

Эволюция каротидной эндалтерэктомии. Обзор литературы

Для корреспонденции:

Константин Петрович Черных,
chernykh-konstantin@inbox.ru

Поступила в редакцию 16 июля 2020 г.

Исправлена 24 августа 2020 г.

Принята к печати 25 августа 2020 г.

Цитировать:

Казанцев А.Н., Хубулава Г.Г., Кравчук В.Н.,
Ерофеев А.А., Черных К.П. Эволюция каротидной
эндалтерэктомии. Обзор литературы. *Патология
кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(4):22-32.
<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-4-22-32>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Вклад авторов

Концепция и дизайн: Г.Г. Хубулава

Написание статьи: А.Н. Казанцев

Исправление статьи: А.А. Ерофеев, В.Н. Кравчук,
К.П. Черных

Утверждение окончательной версии: все авторы

ORCID ID

А.Н. Казанцев, <https://orcid.org/0000-0002-1115-609X>

Г.Г. Хубулава, <https://orcid.org/0000-0002-9242-9941>

В.Н. Кравчук, <https://orcid.org/0000-0002-6337-104X>

А.А. Ерофеев, <https://orcid.org/0000-0003-3814-9831>

К.П. Черных, <https://orcid.org/0000-0002-5089-5549>

© А.Н. Казанцев, Г.Г. Хубулава, В.Н. Кравчук,

А.А. Ерофеев, К.П. Черных, 2020

Статья открытого доступа, распространяется
по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

А.Н. Казанцев¹, Г.Г. Хубулава², В.Н. Кравчук^{2,3},
А.А. Ерофеев⁴, К.П. Черных¹

¹ Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение
здравоохранения «Городская Александровская больница»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное военное
образовательное учреждение высшего образования
«Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Северо-Западный
государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴ Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение
здравоохранения «Городская многопрофильная больница № 2»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Настоящая работа посвящена развитию различных методов каротидной эндалтерэктомии. Представлены методики каротидной эндалтерэктомии, позволяющие достигать эффективной реваскуляризации при протяженном поражении внутренней сонной артерии. Приведены данные исследований, в которых сравнивают результаты эверсионной и классической каротидной эндалтерэктомии с пластикой зоны реконструкции заплаты из диэпоксидобработанного перикарда. Внимание уделено каротидной эндалтерэктомии в острейшем и остром периодах ишемического инсульта. Продемонстрирована важность и основные аспекты гломус-сберегающей каротидной эндалтерэктомии. Отмечены основные осложнения операций, причины рестеноза в отдаленном периоде наблюдения. Предложены способы их устранения. Сделано заключение о нерешенных вопросах в каротидной хирургии.

Ключевые слова: аутоотрансплантация; гломус-сберегающая каротидная эндалтерэктомия; заплата; каротидная эндалтерэктомия; каротидная эндалтерэктомия по Дебейки; классическая каротидная эндалтерэктомия; протезирование внутренней сонной артерии; рекаротидная эндалтерэктомия; эверсионная каротидная эндалтерэктомия

Разработка первого вида каротидной эндартерэктомии

Каротидная эндартерэктомия (КЭЭ) — популярная операция по коррекции стенотических поражений внутренних сонных артерий (ВСА) [1–4]. Ее эффективность и безопасность не вызывает сомнения [1; 2]. Первый случай КЭЭ был реализован М.Е. DeBakey 7 августа 1953 г. и заключался в удалении атеросклеротической бляшки путем артериосекции ВСА и выполнения первичного шва [5]. Данный вид реконструкции стал «золотым стандартом» лечения этой когорты больных на следующие десятки лет. Но информацию о нем М.Е. DeBakey опубликовал лишь в 1975 г. Первое же печатное сообщение о выполнении КЭЭ вышло в свет 13 ноября 1954 г. под авторством Н.Н. Eastcott и соавт. и стало хронологической точкой отсчета в развитии каротидной хирургии [6]. В современной интерпретации данная техника расценивается как одна из ступеней на пути к разработке классической КЭЭ, принадлежащей М.Е. DeBakey [5]. Данный вид реконструкции претерпел ряд модернизаций от первичного шва к пластике заплатой из биологического или синтетического материалов [1–3].

Новая ступень каротидной хирургии — эверсионная методика

Еще один популярный вариант КЭЭ — эверсионная методика [7–11]. Родоначальником техники является R. Kieny. В январе 1985 г. он отсек ВСА в устье, вывернул артерию, удалив атеросклеротическую бляшку, и имплантировал ее на прежнее место [12]. Чуть позже D. Raithel видоизменил представленный способ, выполнив отделение ВСА от бифуркации с участком общей сонной артерии (ОСА) по типу капюшона [13]. В 2015 г. В.Л. Сергеев с соавт. предложили увеличить размеры этого сегмента, что позволяло визуализировать более отдаленные участки ОСА и добиться тотального удаления атеросклеротической бляшки из последней. Методика показала эффективность и безопасность в госпитальном и отдаленном периодах наблюдения [14]. Аналогом эверсионной КЭЭ является методика М.Е. DeBakey, который предложил пересекать ОСА и выполнять эверсионную эндартерэктомию бифуркации, выворачивая одновременно и ВСА, и наружную сонную артерию (НСА) [1]. Другим вариантом является техника J.M. Chevalier, заключающаяся в дистальном

пересечении ВСА и ретроградной эверсии последней [15].

Противостояние сторонников классической и эверсионной каротидной эндартерэктомии

Несмотря на многочисленные варианты реконструкции, ведущую позицию по-прежнему занимают эверсионная КЭЭ и классическая КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой [1; 16]. Однако, по данным Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов, в 2018 г. в России выполнено 4 334 КЭЭ по классической методике и в три раза больше эверсионных КЭЭ — 12 679 [17]. Последние исследования в области изучения физических свойств зоны реконструкции после КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой демонстрируют большую склонность больных к развитию рестеноза ввиду изменения гемодинамических свойств кровотока в каротидной бифуркации [18; 19]. Однако национальные рекомендации по лечению пациентов с поражениями брахиоцефальных артерий оставляют право выбора типа КЭЭ за оперирующим хирургом (класс доказательности А) [1]. При этом авторы постулатов ссылаются на исследования, в которых явно демонстрируют большую частоту рестеноза и окклюзии ВСА после классической КЭЭ, а также повышенный риск тромбоза по причине дистальной отслойки интимы после эверсионной реконструкции [1]. Таким образом, в отечественных рекомендациях нет строгих показаний с высоким уровнем доказательности для того или иного вида КЭЭ. В подобных условиях необходимо проведение крупных исследований, направленных на изучение госпитальных и отдаленных результатов классической и эверсионной КЭЭ. В исследовании H. Dakour-Aridi с соавт. выполнено 95 726 КЭЭ: 87,4 % классических и 12,6 % эверсионных. Авторы отметили повышенное количество геморрагических осложнений, потребовавших ревизию раны среди больных с эверсионной техникой реконструкции. Данное наблюдение нельзя объяснить видом вмешательства, вероятнее всего, оно обусловлено различными режимами антикоагулянтной / антиагрегантной терапии на фоне фибрилляции предсердий, чрескожного коронарного вмешательства в анамнезе и иных состояний, требующих назначения данной категории препаратов. Помимо этого, авторы отметили, что эверсионная

КЭЭ обладает протективным действием в отношении ишемического инсульта, летального исхода в 30-дневном периоде наблюдения [ОШ (отношение шансов) 0,72; 95% ДИ (доверительный интервал) 0,54–0,95; $p = 0,02$] и спустя 1 год после вмешательства [ОШ 0,75; 95% ДИ 0,58–0,97; $p = 0,03$] по сравнению с классической техникой. Этот факт обусловлен большей склонностью зоны реконструкции с заплатой к формированию рестеноза / тромбоза на разных этапах курации [20].

