,1%	0,065
	Видны не все элементы	87	87,9%	12	12,1%	
Состояние вертебробазилярного бассейна	Нет поражения	94	92,2%	8	7,8%	1
	Поражение более 50%	86	91,5%	8	8,5%	

Наиболее достоверная взаимосвязь была выявлена для типа поражения сонных артерий (односторонний стеноз, двусторонний стеноз, сочетание стеноза одной артерии и окклюзии другой артерии). При этом уровень значимости для всей выборки составил $p=0.009$, для

подгруппы с осложнением типа ГПС уровень значимости составил $p=0.024$. Тем самым удалось подтвердить наличие взаимосвязи.

Найдена статистически достоверная взаимосвязь между наличием осложнений и выраженностью поражения головного мозга: нет очагов, мелкие очаги микроангиопатии, очаги и участки нарушения мозгового кровообращения (НМК), обширные зоны НМК. При этом уровень значимости для всей выборки составил $p=0.02$, для подгруппы с осложнением типа ИИ уровень значимости составил $p=0.04$, а для подгруппы с осложнением типа ГПС уровень значимости составил $p=0.22$. Тем самым удалось подтвердить наличие взаимосвязи для всей выборки и для подгруппы с осложнением типа ИИ. Вследствие маленького объема выборки эту связь не удалось статистически достоверно выявить для подгруппы с осложнением типа ГПС.

Была выявлена взаимосвязь между мужским полом и наличием осложнения в виде ишемического инсульта. При этом уровень значимости для всей выборки составил $p=0.074$, для подгруппы с осложнением типа ИИ уровень значимости составил $p=0.038$, а для подгруппы с осложнением типа ГПС уровень значимости составил $p=1.0$. Для подгруппы с осложнением типа ГПС статистическую достоверность этой взаимосвязи подтвердить не удалось.

Была отмечена взаимосвязь также между выраженностью окклюзирующего процесса во внутренней сонной артерии и риском развития ишемического инсульта. Уровень значимости для всей выборки составил $p=0.068$, для подгруппы с осложнением типа ИИ уровень значимости составил $p=0.03$, а для подгруппы с осложнением типа ГПС уровень значимости составил $p=1.0$.

Также было проверено, существует ли достоверная зависимость между протяженностью бляшки и длительностью пережатия артерии. Для этого был вычислен коэффициент корреляции Пирсона (r), также уровень значимости для гипотезы об отсутствии корреляции, p . Были получены значения коэффициента корреляции $r=0.118$ при уровне значимости $p=0.113$. Согласно данным величинам статистически достоверно подтвердить связь между протяженностью бляшки и длительностью пережатия артерии не удалось, поскольку уровень значимости p превышает пороговую величину равную 0.05.

Результаты проведенного нами исследования позволили предложить алгоритмы диагностического обследования пациентов с окклюзирующим поражением ВСА в рамках подготовки к операции и в послеоперационном периоде.

Алгоритм 1. При подозрении на окклюзирующее поражение ВСА пациентам проводится комплексное УЗИ БЦА; при подтверждении поражения ВСА и наличии показаний к оперативному лечению выполняется компьютерная томография головного мозга и КТА (Рисунок 6). ПКТ может дополнять протокол обследования в отдельных случаях по показаниям (сочетание окклюзии ВСА и стеноза ВСА, наличие двусторонних выраженных и критических сужений ВСА) – для определения у пациентов исходного состояния кровотока в головном мозге и повышения информативности последующей диагностики возможных интракраниальных осложнений.



Рисунок 6. Алгоритм оценки состояния сонных артерий перед операцией.

Алгоритм 2. Оценка послеоперационных изменений в сонных артериях проводится также исходно по данным УЗИ. При подозрении на наличие осложнений на уровнях, труднодоступных для УЗИ, проводится КТА с разделением послеоперационных изменений на: нормальное (ожидаемое) состояние; изменения, требующие наблюдения, и на осложнения (Рисунок 7).

