

КАРОТИДНАЯ ЭНДАРТЕРАКТОМИЯ: РАЗРАБОТКА, СТАНОВЛЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДА

Ахметзянов Р.В.*^{1,2}, Салахов Б.И.^{1,2}, Бредихин Р.А.^{1,2},
Ахметзянова Д.Р.³

DOI: 10.25881/20728255_2024_19_4_101

¹ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет», Казань

² ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Казань

³ Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», Казань

Резюме. Операция каротидной эндартерэктомии введена в клиническую практику лишь в середине прошлого столетия. Однако данное вмешательство завоевало весьма прочные позиции в арсенале сосудистых хирургов, которое проводится в каждом третьем случае среди всех операций, выполняемых на артериальных сосудах. Настоящий литературный обзор рассматривает историю развития методов каротидной эндартерэктомии, технические особенности и преимущество выполнения ее классического и эверсионного способов, актуальность и эффективность данного метода хирургического лечения. Особое внимание уделено анализу результатов, связанных с периоперационными и послеоперационными осложнениями.

Ключевые слова: каротидная эндартерэктомия, внутренняя сонная артерия, общая сонная артерия, каротидная бифуркация, инсульт.

Инсульт является второй по значимости причиной смертности и инвалидизации во всем мире [1]. Заболеваемость инсультом составляет 3,27 случая на 1.000 населения, смертность – 0,96 [2]. Ежегодно только в РФ выявляется около 500 тыс. случаев свершившихся ишемических инсультов [3]. Инвалидизация выживших пациентов составляет 3,2 на 1000 населения и является тяжёлым бременем для них самих, их семей и общества в целом. В этой связи инсульт остаётся одной из самых социально-значимых проблем [2; 4]. Согласно экспертным данным, ежегодный экономический ущерб от всех инсультов в РФ составляет свыше 424 млрд. руб. [5].

В структуре всех перенесенных инсультов около 85% являются ишемическими с соотношением к геморрагическим 5:1 [2]. Атеросклеротическое поражение сонных артерий служит первопричиной атеротромбоэмболического инсульта в 20–22% случаев [6].

Выявлено, что у пациентов с острым ишемическим инсультом, требующим неотложной госпитализации, 76% имели ангиографические признаки полной окклюзии ВСА и средней мозговой артерии. Большинство этих окклюзий предположительно были эмболическими и имели цереброваскулярное происхождение [7]. Нарушение целостности нестабильных атеросклеротических

CAROTID ENDARTERECTOMY: DEVELOPMENT, ESTABLISHMENT AND EVOLUTION OF THE METHOD

Akhmetzianov R.V.*^{1,2}, Salakhov B.I.^{1,2}, Bredikhin R.A.^{1,2}, Akhmetzianova D.R.³

¹ Kazan state medical university, Kazan

² Interregional clinical diagnostic center, Kazan

³ Kazan State Medical Academy, Kazan

Abstract. Carotid endarterectomy was introduced into clinical practice only in the middle of the last century. However, this intervention has gained a very strong position in the arsenal of vascular surgeons, which is performed in every third case among all operations performed on arterial vessels. This literature review examines the history of the development of carotid endarterectomy methods, technical features and advantages of performing its classical and eversion methods, the relevance and effectiveness of this method of surgical treatment. Particular attention is paid to the analysis of the results associated with perioperative and postoperative complications.

Keywords: carotid endarterectomy, internal carotid artery, common carotid artery, carotid bifurcation, stroke.

бляшек может приводить к тромбозам и эмболиям, которые способны инициировать инсульт [8].

Каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) является хирургическим вмешательством, которое широко применяется для предотвращения ишемических инсультов, вызванных атеросклеротическими изменениями каротидной бифуркации (КБ) и внутренней сонной артерии (ВСА) [9; 10]. Данная операция выполняется с целью удаления атеросклеротической бляшки из просвета сосуда, что превентивно предотвращает наличие осложнений, связанных с атеротромбозом, а также нормализует кровообращение в головном мозге. Несмотря на ее появление в середине XX века, за этот достаточно короткий период, она заняла весьма прочные позиции в арсенале сосудистых хирургов – практически каждая третья артериальная хирургическая операция выполняется на ВСА [11].

Во множественных метаанализах и систематических обзорах было доказано, что данное вмешательство в значительной степени способно снизить риск развития инсульта у определенных групп пациентов [12].