Таким образом, подавляющее большинство исследователей отдают предпочтение именно эверсионной технике операции.

Варианты реконструкции при протяженном атеросклеротическом поражении

Однако важным условием в достижении успеха данной КЭЭ является полное удаление атеросклеротической бляшки с плотной фиксацией дистального участка интимы. В противном случае вмешательство может закончиться тромбозом ВСА, что долгое время оставалось краеугольным камнем представленной методики и в ряде случаев приводило к протезированию внутренних сонных артерий [21; 22]. В этих условиях А.А. Карпенко с соавт. в 2011 г. предложили способ реконструкции при протяженном поражении (Карпенко А.А., Игнатенко П.В. Способ аутоартериальной реконструкции бифуркации сонных артерий: пат. RU 2494688 С2 Рос. Федерация № 2011139454/14, заявл. 27.09.2011; опублик. 10.10.2013). Наружная сонная артерия отсекалась в устье, рассекалась продольно в дистальном направлении на несколько сантиметров. Далее производилось подобное рассечение ВСА. Открытым способом удаляли атеросклеротическую бляшку из перечисленных артерий и общей сонной артерии. Выполняли анастомоз внутренняя сонная артерия – общая сонная артерия и НСА по типу «бок-в-бок». В 2018 г. А.В. Покровский с соавт. представили несколько видоизмененную методику, заключающуюся в отсечении ВСА вместо наружной сонной артерии [21]. В остальном техника была схожа и получила название «формирование новой бифуркации». Еще одну модификацию, предлагаемую при протяженном поражении ВСА, разработали в 2018 г. В.Ю. Ридель с соавт. (Ридель В.Ю., Михайлов М.С., Новожилов А.В., Мусаев А.Б. Способ каротидной эндартерэктомии с использованием лоску-

та, сформированного из затылочной артерии: пат. RU 2687819 С1 Рос. Федерация № 2018107527, заявл. 28.02.2018; опублик. 16.05.2019). Авторы рассекали НСА с переходом на затылочную ветвь и использовали ее как продолжение НСА для анастомоза «бок-в-бок» с ВСА и создания подобия аутоартериальной реконструкции бифуркации сонных артерий по А.А. Карпенко. Однако нужно отметить, что затылочная артерия не всегда находится на нужном топографическом уровне и не всегда имеет достаточный размер для эффективной пластики артерий. Таким образом, данная техника не может быть операцией выбора при протяженном поражении ВСА и является вспомогательным вариантом лечения.

Среди методов КЭЭ при протяженном атеросклеротическом поражении ВСА стоит отметить работу Е.В. Россейкина с соавт., посвященную ауто-трансплантации ВСА [23]. Так, резецировали ВСА, далее прецизионно вне раны путем выворачивания выполняли эндартерэктомию. Следующим этапом имплантировали резецированную ВСА на прежнее место, при этом фиксировали атеросклеротическую бляшку в дистальном сегменте анастомозом подобно ситуации с протезированием. По результатам также доказана эффективность данной техники, выражающаяся в отсутствии тромбоза или рестеноза в зоне реконструкции в 30-дневном периоде наблюдения. Однако авторы отметили, что эффективность методики зависела прежде всего от микрохирургических навыков оперирующего хирурга и умения работать под крупным оптическим увеличением. Дополнительную сложность представляет применение нити для анастомоза размером 7-0 относительно 6-0, применяемой при стандартных техниках КЭЭ. Таким образом, данный метод реконструкции также заслуживает внимания, однако техническая сложность не позволяет сделать его универсальным по сравнению с другими вариантами каротидных эндартерэктомий.

Следует отметить, что хирурги стремились качественно удалить атеросклеротическую бляшку не только из общей сонной артерии и ВСА, но и из НСА, поскольку она имеет важные коллатерали с интракраниальным сегментом [1]. Однако при классической КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой обычная артериотомия ОСА с переходом на ВСА не позволяет в полной мере очистить НСА дальше ее устья, что может

сопровождаться тромбозом последней и сопряженными нежелательными последствиями [1]. Для устранения этой проблемы Р.И. Ижбульдин с соавт. предложили способ пластики сонной бифуркации заплатой в форме «ласточкина хвоста» (Ижбульдин Р.И., Плечев В.В., Абдрашитов Х.З., Абдулаев М.А. Способ пластики бифуркации сонной артерии: пат. RU 2231307 С1 Рос. Федерация № 2003100730/14, заявл. 08.01.2003; опубл. 27.06.2004). Данная техника позволяет рассекать ОСА с переходом на ВСА и НСА, что создает условия для удаления атеросклеротической бляшки более прецизионно и характеризуется в целом классическим порядком операции.

Гломус-сберегающие техники каротидной эндартерэктомии

С ежегодным ростом количества КЭЭ росли требования к техническим характеристикам вмешательства и допустимой частоте развития послеоперационных осложнений [1; 6; 24–26]. Так, клиника, в которой выполняется КЭЭ, не может превышать показатель инсульта и летальности от инсульта 3 % для больных с транзиторной ишемической атакой и 5 % — с острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК) [1; 27]. Среди причин инсульта выделяют не только тромбоз, эмболизацию, но и нестабильную гемодинамику, которая может привести как к ишемическому, так и геморрагическому ОНМК [1; 27; 28]. Анализируя возможные причины неконтролируемой послеоперационной гипертензии, ряд авторов связали и доказали ее патогенез с повреждением каротидного гломуса [29]. Это привело к созданию гломус-сберегающих техник КЭЭ. Так, К.А. Анцупов с соавт. разработали сложную S-образную артериосекцию, позволяющую привычно отсечь ВСА и выполнить уже известный ход операции [29]. Однако эта методика не обеспечивала полной визуализации просвета ОСА и НСА и не позволяла выполнить эндартерэктомию. В 2017 г. Р.А. Виноградов с соавт. предложили более совершенную методику эверсионной КЭЭ с выполнением нестандартного S-образного разреза с полным отсечением ОСА (Виноградов Р.А., Матусевич В.В. Способ лечения хронической сосудисто-мозговой недостаточности: пат. RU 2635471 С Рос. Федерация № 2016137627, заявл. 20.09.2016; опубл. 13.11.2017). Данный подход позволял сохранить каротидный гломус с выполнением тотальной эверсионной эндартерэкто-

мии из всех артерий сонной бифуркации. Однако недостатком перечисленных гломус-сберегающих техник является значительное усложнение операции при протяженной атеросклеротической бляшке во ВСА, которая распространяется до основания черепа и не заканчивается. Такая ситуация может вызвать необходимость в аутоотрансплантации ВСА. Однако изначальный технический подход в виде специфической S-образной артериотомии усложняет возможность трансформации операции и чаще всего заканчивается протезированием ВСА ввиду формирования неудовлетворительной геометрии зоны реконструкции. В этой ситуации А.Н. Казанцев разработал новый вид гломус-сберегающей КЭЭ, при котором отсечение ВСА происходит с захватом ОСА и НСА, в результате чего КГ не травмируется [18]. При условии наличия протяженной атеросклеротической бляшки такую операцию можно легко трансформировать в аутоотрансплантацию ВСА по Е.В. Россейкину, что поможет избежать необходимость в протезировании [18].