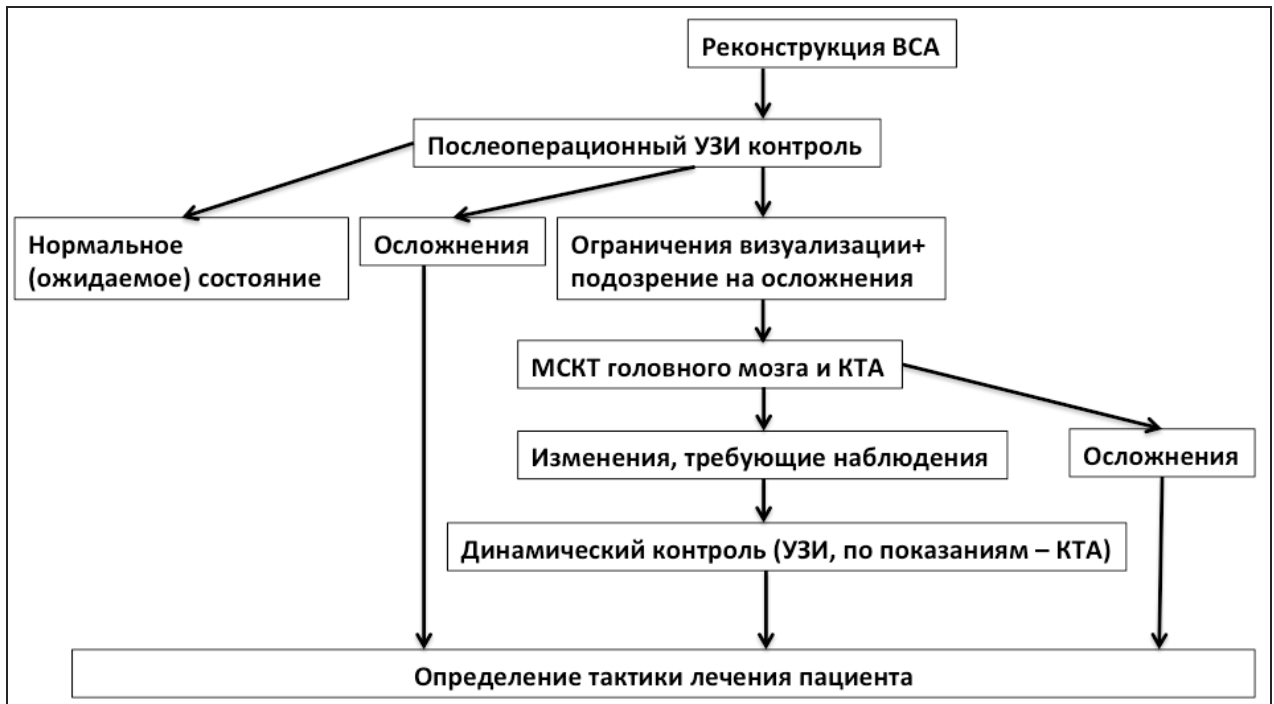


Рисунок 7. Алгоритм оценки состояния сонных артерий после операции.

Алгоритм 3. При диагностике послеоперационных неврологических осложнений при стабильном состоянии пациента лучевое обследование начинается с МРТ головного мозга; для получения дополнительной информации о состоянии сонных артерий или при нестабильном состоянии пациента (или наличии противопоказаний к МРТ), выполняется компьютерная томография, включающая бесконтрастное исследование, КТА и при необходимости ПКТ (Рисунок 8).