Первые успешные реконструкции сонных артерий были выполнены в середине прошлого века. В 1951 г. R. Carrea с соавт. провели иссечение стенозированного сегмента каротидной бифуркации с формированием

* e-mail: arustemv@mail.ru

анастомоза «конец в конец» между наружной сонной артерией (НСА) и ВСА с общей сонной артерией (ОСА) [13]. Впервые КЭАЭ в ее традиционном исполнении была выполнена в 1953 г. М. De Bakey, «отцом» современной сердечно-сосудистой хирургии путем продольного рассечения ОСА с переходом на ВСА над каротидной бляшкой. После удаления бляшки артериотомический доступ был ликвидирован прямым швом. Однако, публичное освещение данного вмешательства было выполнено им лишь в 1975 г., De Bakey с соавт. наряду с традиционной КЭАЭ описал и способ, послуживший аналогом эверсионного метода, который был выполнен из КБ путем одновременного выворачивания ВСА и НСА [14].

В 1954 г. Н. Eastcott с соавт. выполнили прямой анастомоз «конец в конец» между ОСА и ВСА с пережатием артерий на 28 мин. Во время процедуры температура тела пациента была снижена до 28° с помощью внешнего охлаждения [15]. В том же году F.R. Denman с соавт. провели резекцию окклюзированного сегмента ВСА и с восстановлением артериального кровотока с помощью гомотрансплантата [16]. В следующем году E.J. Doyle с соавт. использовали для реконструкции трансплантат подкожной вены [17].

Автором общеизвестного современного способа эверсионной КЭАЭ явился R. Kienu, который в 1985 г. отделил ВСА от ОСА, удалил бляшку путем выворачивания ВСА и реимплантировал последнюю в ОСА [18]. D. Raithel в 1990 г. предложил модификацию способа в виде отсечения ВСА не в устье, а с захватом части ОСА по типу капюшона [19].

Классическая КЭАЭ

В нашей стране при выполнении классической КЭАЭ с успехом применяется способ в модификации А.В. Покровского, при котором операционный доступ проводят позади мочки уха, начиная от нижнего края сосцевидного отростка и ведут по медиальному краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы до границы между средней и нижней третями шеи. Хорошим ориентиром или «ключом» для обнаружения ВСА является лицевая вена, которая пересекает рану и впадает во внутреннюю яремную вену. Лицевую вену пересекают и перевязывают с прошиванием [20].

Помимо традиционного оперативного подхода к каротидной бифуркации в настоящее время также применяют позадияремный доступ, продольный мини-доступ и косой поперечный мини-доступ, которые сопровождаются меньшей инвазивностью и послеоперационными осложнениями, а также более благоприятным косметическим результатом [21].

ОСА, НСА и верхнюю щитовидную артерию скелетируют и обводят держалками, в последнюю очередь выделяют ВСА в области ее дистального интактного сегмента. Для определения необходимости использования временного внутрипросветного шунта (ВВШ), измеряют ретроградное артериальное давление в ОСА

и контролируют линейную скорость кровотока в СМА с помощью транскраниального доплеровского монитора. Перед пережатием артерий пациенту внутривенно вводят 5000 единиц гепарина. Сначала пережимается НСА, затем ВСА дистальнее бляшки и ОСА.

Современный интраоперационный нейромониторинг включает комбинацию различных диагностических методов контроля оценки критического снижения церебральной перфузии. К ним относят соматосенсорные вызванные потенциалы, транскраниальная доплерография, электроэнцефалография, церебральная оксиметрия [22; 23].

После пережатия всех артерий продолжают мобилизацию КБ и ВСА уже не опасаясь эмболизации из атеросклеротической бляшки. При высоком расположении бифуркации ОСА возможно пересечение заднего брюшка двубрюшной мышцы с затылочной артерией, а также подъязычной мышцей.

Для выполнения эндартерэктомии проводят артериотомию по наружной поверхности ОСА с переходом на ВСА, которую начинают на 1,5–2,0 см проксимальнее и заканчивают за видимым краем бляшки с последующим отслоением и удалением атеросклеротической бляшки. Эндартерэктомию начинают с ОСА, затем продолжают в НСА и заканчивают во ВСА. При пролонгированном поражении интиму фиксируют в дистальном сегменте артерии с помощью узловых швов нитью 7/0, завязанных снаружи ВСА. Для выявления резидуальных участков подвижной интимы применяют струю физиологического раствора с последующим удалением флотирующих элементов. Артериотомический доступ ушивают непрерывным обивным швом атравматической нитью 6/0 с помощью заплата. Ширина заплата не должна превышать 5 мм с целью предотвращения формирования аневризмы. Целью имплантации заплата является сохранение диаметра оперированной артерии после КЭАЭ.