Каротидная эндартерэктомия в остром периоде ишемического инсульта

Несмотря на то что в действующих рекомендациях указано, что можно выполнить КЭЭ в течение 2 нед. после последнего ОНМК при малом инсульте и через 6–8 нед. после полного инсульта, споры об эффективности и безопасности хирургического вмешательства в остром периоде ОНМК не утихают [30–32]. Как правило, польза реваскуляризации головного мозга после ишемического инсульта зависит от баланса между долгосрочным риском сосудистых осложнений при консервативной терапии и периоперационным риском неблагоприятных кардиоваскулярных событий [33–35]. Метаанализ двух исследований показал, что преимущества КЭЭ наиболее выражены для пациентов, оперированных в течение 2 нед. после ОНМК [36; 37]. При этом экстренная КЭЭ в остром периоде заболевания сочетается с высоким операционным риском. Однако, по мнению ряда авторов, для стабильных пациентов с малым инсультом или транзиторной ишемической атакой операция может быть эффективна в остром и начальном сроках острого периода ОНМК, поэтому ранняя КЭЭ считается оправданной [30–32]. Исследования о реваскуляризации головного мозга в экстренном

порядке демонстрируют многообещающие результаты КЭЭ. При этом нужно отметить, что работ, посвященных выполнению гломус-сберегающих КЭЭ в острейшем периоде ОНМК, нет [1]. При повреждении каротидного гломуса формируется неконтролируемая гипертензия, которая может спровоцировать как геморрагическую трансформацию ишемического очага в головном мозге, так и прочие кардиоваскулярные события [29; 35]. В этих условиях можно предположить, что гломус-сберегающая КЭЭ в острейшем периоде ОНМК характеризуется меньшим риском послеоперационных осложнений ввиду устойчивости нормальных показателей артериального давления [18].

Рестеноз внутренней сонной артерии: причины и способы коррекции

Как упоминалось, современные отечественные рекомендации сформировали допустимые нормативы развития неблагоприятных кардиоваскулярных событий для каротидной эндартерэктомии [1]. Однако такой исход, как рестеноз, в этом списке отсутствует, что обусловлено редкой частотой и, следовательно, не позволяет провести достаточное количество рандомизированных исследований [1; 19; 38–40]. Предметом споров является вид КЭЭ, при котором потеря просвета сосуда в отдаленном периоде наблюдения наступает чаще [38–42]. А.В. Покровский с соавт. продемонстрировали, что после эверсионной КЭЭ гемодинамически значимый рестеноз может достигать 5 % [38]. А.М. Чернявский с соавт. не выявили различий в частоте потери просвета сосуда в отдаленном периоде в зависимости от вида каротидной эндартерэктомии [39]. Л.А. Боке-рия с соавт. продемонстрировали, что рестеноз после классической КЭЭ развивается в 11,7 % случаев, а после эверсионной — в 15 % [40]. Р.А. Кужугет с соавт. установили, что в группе КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой статистически чаще развивается рестеноз относительно эверсионной методики [ОШ 0,23; 95% ДИ 0,07–0,70; $p = 0,009$] [41]. В метаанализе А.В. Гавриленко с соавт. проанализировали 2 139 статей и выявили, что рестеноз чаще был визуализирован после классической КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой [ОШ 0,604; 95% ДИ 0,422–0,864; $p = 0,006$] [42]. Этой позиции придерживается подавляющее большинство практикующих хирургов и считает, что имплантированная заплата нарушает гемодинамические свойства каротидной бифуркации и создает усло-

вия для развития турбулентного кровотока и дальнейшей цепочки патологических явлений [41–44].

Рестеноз развивается в первые 6–12 мес. после первичной КЭЭ и обычно связан с неоинтимальной гиперплазией [44]. Поражения через 24–36 мес. являются рецидивами атеросклеротического процесса [43; 44]. Причину развития рестеноза в переходный период между 12 и 24 мес. можно установить только интраоперационно, во время повторного вмешательства. Однако наиболее частой причиной формирования рестеноза является неоинтимальная гиперплазия [40–44], при этом предпосылки можно установить только во время повторной КЭЭ и после гистологического изучения образцов [43]. Причиной ранней потери просвета сосудов являются технические особенности первичной КЭЭ, к примеру, зауживание артерии в результате наложения дополнительных сосудистых швов, распространение атеросклеротической бляшки выше подъязычного нерва [11; 43]. Работа в этой зоне считается технически сложной ввиду ограниченной визуализации нужного участка артерии. Как правило, по данным ангиографии эту особенность определить невозможно, и пациент с бифуркацией на уровне 3–4-го шейного позвонка и ниже может иметь атеросклеротическую бляшку (без возможности подшить ее) во ВСА с отслойкой выше подъязычного нерва, что послужит причиной рестеноза в течение полугода после каротидной эндартерэктомии [1; 11; 43].

По мнению А.С. Бахметьева с соавт., рестеноз ВСА может быть связан с гендерными особенностями [45]. Выявлено, что данное осложнение встречается в 36 % случаях среди мужчин и в 62 % среди женщин. Авторы не обнаружили зависимость частоты потери просвета сосуда от вида КЭЭ. К аналогичному выводу пришли А.П. Ельчанинов с соавт.: рестеноз обусловлен в первую очередь развитием антифосфолипидного синдрома, а в 25 % случаев являлся следствием васкулита, но не вида КЭЭ [46]. С.К. Евтушенко с соавт. связали риск рестеноза с гипергомоцистеинемией [47]. Согласно исследованию А.А. Слепцова с соавт., развитие потери просвета сосуда основано на соматическом мозаицизме и структурной вариабельности некоторых генов [48]. Генетический механизм подтвердили и N.A. Nazarenko с соавт., связывавшие осложненное течение заболевания с вариабельностью генов *MIR21* и *CARMN* [49]. Несмотря на фундаментальный вклад данных исследований в представление патогенеза ресте-

ноза, среди практикующих врачей признана гемодинамическая теория прогрессирования заболевания [11]. На основе методов компьютерного моделирования некоторые авторы продемонстрировали, что эверсионная КЭЭ незначительно усугубляет гемодинамические характеристики потока крови относительно классической КЭЭ [19]. При этом заплатка может вызывать реакцию организма на инородный материал с последующей грубой деформацией зоны реконструкции [19].