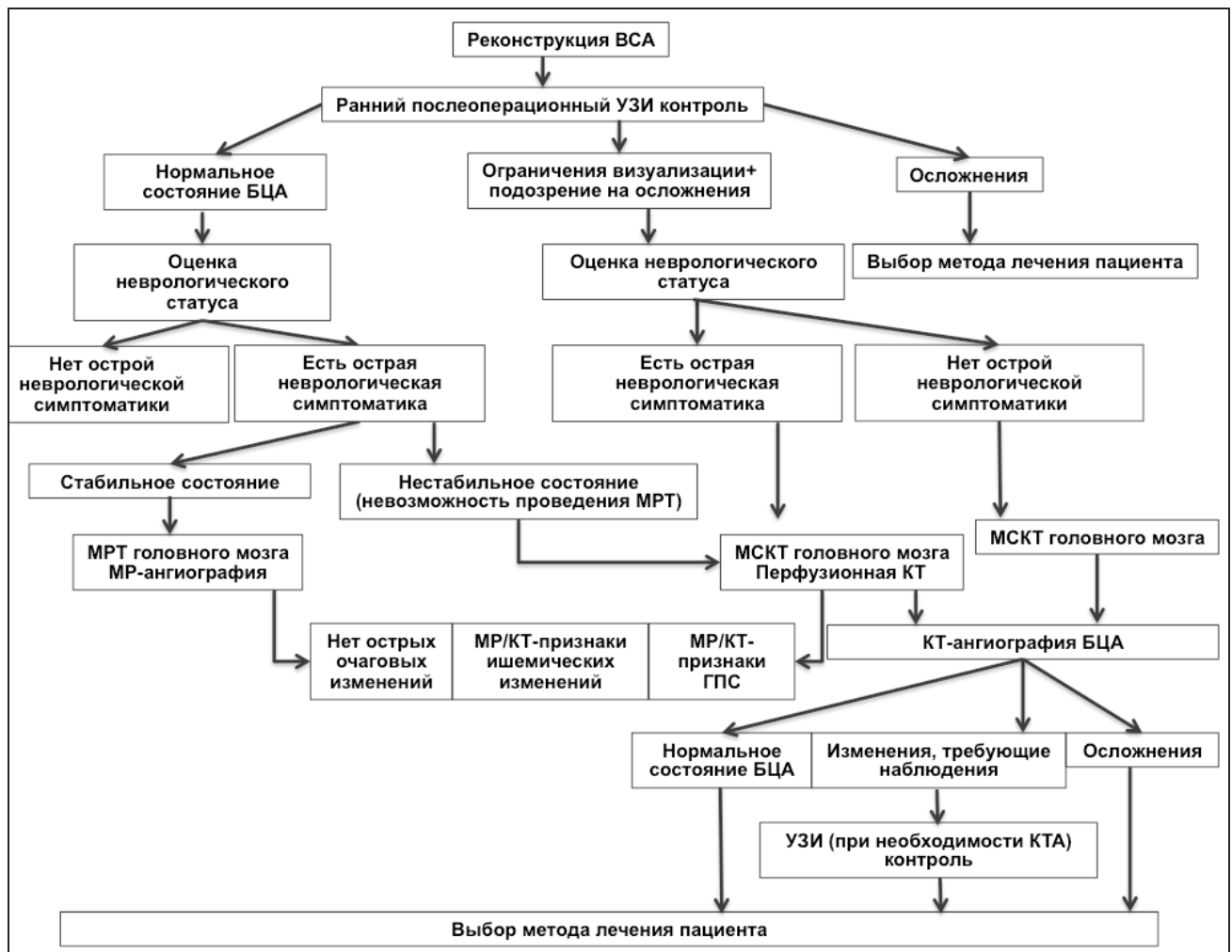


Рисунок 8. Алгоритм обследования пациентов после реконструктивной операции на ВСА при подозрении на наличие интракраниальных осложнений.

Выводы:

1. КТ-ангиография высоко информативна в предоперационной оценке окклюдированного поражения внутренней сонной артерии (чувствительность метода для стенозов 90-99% составила 97,6%, специфичность метода 97,1%).

2. Для оценки результатов реконструкции сонных артерий по данным КТ-ангиографии выделены следующие варианты, определяющие тактику ведения пациентов: «должное» (нормальное) состояние; изменения, требующие наблюдения, и осложнения.

3. Перфузионные характеристики мозгового кровотока по данным ПКТ зависят от типа окклюдированного поражения ВСА. Дефицит кровотока, был выявлен в большинстве случаев при одностороннем стенозе ВСА (72%) и сочетании стеноза одной ВСА с окклюзией противоположной ВСА (74%). Применение ПКТ для оценки изменения кровотока после реконструктивных операций по поводу стенозов ВСА нецелесообразно.

4. Интракраниальные осложнения после реконструктивных операций на ВСА были представлены ишемическим инсультом (1,8% случаев) и гиперперфузионным синдромом (1,2%).