В целом, идеальная хирургическая техника восстановления целостности сосудов после классического способа КЭАЭ остается спорным вопросом. Возможные методы закрытия после КЭАЭ, кроме ангиопластики с использованием заплата, включают и первичную артериотомию с помощью прямого шва, которая долгое время служила хирургическим стандартом при классической КЭАЭ. Этот метод технически более прост для выполнения, не требует длительного времени, не предполагает использования имплантируемого агента. При этом ряд исследователей приводит данные об изменении нативной геометрии артерии при использовании заплата для ушивании артериотомии в виде ее расширения и деформации, возникновения турбулентных потоков, с последующим стенозированием области реконструкции. В связи с этим методика прецизионного обивного прямого шва признается ими наилучшей [24–26]. Однако, общепринято, что его отрицательной стороной отказа от заплата является высокая частота осложнений, связанных с уменьшением диаметра оперированной ВСА в виде ее

тромбоза, рестеноза либо окклюзии [27–29]. Метаанализ, проведенный Rerkasem et al., показал, что использование заплаты снижает комбинированный комбинированный периоперационный и долгосрочный риск инсульта и рестеноза [30].

Значительные противоречия остаются по поводу выбора материала для заплаты. В качестве заплаты при данной операции могут быть использованы аутовена, аутоартерия, синтетические материалы (ПТФЭ, дакрон), ксеноперикард [3; 31]. Отмечено удлинение времени гемостаза при использовании заплаты из ПТФЭ, а также увеличение риска аневризматической дилатации с разрывом швов с частотой, составляющей 0,1–4% при аутовенозной заплате [32]. При этом общая периоперационная и долгосрочная смертность, частота инсультов и рестенозов, а также время операции представляются одинаковыми при использовании всех этих материалов [33].

Отдельного освещения требует вопрос необходимости установки ВВШ во время выполнения КЭАЭ. Рекомендации текущего руководства Европейского общества сосудистой хирургии по использованию шунтов в настоящее время не ясны и на сегодняшний день однозначных рекомендаций с абсолютным уровнем доказательности необходимости установки шунта не существует. В соответствии с этим данный вопрос оставлен на усмотрение оперирующего хирурга [34].

В целом, установка ВВШ производится следующим образом. После выделения сонных артерий и блокирования кровотока путем наложения сосудистых зажимов, выполняют артериотомию ОСА с переходом на ВСА за пределы бляшки. После снятия зажимов, шунт вводят дистально в просвет ВСА и проксимально в ОСА, где его фиксируют жгутами, раздувают кольцевые баллоны на концах ВВШ. Первоначально проводят ретроградный пуск кровотока, после профилактики воздушной эмболии запускают кровоток по шунту.

Однако, помимо известных преимуществ, применение каротидного шунта имеет и ряд недостатков. К ним относятся риск эмболизации мозга и диссекции ВСА, техническое усложнение оперативного вмешательства.

Коррекция интраоперационной гипоперфузии головного мозга по оригинальному способу самарских исследователей позволяет отказаться от применения внутрипросветного шунта во всех случаях КЭАЭ, как отягчающего фактора, увеличивающего риск развития эмболии внутричерепных артерий [35]. Таким образом, современные данные свидетельствуют о том, что ВВШ можно применять и селективно, и рутинно, либо в определенных случаях практиковать отказ от его использования [10; 36–38].

Эверсионная КЭАЭ

Эта методика была разработана с целью улучшения результатов операции и снижения риска рестеноза. В отличие от классического метода, при эверсионной КЭАЭ минимизируется риск повреждения интимы и

возникновения тромбоза после операции. При данном виде операции происходит полное отсечение ВСА от бифуркации, после чего атеросклеротическую бляшку с измененной интимой циркулярно отделяют от неизменных слоев стенки артерии с последующим выворачиванием наружных стенок артерии по типу «чулка» и одновременной мобилизацией бляшки от стенки. Выворачивание артерии производят до тех пор, пока бляшка не сойдет на нет, затем выполняют эндартерэктомию из ОСА и НСА. Перед выполнением анастомоза ВСА с ОСА, несколько рассекают внутреннюю боковую стенку ВСА. Анастомоз формируют непрерывным атравматическим швом нитью 6/0 [39].