Независимо от вида КЭЭ, операцией выбора коррекции рестеноза является каротидная ангиопластика со стентированием [50; 51]. Данный метод позволяет безопасно восстановить нормальную гемодинамику в необходимой области, избегая повреждения блуждающего и подъязычного нервов [14; 50–52]. Но интервенционные способы не всегда могут быть использованы [1; 14; 50–52]. Ввиду анатомических особенностей (нестабильная атеросклеротическая бляшка, протяженное поражение, извитость артерии) эндоваскулярная процедура может сочетаться с высоким риском периоперационных осложнений [1]. В этих условиях на первый план выходят более традиционные методы реконструкции — повторная КЭЭ и протезирование ВСА [1; 53]. Однако нет результатов рандомизированных контролируемых исследований, в которых сравнили различные способы коррекции рестеноза после КЭЭ. В крупных рандомизированных контролируемых исследованиях NASCET и ACAS исключались больные с рецидивом стенотического поражения во ВСА [1; 14; 52], поэтому мнение о преимуществе того или иного способа реваскуляризации головного мозга основано на опыте отдельных учреждений и носит локальный характер. При этом наиболее частым осложнением данных операций является повреждение подъязычного нерва [1; 45; 50; 53]. Это обусловлено тем, что ВСА и прилегающие к ней образования покрыты рубцовой тканью, не позволяющей с нужной безопасностью выделить дистальный участок артерии, над которым располагается подъязычный нерв. При этом часто необходимо наложить зажим на ВСА в области данного нерва ввиду протяженного распространения неоинтимы или атеросклеротической бляшки. Таким образом, отделение ВСА от подъязычного нерва сопровождается его травматизацией с не всегда обратимым неврологическим дефицитом, что в значительной степени снижает качество жизни пациента [1; 45; 50; 53]. Однако научное сообщество не предлагает

меры, позволяющие исключить вынужденную травму подъязычного нерва во время повторного открытого вмешательства на сонных артериях [1].

Как отмечалось, существуют две наиболее распространенные методики вмешательства: классическая КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой и эверсионная каротидная эндартерэктомия [1; 10; 38]. Тем не менее в исследованиях, в которых сравнили оба типа операции у разных больных, не учитывали биохимические, воспалительные, генетические характеристики пациентов, которые могут являться триггерами каскада патологических изменений в каротидной бифуркации [54; 55]. Таким образом, в двух выборках больных, у которых применяли различные методики КЭЭ, нельзя установить преимущество одной техники над другой, основываясь лишь на хирургическом аспекте вмешательства [56; 57]. Больной с генетической предрасположенностью и идеально выполненным ходом операции может получить рестеноз, который будет ошибочно расценен как исход каротидной эндартерэктомии [48; 49], при этом причина скрыта в предпосылках процесса [54–57]. Простым выходом может быть проведение исследования, в котором следует сравнить две методики операции у одного больного с двусторонними стенозами внутренних сонных артерий. Если у пациента имеются индивидуальные факторы риска (биохимические, воспалительные, генетические), провоцирующие рестеноз, то это состояние возникнет в обоих внутренних сонных артериях [48; 54–56; 58]. Если подобных предикторов нет, то ранняя или поздняя потеря просвета сосуда только с одной стороны будет свидетельствовать о недостатках выбранной техники каротидной эндартерэктомии [48; 54–57].

Заключение

Несмотря на совершенствование различных техник КЭЭ, основное внимание уделяется прецизионным методам операции без использования заплат, которые позволяют с высокой эффективностью и безопасностью удалить атеросклеротическую бляшку из всех артерий каротидной бифуркации. Высокую популярность приобретают гломус-сохраняющие методы КЭЭ, позволяющие выполнить основной этап вмешательства без травматизации каротидного гломуса, тем самым стабилизировать показатели гемодинамики в послеоперационном периоде. Основной нерешенной проблемой данной хирургии остается рестеноз. Необходимо проводить дополнительные исследова-

ния, которые бы позволили установить допустимые нормативы рестеноза, и отразить их в национальных рекомендациях.