5. Гиперперфузионный синдром после реконструктивных операций на внутренних сонных артериях характеризовался тремя диагностическими паттернами: изменением мозгового кровотока, диффузным отеком вещества головного мозга на стороне операции и геморрагическим компонентом.

6. Факторами риска развития интракраниальных осложнений после реконструктивных операций на внутренних сонных артериях являются мужской пол пациента (для ишемических осложнений $p=0.04$), выраженность хронических ишемических изменений в веществе головного мозга ($p=0.02$), степень окклюзирующего поражения ВСА (для ишемических осложнений $p=0,03$) и тип атеросклеротического поражения сонных артерий ($p=0.009$, для ГПС $p=0,024$).

7. Разработанные диагностические алгоритмы на этапах предоперационного обследования, оценки состояния сонных артерий после реконструктивных операций и при развитии интракраниальных осложнений должны включать современные лучевые технологии, с помощью которых последовательно оцениваются изменения сосудов и вещества головного мозга, принципиальные для определения тактики лечения пациента.

Практические рекомендации

1. С учетом высокой информативности КТ-ангиография брахиоцефальных артерий с использованием специализированного протокола с комплексным анализом результатов должна быть включена в алгоритм предоперационного обследования пациентов с окклюзирующим поражением внутренних сонных артерий.

2. При проведении КТ-ангиографии перед планированием реконструктивной операции по поводу окклюзирующего поражения ВСА в зону сканирования следует включать исследование экстра- и интракраниальных отделов БЦА на всем протяжении – от дуги аорты до конвекситальных отделов головного мозга для возможного выявления патологических изменений артерий на всем их протяжении.

3. Для уменьшения лучевой нагрузки рекомендуется использовать низкодозовые протоколы для проведения бесконтрастного исследования, венозной фазы контрастного усиления.

4. При оценке артериальной фазы контрастного усиления рекомендуется использовать модифицированные установки окна:

(уровень ≈ 300 HU, ширина ≈ 900 HU) для более четкой дифференциации атеросклеротической бляшки от просвета артерий.

5. Оценка окклюзирующего поражения БЦА должна проводиться в соответствии со специализированным протоколом, включающим детальное описание изменений на различных уровнях. Рекомендуется использование мультипланарных (коронарных и сагиттальных) реконструкций и программы для анализа сосудистого русла для оценки протяженности и выраженности атеросклеротического поражения.

6. Оценка окклюзирующего поражения ВСА перед планированием оперативного вмешательства должна быть проведена с использованием критериев NASCET, принятых в международных и отечественных рекомендациях.

7. Рекомендуется оценивать данные послеоперационной КТ-ангиографии с учетом типа выполненной операции, выделяя три возможные категории выявленных изменений: 1) нормальное «должное» состояние; 2) изменения, требующие динамического наблюдения; 3) осложнения.

8. Проведение перфузионной компьютерной томографии перед реконструкцией пораженных ВСА целесообразно для пациентов с односторонним стенозом ВСА и для пациентов с сочетанием стеноза одной ВСА и окклюзии контрлатеральной ВСА.

9. При диагностике интракраниальных осложнений после операций на ВСА следует оценивать данные методов лучевой диагностики с учетом исходного варианта окклюзирующего поражения БЦА, а также клинических данных пациента.

10. Для оптимизации ведения пациентов с окклюзирующим поражением ВСА необходимо использование комплексных диагностических алгоритмов для оценки состояния артерий до и после операции, а также при подозрении на развитие интракраниальных осложнений. Рекомендованные алгоритмы позволяют ответить на конкретные поставленные клинические задачи и определить тактику последующего ведения пациента.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Басарбалиев А.В., Вишнякова М.В., Вишнякова М.В., Казанчян П.О., Ларьков Р.Н., Загаров С.С. Применение методики МСКТ-перфузии для оценки кровоснабжения вещества головного мозга и анализа результатов хирургического лечения пациентов с

хронической ишемией // Альманах клинической медицины. - 2014. - № 31. - С. 3 - 6.

2. Басарболиев А.В., Вишнякова М.В. (мл) Денисова Л.Б., Ларьков Р.Н. Синдром гиперперфузии головного мозга у больного после реконструктивной операции на внутренней сонной артерии // Труды Третьей научно-практической конференции «От традиционной рентгенологии к новым направлениям лучевой диагностики», Москва. - 2012г.