Следует отметить, что применение эверсионной методики ограничено при протяженных стенозах, вследствие высокого выделения ВСА и увеличения травматичности операции, а также требует безупречной хирургической техники и готовности хирурга к возникновению внештатных ситуаций [40]. При наличии флотирующей дистальной интимы значительно повышается риск обструктивных осложнений. По некоторым данным, превышение ее длины, более чем на 2 мм, может привести к эмболии мозга и ускоряет локальный рестеноз [41].

Преимущества эверсионной КЭАЭ заключаются в отсутствии чужеродного трансплантата и стенозирования зоны реконструкции за счет наложенного шва, сокращении времени вмешательства вследствие уменьшения суммарной длины обивного шва, снижения времени гемостаза. Эверсионный способ позволяет параллельно реконструировать сопутствующую патологическую извитость [42].

Метаанализ А.В. Гавриленко с соавт., показал, что эверсионная КЭАЭ сокращает время пережатия сонных артерий, снижает частоту интраоперационного использования ВВШ, приводит к уменьшению случаев ишемических инсультов в ближайшем и отдаленном послеоперационных периодах, а также рестенозов в отдаленном послеоперационном периоде [43].

Согласно систематическому обзору 2018 г., эверсионная КЭАЭ превосходила традиционную с прямым швом в отношении периоперационных исходов (смерть, инсульт, смерть/инсульт и поздний рестеноз). Однако при сравнении результатов эверсионной КЭАЭ с результатами классической КЭАЭ с использованием заплаты, существенных различий обнаружено не было [12].

Помимо эверсионной КЭАЭ в ее традиционном исполнении существует множество иных ее вариантов и модификаций. Весьма распространенной является техника формирования новой бифуркации, при которой ВСА отсекается в устье и рассекается продольно до конца атеросклеротической бляшки, на сопоставимое расстояние проводится артериотомия и НСА. После эндартерэктомии ВСА имплантируется в бок ОСА и НСА [44]. Карпенко А.А. с соавт. предложил технику аутоартериальной реконструкции, при которой, в отличие от предыдущей техники, от бифуркации отсекается не ВСА,

а НСА с последующим идентичным ходом операции [45]. При способе пластики, разработанном Ридель В.Ю. с соавт., артериотомию НСА проводят с переходом на затылочную артерию которую используют в качестве лоскута для закрытия дистального дефекта ВСА [46].

Интересное решение предложено Е.В. Россейкиным с соавт., которые при пролонгированной бляшке выполняли резекцию сегмента ВСА и эндартерэктомию после выворачивания наизнанку свободного сегмента артерии с последующей его реимплантацией [47].

Отдельного упоминания заслуживают различные виды гломус-сохраняющих операций, предложенные Анцуповым К.А. с соавт., Виноградовым Р.А. с соавт. и др., позволяющие сохранить структуру каротидного гломуса с выполнением тотальной эверсионной эндартерэктомии из всех артерий сонной бифуркации. Сохранение гломуса путем изменения геометрии эндартерэктомии предотвращает развитие интра- и послеоперационных гемодинамических осложнений в виде гипотензии и гипертензии за счет управляемого АД, вследствие отсутствия повреждения барорецепторов синокаротидной зоны [48; 49].

Заключение

Известные метаанализы свидетельствуют об отсутствии значимых преимуществ результатов какого-либо метода КЭАЭ в ближайшем послеоперационном периоде. Анализ отдаленных результатов демонстрирует преимущество эверсионного метода [12; 43; 50; 51].