Список литературы / References

1. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий. Москва; 2013. с. 4-68. Режим доступа: http://www.angiolsurgery.org/recommendations/2013/recommendations_brachiocephalic.pdf [National guidelines for the management of patients with brachiocephalic artery disease. Moscow; 2013. pp. 4-68. (In Russ.) Available from: http://www.angiolsurgery.org/recommendations/2013/recommendations_brachiocephalic.pdf]
2. Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Бурков Н.Н., Шаббаев А.Р., Лидер Р.Ю., Миронов А.В. Каротидная эндартерэктомия: трехлетние результаты наблюдения в рамках одноцентрового регистра. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018;24(3):101-108. [Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Burkov N.N., Shabaev A.R., Lider R.Yu., Mironov A.V. Carotid endarterectomy: three-year results of follow up within the framework of a single-centre register. *Angiology and Vascular Surgery*. 2018;24(3):101-108. (In Russ.)]
3. Хубулава Г.Г., Ерофеев А.А., Козлов К.Л., Юрченко Д.Л., Китаев К.В. Каротидная эндартерэктомия у пациентов старшей возрастной группы. *Медицинский академический журнал*. 2006;6(3):120-126. [Khubulava G.G., Erofeev A.A., Kozlov K.L., Yurchenko D.L., Kitachev K.V. Carotid endarterectomy in elderly patients. *Meditinskiy Akademicheskij Zhurnal = Medical Academic Journal*. 2006;6(3):120-126. (In Russ.)]
4. Carrea R., Molins M., Murphy G. Surgery of spontaneous thrombosis of the internal carotid in the neck; carotido-carotid anastomosis; case report and analysis of the literature on surgical cases. *Medicina (B Aires)*. 1955;15(1):20-9. PMID: 14382906.
5. DeBaake M.E. Successful carotid endarterectomy for cerebrovascular insufficiency. Nineteen-year follow-up. *JAMA*. 1975;233(10):1083-1085. PMID: 1174155.
6. Eastcott H.H., Pickering G.W., Rob C.G. Reconstruction of internal carotid artery in a patient with intermittent attacks of hemiplegia. *Lancet*. 1954;267(6846):994-996. PMID: 13213095. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(54\)90544-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(54)90544-9)
7. Marsman M.S., Wetterslev J., Vriens P.W.H.E., Bley R.L.A.W., Jahrome A.Kh., Moll F.L., Keus F., Koning G.G. Eversion technique versus conventional endarterectomy with patch angioplasty in carotid surgery: protocol for a systematic review with meta-analyses and trial sequential analysis of randomised clinical trials. *BMJ Open*. 2020;10(4):e030503. PMID: 32312723, PMCID: PMC7245381. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-030503>
8. Chait J., Nicoara M., Kibrik P., Ostrozhynskyy Y., Marks N., Rajae S., Hingorani A., Ascher E. Early hemodynamic characteristics of eversion and patch carotid endarterectomies. *J Ultrasound*. 2019;22(4):433-436. PMID: 31069757, PMCID: PMC6838266. <https://doi.org/10.1007/s40477-019-00384-3>
9. Chen G.Z., Wu Y.Z., Diao P.Y., Ma L., Yan S., Chen X.Y., Liu W.C., Zheng H.Y., Liu B., Li J.Y. Comparison of Eversion Carotid Endarterectomy and Patch Carotid Endarterectomy: A Retrospective Study of 6 Years of Experience. *Med Sci Monit*. 2018;24:5820-5825. PMID: 30127336, PMCID: PMC6113923. <https://doi.org/10.12659/MSM.907762>
10. Paraskevas K.I., Robertson V., Saratzis A.N., Naylor A.R. Editor's Choice - An Updated Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes Following Eversion vs. Conventional Carotid Endarterectomy in Randomised Controlled Trials and Observational Studies. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2018;55(4):465-473. PMID: 29426593. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.12.025>
11. Schneider J.R., Helenowski B., Jackson C.R., Verta M.J., Zamork K.C., Patel N.H., Kim S., Hoel A.W., Society for Vascular Surgery Vascular Quality Initiative and the Mid-America Vascular Study Group. A comparison of results with eversion versus conventional carotid endarterectomy from the Vascular Quality Initiative and the Mid-America Vascular Study Group. *J Vasc Surg*. 2015;61(5):1216-1222. PMID: 25925539, PMCID: PMC4930669. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.01.049>
12. Kieny R., Mantz F., Kurtz T. et al. Les restenoses carotidiennes après endarteriectomie. In: Kieffer E., Bousser M.G., editors. Indications et résultats de la chirurgie carotidienne. Paris: AERC; 1988. pp. 77-100.
13. Raithel D. New techniques in the surgical management of carotid-artery lesions. *Surgical Rounds*. 1990;13:53-60.
14. Яриков А.В., Сергеев В.Л., Мухин А.С., Клецкин А.Э., Волошин В.Н. Оценка отдаленных результатов нового способа эверсионной каротидной эндартерэктомии. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(6):42. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22939> [Yarikov A.V., Sergeev V.L., Mukhin A.S., Kleckin A.E., Voloshin V.N. Evaluation of remote results of a new method of eversion carotid endarterectomy. *Modern Problems of Science and Education. Surgery*. 2015;(6):42. (In Russ.) Available from: <https://science-education.ru/en/article/view?id=22939>]
15. Chevalier J.M., Gayral M., Duchemin J.F., Beck F., Streichenberger T., Reignier B., Enon B. Reverse endarterectomy of the internal carotid. *J Mal Vasc*. 1994;19 Suppl A:18-23. PMID: 8158082
16. Спиридонов А.А., Пирцхалаишвили З.К. Сравнительная оценка результатов каротидной эндартерэктомии в зависимости от методов пластики. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2006;7(4):68-73. [Spiridonov A.A., Pirtskhalaishvili Z.K. Comparative evaluation of the results of carotid endarterectomy depending on the methods of plasty. *The Bulletin of Bakoulev Center Cardiovascular Diseases = Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistyye zabolevaniya*. 2006;7(4):68-73. (In Russ.)]
17. Покровский А.В., Головюк А.Л. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2018 году. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019;25(52):1-40. [Pokrovskiy A.V., Golovyuk A.L. The state of vascular surgery in the Russian Federation in 2018. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019;25(52):1-40. (In Russ.)]
18. Казанцев А.Н., Черных К.П., Лидер Р.Ю., Заркуа Н.Э., Кубачев К.Г., Багдавадзе Г.Ш., Калинин Е.Ю., Зайцева Т.Е., Чикина А.Е., Линец Ю.П. Гломус-сберегающая каротидная эндартерэктомия по А.Н. Казанцеву. Госпитальные и среднеотдаленные результаты. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(3):70-79. [Kazantsev A. N., Chernykh K. P., Leader R. Yu., Zarkua N. E., Kubachev K. G., Bagdavadze G. Sh., Kalinin E. Yu., Zaitseva T. E., Chikin AE, Linets Yu. P. Glomus-saving carotid endarterectomy by A.N. Kazantsev. Hospital and medium-remote results. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(3):70-79. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.21688/1681->