3. Вишнякова М.В. (мл), Вишнякова М.В., Басарболиев А.В, Абраменко А.С., Денисова Л.Б. Роль МСКТ и МРТ в оценке риска развития гиперперфузионного синдрома при реконструктивных операциях на внутренних сонных артериях // Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики. Приложение. Материалы IX Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2012» – 2012. – Т. 2. - №2. – С. 131.

4. Ларьков Р. Н., Сотников П. Г., Ващенко А.В., Гегенава Б.Б., Лазарев Р. А., Колесников Ю. Ю., Загаров С. С., Вишнякова М.В. (мл) Наш опыт ангиопластики со стентированием ВСА // XIX Ежегодная сессия Научного Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых, Материалы конгресса. 18-20 мая, Москва, Россия

5. Вишнякова М.В. (мл), Вишнякова М.В., Ларьков Р.Н., Загаров С.С. Применение методики МСКТ перфузии для оценки кровоснабжения и анализа результатов хирургического лечения у пациентов с хронической ишемией головного мозга // Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики. Приложение. Материалы IX Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов "Радиология-2015" – 2015. – Том 5. - №2. - С. 60 - 61.

6. Вишнякова М.В. (мл), Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке состояния сонных артерий после реконструктивных операций // Альманах клинической медицины. - 2015. - №43. - С. 11 - 18.

7. Ларьков Р.Н., Сотников П.Г., Колесников Ю.Ю., Лазарев Р.А., Шилов Р.В., Загаров С.С., Вишнякова М.В. (мл). МСКТ в прогнозировании и оценке результатов КЭАЭ // XIX Ежегодная сессия Научного Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых, Материалы конгресса. –18-20 мая, Москва, Россия. – 2015.

8. Загаров С.С., Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В., Вишнякова (мл.) М.В., Сташук Г.А., Сотников П.Г., Дерзанов А.В., Колесников Ю.Ю. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в выявлении интракраниальных поражений брахиоцефальных артерий у пациентов с хронической ишемией головного мозга // XIX Ежегодная сессия Научного Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых, Материалы конгресса, 18-20 мая, Москва, Россия – 2015.

9. Вишнякова М.В., Пронин И.Н., Ларьков Р.Н., Загаров С.С. Компьютерно-томографическая ангиография в планировании реконструктивных операций на внутренних сонных артериях // Диагностическая и интервенционная радиология. - 2016. - Т. 10. - № 3. - С. 11 - 19.

10. Ларьков Р.Н., Загаров С.С., Подрез Д.В., Шилов Р.В., Вишнякова М.В. (мл). Комплексная компьютерная томография в диагностике гиперперфузионного синдрома // XXI Ежегодная сессия ННПЦССХ им. А.Н. Бакулева, Материалы конгресса. - 2017

11. Ларьков Р.Н., Сташук Г.А., Сотников П.Г., Загаров С.С., Лазарев Р.А., Вишнякова М.В. (мл), Колесников Ю.Ю. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике поражения интракраниальных отделов брахиоцефальных артерий у пациентов с хронической ишемией головного мозга // XXX международная конференция Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов. Материалы конгресса. 25-27 июня, Сочи, Россия. – 2015.

12. Вишнякова М.В.(мл), Загаров С.С., Подрез Д.В., Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В. КТ-ангиография в планировании реваскуляризации при окклюзирующих атеросклеротических поражениях внутренних сонных артерий. Приложение. Материалы IX Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2016», // Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики. – 2016. – Т. 6. - №2. – С.60-61.

13. Вишнякова М.В. (мл), Пронин И.Н., Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В. Детализация окклюзирующего поражения внутренней сонной артерии при компьютерно-томографической ангиографии для планирования реконструктивных операций // Вестник рентгенологии и радиологии. - 2017. – Т. 98. - № 2. - С. 69 - 77.

14. Вишнякова М.В. (мл), Пронин И.Н., Вишнякова М.В.,

Ларьков Р.Н. Информативность перфузионной компьютерной томографии головного мозга при окклюзирующих поражениях внутренних сонных артерий // Российский электронный журнал лучевой диагностики. - 2017. - Т. 7. - № 2. - С. 31 – 39.