- 3472-2020-3-70-79
19. Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Борисов В.Г., Захаров Ю.Н., Сергеева Т.Ю., Шабает А.Р., Лидер Р.Ю., Солобуев А.И., Рубан Е.В., Бухтоярова В.И. Компьютерное моделирование гемодинамических показателей в бифуркации сонных артерий после каротидной эндактерэктомии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019;25(3):107-112. [Kazantsev A.N., Burkov N.N., Borisov V.G., Zakharov Yu.N., Sergeeva T.Yu., Shabaev A.R., Lider R.Yu., Solobuev A.I., Ruban E.V., Bukhtoyarova V.I. Computer-assisted simulation of haemodynamic parameters of carotid artery bifurcation after carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019;25(3):107-112. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33529/ANGIO2019311>
 20. Dakour-Arudi H., Ou M., Locham S., AbuRahma A., Schneider J.R., Malas M. Outcomes following Eversion versus Conventional Endarterectomy in the Vascular Quality Initiative Database. *Ann Vasc Surg*. 2020;65:1-9. PMID: 31626932. <https://doi.org/10.1016/j.jvasg.2019.07.021>
 21. Покровский А.В., Зотиков А.Е., Адыхаев З.А., Тимина И.Е., Кожанова А.В., Краснощекова Л.С., Сынков В.Д., Стариков В.О., Старцев П.А., Пивоварова Е.М., Цейтлин Т.В. Формирование «новой бифуркации» у больных с пролонгированным атеросклеротическим поражением ВСА. *Атеротромбоз*. 2018;2:141-146. [Pokrovsky A.V., Zotikov A.E., Adyrkhaev Z.A., Timina I.E., Kozhanova A.V., Krasnoschekova L.S., Syнков V.D., Starikov V.O., Startsev P.A., Pivovarova E.M., Tseitlin T.V. Formation of a "newbifurcation" in patients with atherosclerotic plaque progression in internal carotid arteries. *Atherothrombosis = Aterotromboz*. 2018;2:141-146. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21518/2307-1109-2018-2-141-146>
 22. Игнатенко П.В., Гостев А.А., Саая Ш.Б., Рабцун А.А., Чебан А.В., Стародубцев В.Б., Карпенко А.А. Аутоартериальное ремоделирование бифуркации общей сонной артерии в лечении стенотических поражений. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(1):82-88. [Igatenko P.V., Gostev A.A., Saaya Sh.B., Rabtsun A.A., Cheban A.V., Starodubtsev V.B., Karpenko A.A. Autoarterial remodeling of the common carotid artery bifurcation in treatment of stenotic lesions. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020;26(1):82-88. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33529/ANGIO2020117>
 23. Россейкин Е.В., Воеводин А.Б., Базылев В.В. Аутоотрансплантация внутренней сонной артерии: новый взгляд на технику эверсионной каротидной эндактерэктомии. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2015;16(56):98. [Rosseykin E.V., Voevodin A.B., Bazylev V.V. Autotransplantation of the internal carotid artery: a new look at the technique of eversion carotid endarterectomy. *The Bulletin of Bakoulev Center Cardiovascular Diseases = Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistyye zabolevaniya*. 2015;16(56):98. (In Russ.)]
 24. Казанцев А.Н., Черных К.П., Шабает А.Р., Волков А.Н., Лидер Р.Ю., Баяндин М.С., Гусельникова Ю.И., Яхнис Е.Я. Тридцатидневные результаты каротидной эндактерэктомии с применением заплат из ксеноперикарда по сравнению с консервативной тактикой лечения. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020;62(1):51-56. [Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Shabaev A.R., Volkov A.N., Lider R.Yu., Bayandina M.S., Guseynikova Yu.I., Yakhnis E.Ya. Thirty day results of carotid endarterectomy using a xenopericard patch compared to conservative treatment tactics. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery = Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2020;62(1):51-56. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2020-62-1-51-56>
 25. Han Y., Zhang J., Wu X., Jiang H., Gang Q., Shen S., Xin S., Duan Z. A comparative study on medium-long term results of conventional and eversion endarterectomy in management of carotid artery stenosis: a meta-analysis. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2014;94(7):510-516. PMID: 24767293.
 26. Antonopoulos C.N., Kakisis J.D., Sergentanis T.N., Liapis C.D. Eversion versus conventional carotid endarterectomy: a meta-analysis of randomised and non-randomised studies. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011;42(6):751-765. PMID: 21903425. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2011.08.012>
 27. Naylor A.R., Ricco J.B., de Borst G.J., Debus S., de Haro J., Halliday A., Hamilton G., Kakisis J., Kakkos S., Lepidi S., Markus H.S., McCabe D.J., Roy J., Sillesen H., van den Berg J.C., Vermassen F., ESVS Guidelines Committee, Kolh P., Chakfe N., Hinchliffe R.J., Koncar I., Lindholt J.S., Vega de Ceniga M., Verzini F., ESVS Guideline Reviewers, Archie J., Bellmunt S., Chaudhuri A., Koelemay M., Lindahl A.K., Padberg F., Venermo M. Editor's Choice - Management of atherosclerotic carotid and vertebral artery disease: 2017 clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2018;55(1):3-81. PMID: 28851594. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.06.021>
 28. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., Адыхаев З.А., Шатохина А.Д., Вафина Г.Р., Кутырев О.Е. Влияет ли способ каротидной реконструкции на непосредственные результаты вмешательства? *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012;18(3):81-91. [Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F., Adyrkhaev Z.A., Shatokhina A.D., Vafina G.R., Kutyrev O.E. Does the method of carotid reconstruction influence the outcomes of the intervention? *Angiology and Vascular Surgery*. 2012;18(3):81-91. (In Russ.)]
 29. Анцупов К.А., Лаврентьев А.В., Виноградов О.А., Дадашов С.А., Марыннич А.А. Особенности техники гломус-сберегающей эверсионной каротидной эндактерэктомии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2011;17(2):119-123. [Antsupov K.A., Lavrentiev A.V., Vinogradov O.A., Dadashov S.A., Marynich A.A. Peculiarities of glomus-sparing eversion carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2011;17(2):119-123. (In Russ.)]
 30. Стафеева И.В., Дуданов И.П., Вознюк И.А., Ордынец С.В., Ахметов В.В. Нейрофизиологическая оценка эффективности ранней каротидной эндактерэктомии при атеротромботическом инсульте. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2019;178(6):10-17. [Stafeeva I.V., Dudanov I.P., Voznjouk I.A., Ordinec S.V., Ahmetov V.V. Neurophysiological evaluation of the effectiveness of early carotid endarterectomy in atherothrombotic stroke. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019;178(6):10-17. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2019-178-6-10-17>
 31. Гринёв К.М., Вахитов К.М., Владимиров П.А., Черняков И.С., Карлов К.А., Винокуров А.Ю., Важенин С.О., Заславский Л.Г., Жуковская Н.В., Сыроватский А.А. Хирургия каротидного бассейна: 25-летний опыт в ленинградской области. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2018;177(6):59-62. [Grinev K.M., Vakhitov K.M., Vladimirov P.A., Cherniakov I.S., Karlov K.A., Vinokurov A.I., Vazhenin S.O., Zaslavskii L.G., Zukoyskaia N.V., Syrovatskii A.A. Carotid artery surgery: 25 years of experience in the Leningrad region. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2018;177(6):59-62. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-6-59-62>
 32. Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Молдавская И.В., Бурков Н.Н., Миронов А.В., Лазукина И.А., Ануфриев А.И., Леготин А.П., Волков А.Н., Барбараш Л.С. Госпитальные результаты каро-

- тидной эндалтерэктомии в остром периоде ишемического инсульта: данные одноцентрового регистра. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2018;11(5):60-65. [Tarasov R.S., Kazantsev A.N., Moldavskaya I.V., Burkov N.N., Mironov A.V., Lazukinal A., Anufriev A.I., Legotin A.P., Volkov A.N., Barbarash L.S. In-hospital outcomes of carotid endarterectomy in acute period of ischemic stroke: single-center register data. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery = Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2018;11(5):60-65. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/kardio20181105160>
33. Meschia J.F., Hopkins L.N., Altafullah I., Wechsler L.R., Stotts G., Gonzales N.R., Voeks J.H., Howard G., Brott T.G. Time from symptoms to carotid endarterectomy or stenting and perioperative risk. *Stroke*. 2015;46(12):3540-3542. PMID: 26493675, PMCID: PMC4765730. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.011123>
 34. Rantner B., Kollerits B., Roubin G.S., Ringleb P.A., Jansen O., Howard G., Hendrikse J., Halliday A., Gregson J., Eckstein H.-H., Calvet D., Bulbulia R., Bonati L.H., Becquemin J.-P., Algra A., Brown M.M., Mas J.-L., Brott T.G., Fraedrich G., Carotid Stenosis Trialists' Collaboration. Early endarterectomy carries a lower procedural risk than early stenting in patients with symptomatic stenosis of the internal carotid artery: results from 4 randomized controlled trials. *Stroke*. 2017;48(6):1580-1587. PMID: 28455318. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.016233>
 35. Виноградов Р.А., Матусевич В.В. Применение гломус-сберегающих техник в хирургии сонных артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018;24(2):201-205. [Vinogradov R.A., Matusевич V.V. Use of glomus-sparing techniques in surgery of carotid arteries. *Angiology and Vascular Surgery*. 2018;24(2):201-205. (In Russ.)]
 36. Volkers E.J., Algra A., Kappelle L.J., Jansen O., Howard G., Hendrikse J., Halliday A., Gregson J., Fraedrich G., Eckstein H.-H., Calvet D., Bulbulia R., Brown M.M., Becquemin J.P., Ringleb P.A., Mas J.-L., Bonati L.H., Brott T.G., Greving J.P., Carotid Stenosis Trialists' Collaboration. Prediction models for clinical outcome after a carotid revascularization procedure. *Stroke*. 2018;49(8):1880-1885. PMID: 30012816, PMCID: PMC6092096. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.020486>
 37. Гавриленко А.В., Куклин А.В., Хрипков А.С. Ранняя каротидная эндалтерэктомия у пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019;25(2):186-192. [Gavrilenko A.V., Kuklin A.V., Khripkov A.S. Early carotid endarterectomy in patients after endured acute cerebral circulation impairment. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019;25(2):186-192. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33529/ANGIO2019203>
 38. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., Талыблы О.Л. Анализ результатов эверсионной каротидной эндалтерэктомии в отдаленном периоде. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014;20(4):100-108. [Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F., Talybly O.L. Analysis of remote results of eversion carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2014;20(4):100-108. (In Russ.)]
 39. Чернявский А.М., Стародубцев В.Б., Виноградова Т.Е., Столяров М.С., Альсов С.А., Марченко А.В., Бахарева А.В., Синцова О.А. Отдаленные результаты классической и эверсионной каротидной эндалтерэктомии у пациентов с хронической ишемией головного мозга. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2008;2:23-26. [Chernyavsky A.M., Starodubtsev V.B., Vinogradova T.E., Stolyarov M.S., Alsov S.A., Marchenko A.V., Bakharev A.V., Sintsova O.A. Long-term results of classical and eversion carotid endarterectomy in patients with chronic cerebral ischemia. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery = Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2008;2:23-26. (In Russ.)]
 40. Бокерия Л.А., Бахметьев А.С., Коваленко В.И., Темрезов М.Б., Шумилина М.В., Чехонацкая М.Л. Выбор метода каротидной эндалтерэктомии при атеросклеротическом поражении внутренней сонной артерии. *Анналы хирургии*. 2017;22(5):265-271. [Bockeria L.A., Bakhmet'ev A.S., Kovalenko V.I., Temrezov M.B., Shumilina M.V., Chekhonatskaya M.L. The choice of carotid endarterectomy method in atherosclerotic disease of internal carotid artery. *Russian Journal of Surgery = Annaly Khirurgii*. 2017;22(5):265-271. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18821/1560-9502-2017-22-5-265-271>
 41. Кужугет Р.А., Карпенко А.А., Каменская О.В., Игнатенко П.В., Стародубцев В.Б., Постнов В.Г. Пути улучшения ближайших и отдаленных результатов каротидной эндалтерэктомии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2016;22(1):111-117. [Kuzhuget R.A., Karpenko A.A., Kamenskaya O.V., Ignatenko P.V., Starodubtsev V.B., Postnov V.G. Ways to improve immediate and remote results of carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2016;22(1):111-117. (In Russ.)]
 42. Гавриленко А.В., Куклин А.В., Аль-Юсеф Н.Н., Ван Сяочэнь, Булатова Л.Р., Ли Жуй. Метаанализ результатов эверсионной каротидной эндалтерэктомии и эндалтерэктомии с пластикой заплаты. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(1):176-183. [Gavrilenko A.V., Kuklin A.V., Al-Yousef N.N., Xiaochen W., Bulatova L.R., Li Rui. Meta-analysis of the results of eversion carotid endarterectomy and endarterectomy with patch plasty. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020;26(1):176-183. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33529/ANGIO2020121>
 43. Казанцев А.Н., Богомолова А.В., Бурков Н.Н., Баяндин М.С., Грищенко Е.В., Гусельникова Ю.И., Лидер Р.Ю., Миронов А.В. Морфология рестеноза после классической каротидной эндалтерэктомии с применением заплаты из диэпоксиобработанного ксеноперикарда. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020;13(1):68-71. [Kazantsev A.N., Bogomolova A.V., Burkov N.N., Bayandin M.S., Grishchenko E.V., Guselnikova Yu.I., Lider R.Yu., Mironov A.V. Morphological features of restenosis after carotid endarterectomy with diepoxide-treated xenopericardial patch angioplasty. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery = Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2020;13(1):68-71. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/kardio20201301168>
 44. Kumar R., Batchelder A., Saratzis A., AbuRahma A.F., Ringleb P., Lal B.K., Mas J.L., Steinbauer M., Naylor A.R. Restenosis after Carotid Interventions and Its Relationship with Recurrent Ipsilateral Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2017;53(6):766-775. PMID: 28363431. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.02.016>
 45. Бахметьев А.С., Чехонацкая М.Л., Семенова О.Н., Курсаченко А.С. Женский пол как фактор риска рестеноза после каротидной эндалтерэктомии. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017;6(54):10-11. [Bakhmet'ev A.S., Chekhonatskaya M.L., Semenova O.N., Kursachenko A.S. Female gender as a risk factor for restenosis after carotid endarterectomy. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2017;6(54):10-11. (In Russ.)]
 46. Ельчанинов А.П., Амосова Н.В., Журавлёв П.В., Лапшова Ж.Н. Антифосфолипидная активность гемостаза - фак-