15. Захарова М.О., Вишнякова М.В., Подрез Д.В., Ларьков Р.Н., Загаров С.С. Диагностика неврологических осложнений после каротидной эндартерэктомии по данным МСКТ // Материалы XI всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2017». – 2017. – С. 290-291.

16. Вишнякова М.В. (мл), Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В. Диагностика неврологических осложнений после каротидной эндартерэктомии по данным мультиспиральной компьютерной томографии // Альманах клинической медицины. - 2017. - Т. 45. - № 3. - С. 218 - 224.

17. Вишнякова М.В. Диагностика гиперперфузионного синдрома после реконструктивных операций на сонных артериях по данным компьютерной томографии // Медицинская визуализация. - 2017г. - №3. - С. 20 – 31.

18. Вишнякова М.В. Алгоритмы комплексной лучевой диагностики окклюзирующего поражения внутренней сонной артерии для определения тактики ведения пациентов // Вестник рентгенологии и радиологии. - 2017. - Т. 98. - № 5. - С. 231 - 237

19. Вишнякова М.В. (мл), Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В. Роль КТ-ангиографии в диагностике критических поражений внутренней сонной артерии // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2017. – Т.11. - № 3. – С. 18 - 24.

20. Вишнякова М.В. (мл), Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В. Компьютерная томография в диагностике редкой аномалии развития брахиоцефальных артерий // Лучевая диагностика и терапия. - 2017. - № 3 (8). - С. 33 - 36.

21. Вишнякова М.В. (мл). Оценка окклюзирующего поражения сонных артерий: история, тенденции развития диагностических технологий // Креативная кардиология. - 2017. - Т. 11. - № 3. - С. 247 - 261.

22. Вишнякова М.В. (мл). Значение КТ-ангиографии в определении тактики лечения пациентов с окклюзирующим поражением внутренней сонной артерии // Медицинский вестник Юга России. - 2017. - Т. 1. - № 4. - С. 28 – 35.

23. Вишнякова М.В. (мл). Определение роли КТ-ангиографии в оценке состояния сонных артерий после реконструктивных операций // Анналы хирургии. – 2017. - № 22 (6). - С. 329 – 335.

24. Вишнякова М.В. (мл), Вишнякова М.В., Ларьков Р.Н., Денисова Л.Б., Подрез Д.В. Компьютерная томографическая ангиография в оценке окклюзирующего поражения брахиоцефальных артерий / Учебное пособие ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва. - 2017. - ISBN 978-5-98511-362-4

Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В., Казанский М.Ю. Патент на изобретение № 2648881. Способ хирургической коррекции сочетанного поражения сонных артерий.

Список сокращений.

АСБ – атеросклеротическая бляшка

БЦА – брахиоцефальные артерии

БЦС – брахиоцефальный ствол

ВСА – внутренняя сонная артерия

ГПС – гиперперфузионный синдром

ДВИ – диффузионно-взвешенные изображения

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

ИИ – ишемический инсульт

КМК – коэффициент мозгового кровотока

КТА, КТ-ангиография – компьютерная томографическая ангиография

КЭАЭ – каротидная эндартерэктомия

МОНИКИ - Московский областной научно-исследовательский клинический институт

МРА – магнитно-резонансная ангиография

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

НМК – нарушение мозгового кровообращения

ОСА – общая сонная артерия

ПКТ – перфузионная компьютерная томография

ПМА – передняя мозговая артерия

ПСА - передняя соединительная артерия

СМА – средняя мозговая артерия

T1-ВИ – МР-изображения, взвешенные по T1

T2-ВИ – МР-изображения, взвешенные по T2

T2*-ВИ – быстрые T2 изображения (ИП GRE)

УЗИ – ультразвуковое исследование

CBF – церебральный кровоток (cerebral blood flow)

CBV – церебральный объем крови (cerebral blood volume)

ECST – European Carotid Stenosis Trial

FLAIR – импульсная последовательность с подавлением сигнала от свободного ликвора

MTT – среднее время прохождения контрастного препарата (mean transit time)

NASCET – North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial

TTP – время достижения пика концентрации КВ (time to peak)