- тор риска рестеноза после каротидной эндартерэктомии и ишемического инсульта при антифосфолипидном синдроме. *Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения*. 2016; 27(5):49-54. [Elchaninov A.P., Amosova N.V., Zhuravlev P.V., Lapshova J.N. Antiphospholipid activity of hemostasis as a risk factor for restenosis after carotid endarterectomy and ischemic stroke in antiphospholipid syndrome. *Modern Science: actual problems of theory and practice*. 2016; 27(5):49-54. (In Russ.)]
47. Евтушенко С.К., Дюба Д.Ш., Симонян В.А., Евтушенко И.С., Родин Ю.В. Коррекция гипергомоцистеинемии и основных показателей свертывающей системы крови с целью профилактики повторных нарушений мозгового кровообращения до и после каротидной эндартерэктомии. *Международный неврологический журнал*. 2011;2(40):23-26. [Yevtushenko S.K., Dyuba D.Sh., Simonyan V.A., Yevtushenko I.S., Rodin Yu.V. Correction of hyperhomocysteinemia and basic indicators of blood coagulation to prevent recurrent strokes before and after carotid endarterectomy. *International Neurological Journal*. 2011;2(40):23-26. (In Russ.)]
48. Слепцов А.А., Назаренко М.С., Зайцева А.В., Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Барбараш О.Л., Пузырев В.П. Соматический мозаицизм и структурная вариабельность гена *GBP3* при атеросклерозе. *Атеросклероз*. 2019;15(4):46-51. [Sleptsov A.A., Nazarenko M.S., Zaitseva A.V., Kazantsev A.N., Burkov N.N., Barbarash O.L., Puzyrev V.P. Somatic mosaicism and structural variability of *gbp3* gene in atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2019;15(4):46-51. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15372/ATER20190404>
49. Nazarenko M.S., Sleptsov A.A., Lebedev I.N., Skryabin N.A., Markov A.V., Golubenko M.V., Koroleva I.A., Kazancev A.N., Barbarash O.L., Puzyrev V.P. Genomic structural variations for cardiovascular and metabolic comorbidity. *Sci Rep*. 2017;7:41268. PMID: 28120895, PMCID: PMC5264603. <https://doi.org/10.1038/srep41268>
50. Сидоров А.А., Тимина И.Е. Отдаленные результаты стентирования внутренних сонных артерий у пациентов с рестенозами после каротидной эндартерэктомии. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2017;(48-49):80. [Sidorov A.A., Timina I.E. Long-term results of stenting of the internal carotid arteries in patients with restenosis after carotid endarterectomy. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2017;(48-49):80. (In Russ.)]
51. Климов А.Б., Коков Л.С., Рябухин В.Е., Матвеев П.Д. Каротидное стентирование у пациентов с атеросклерозом внутренней сонной артерии и рестенозами после эндартерэктомии. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2017;48-49:50-51. [Klimov A.B., Kokov L.S., Ryabukhin V.E., Matveev P.D. Carotid stenting in patients with atherosclerosis of the internal carotid artery and restenoses after endarterectomy. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2017;48-49:50-51. (In Russ.)]
52. Texakalidis P., Giannopoulos S., Jonnalagadda A.K., Kokkinidis D.G., Machinis T., Reavey-Cantwell J., Armstrong E.J., Jabbour P. Carotid artery endarterectomy versus carotid artery stenting for restenosis after carotid artery endarterectomy: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg*. 2018;115:421-429.e1. PMID: 29673823. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.02.196>
53. Покровский А.В., Кунцевич Г.И., Белоярцев Д.Ф., Бурцева Е.А., Федоров Е.Е. Протезирование сонных артерий при рестенозе после каротидной эндартерэктомии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2007;13(4):115-125. [Pokrovsky A.V., Kuntsevich G.I., Beloyartsev D.F., Burtseva E.A., Fedorov E.E. Carotid artery grafting for restenosis after carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2007;13(4):115-125. (In Russ.)]
54. Алекаян Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г., Ревিশвили А.Ш. Мультидисциплинарный подход в определении частоты выявления ишемической болезни сердца и стратегии лечения у пациентов с патологией аорты и периферических артерий. *Российский кардиологический журнал*. 2019;24(8):8-16. [Alekyan B.G., Pokrovsky A.V., Karapetyan N.G., Revishvili A.Sh. A multidisciplinary approach in determining of prevalence of coronary artery disease and treatment strategies in patients with pathology of the aorta and peripheral arteries. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(8):8-16. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-8-8-16>
55. Бокерия Л.А., Сигаев И.Ю., Пирцхалаишвили З.К., Никонов С.Ф., Дарвиш Н.А., Терешина Ю.С. Отдаленные результаты хирургического лечения пациентов с мультифокальным атеросклерозом после реваскуляризации миокарда, в сочетании с каротидной эндартерэктомией. Прогноз и качество жизни. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2010;11(56):150. [Bokeria L.A., Sigaev I.Yu., Pirtskhalaishvili Z.K., Nikonov S.F., Darvish N.A., Tereshina Yu.S. Long-term results of surgical treatment of patients with multifocal atherosclerosis after myocardial revascularization, in combination with carotid endarterectomy. Forecast and quality of life. *The Bulletin of Bakoulev Center Cardiovascular Diseases = Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistyye zabolevaniya*. 2010;11(56):150. (In Russ.)]
56. Фролов А.В., Барбараш О.Л. Дислипидемия – важный фактор неблагоприятного течения мультифокального атеросклероза у пациентов мужского пола, подвергшихся каротидной эндартерэктомии. *Атеросклероз*. 2013;9(3-4):5-11. [Frolov A.V., Barbarash O.L. Dyslipidemia – important prognostic unfavorable course risk factor of multifocal atherosclerosis in man after carotid endarterectomy. *Atherosclerosis*. 2013;9(3-4):5-11. (In Russ.)]
57. Рагино Ю.И., Стрюкова Е.В., Мурашов И.С., Полонская Я.В., Волков А.М., Каштанова Е.В., Кургузов А.В., Чернявский А.М. Ассоциация факторов эндотелиальной дисфункции с наличием нестабильных атеросклеротических бляшек в коронарных артериях. *Российский кардиологический журнал*. 2019;24(5):26-29. [Ragino Yu.I., Stryukova E.V., Murashov I.S., Polonskaya Ya.V., Volkov A.M., Kashtanova E.V., Kurguzov A.V., Chernyavsky A.M. Association of endothelial dysfunction factors with the presence of unstable atherosclerotic plaques in the coronary arteries. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(5):26-29. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-5-26-29>
58. Белоярцев Д.Ф. Варианты реконструкций каротидной бифуркации при атеросклерозе: история вопроса и современное состояние проблемы. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2009;15(1):117-126. [Beloyartsev D.F. Alternative reconstructions of carotid bifurcation for atherosclerosis: the history and the latest advances. *Angiology and Vascular Surgery*. 2009;15(1):117-126. (In Russ.)]

Evolution of carotid endarterectomy: A literature review

Anton N. Kazantsev¹, **Gennady G. Khubulava**², **Viacheslav N. Kravchuk**^{2,3}, **Alexander A. Erofeev**⁴,
Konstantin P. Chernykh¹

¹ Alexander Hospital, Saint Petersburg, Russian Federation

² Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russian Federation

³ I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

⁴ City Multidisciplinary Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russian Federation

Corresponding author. Konstantin P. Chernykh, chernykh-konstantin@inbox.ru

This review investigates the various methods used for carotid endarterectomy (CEE). These methods are presented, and allow us to analyse effective revascularisation with extended damage to the internal carotid artery. The data of studies comparing the results of eversion and classical carotid endarterectomy with plasty of the reconstruction zone with a patch made of diepoxy-treated pericardium are presented. Special attention is paid to emergency carotid endarterectomy and carotid endarterectomy in the acute period of ischemic stroke. The important and main aspects of the glomus-saving species of CEE are also demonstrated. The main complications behind operations, and causes of restenosis in long-term follow-up periods are also duly noted. Similarly, suggestions to eliminate these issues are also proposed. This review comprehensively covers the state of the art of carotid endarterectomy and dissects current techniques and methods in the area.

Keywords: autotransplantation; carotid endarterectomy; classical carotid endarterectomy; eversion carotid endarterectomy; glomus-saving carotid endarterectomy; patch; prosthetics of the internal carotid artery; recarotid endarterectomy; redo

Received 16 July 2020. Revised 24 August 2020. Accepted 25 August 2020.

Conflict of interest: Authors declare no conflicts of interest.

Funding: The study did not have sponsorship.

Author contributions

Conception and study design: G.G. Khubulava

Drafting the article: A.N. Kazantsev

Critical revision of the article: A.A. Erofeev, V.N. Kravchuk, K.P. Chernykh

Final approval of the version to be published: G.G. Khubulava, A.N. Kazantsev, A.A. Erofeev, V.N. Kravchuk, K.P. Chernykh

ORCID ID

A.N. Kazantsev, <https://orcid.org/0000-0002-1115-609X>

G.G. Khubulava, <https://orcid.org/0000-0002-9242-9941>

V.N. Kravchuk, <https://orcid.org/0000-0002-6337-104X>

A.A. Erofeev, <https://orcid.org/0000-0003-3814-9831>

K.P. Chernykh, <https://orcid.org/0000-0002-5089-5549>

Copyright: © 2020 Kazantsev et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite: Kazantsev A.N., Khubulava G.G., Kravchuk V.N., Erofeev A.A., Chernykh K.P. Evolution of carotid endarterectomy: A literature review. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(4):22-32. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-4-22-32>