При этом выбор способа оперативного лечения определяется личными предпочтениями оперирующего хирурга на основании индивидуального подхода к каждому пациенту. Дальнейшее совершенствование методов КЭАЭ, улучшение хирургической техники и разработка новых подходов должно способствовать снижению уровня различных осложнений, выживаемости и инвалидизации пациентов с каротидным атеросклерозом.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Saini V, Guada L, Yavagal DR. Global Epidemiology of Stroke and Access to Acute Ischemic Stroke Interventions. *Neurology*. 2021; 97(20 S2): S6-S16. doi: 10.1212/WNL.0000000000012781.
- Всероссийское общество неврологов. [Электронный ресурс]. Клинические рекомендации «Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых» 2021. Доступно по: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/171_2. Ссылка активна на 26.08.2024. [Vserossijskoe obshchestvo nevrologov. [Elektronnyj resurs]. Klinicheskie rekomendacii «Ishemicheskij insul't i tranzitornaya ishemicheskaya ataka u vzroslyh» 2021. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/171_2. Accessed 26.08.2024. (In Russ.)]
- Гавриленко А.В., Кулкин А.В., Фомина В.В. Классическая и эверсионная каротидная эндартерэктомию у пациентов со стенозом внутренней сонной артерии // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. – 2018. – №24. – С.87-92. [Gavrilenko AV, Kuklin AV, Fomina VV. Conventional and eversion carotid endarterectomy for internal carotid artery stenosis. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2018; 2: 87-92. (In Russ.)]. doi: 10.17116/hirurgia2018287-92.
- Игнатъева В.И., Вознюк И.А., Шамалов Н.А., и др. Социально-экономическое бремя инсульта в Российской Федерации // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. – 2023. – Т.123. – №8-2. – С.5-15. [Ignatyeva VI, Voznyuk IA, Shamalov NA, et al. Social and economic burden of stroke in Russian Federation. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2023; 123(8-2): 5-15. (In Russ.)]. doi: 10.17116/jnevro20231230825.
- Концевая А.В., Муканеева Д.К., Игнатъева В.И., и др. Экономика профилактики сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации // *Российский кардиологический журнал*. – 2023. – Т.28. – №9. – С.19-26. [Kontsevaya AV, Mukaneeva DK, Ignatieva VI, et al. Economics of cardiovascular prevention in the Russian Federation. *Russian Journal of Cardiology*. 2023; 28(9): 19-26. (In Russ.)]. doi: 10.15829/1560-4071-2023-5521.
- Рыбалко Н.В., Боломатов Н.В., Батрашов В.А. и др. Церебральная эмболия и связанные с ней сосудистые осложнения при проведении каротидной эндартерэктомии и каротидной ангиопластики со стентированием // *Атеросклероз и дислипидемии*. 2016; 1(22): 48-55. [Rybalko NV, Bolomatov NV, Batrashov VA, et al. Cerebral embolism and related vascular complications during carotid endarterectomy and carotid angioplasty with stenting. *Ateroskleroz i Dislipidemii*. 2016; 1(22): 48-55. (In Russ.)]
- Fieschi C, Argentino C, Lenzi GL, et al. Clinical and instrumental evaluation of patients with ischemic stroke within the first six hours. *J Neurol Sci*. 1989; 91(3): 311-321. doi: 10.1016/0022-510x(89)90060-9.
- Eliasziw M, Streifler JY, Fox AJ, et al. Significance of plaque ulceration in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial*. *Stroke*. 1994; 25(2): 304-308. doi: 10.1161/01.str.25.2.304.
- North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators'. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade carotid stenosis. *N Engl J Med*. 1991; 325: 445-453.
- Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий // *Ангиология и сосудистая хирургия (Приложение)*. – 2013. – Т.19. – №2. – С.4-68. [National guidelines for managing patients with brachiocephalic artery disease. *Angiology and Vascular Surgery (Annex)*. 2013; 19(2): 4-68. (In Russ.)]
- Акчурин Р.С., Карпенко А.А., Осипова О.С., Вачёв А.Н. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2023 г. // *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского*. – 2024. – Т.30. Специальный выпуск. [Akchurin RS, Karpenko AA, Osipova OS, Vachev AN. State of vascular surgery in the Russian Federation in 2023. *Angiology and Vascular Surgery. Journal named after Academician A.V. Pokrovsky*. 2024; 30. Supplement. (In Russ.)] doi: 10.33029/1027-6661-2024-30-2-suppl.
- Paraskevas KI, Robertson V, Saratzis AN, Naylor AR. 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. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.12.025.
- Carrea R, Molins M, Murphy G. Surgical treatment of spontaneous thrombosis of the internal carotid artery in the neck. Carotid-carotid anastomosis; report of a case. *Acta Neurol Lat Am*. 1955; 1: 71-78.
- DeBakey ME. Successful carotid endarterectomy for cerebrovascular insufficiency. Nineteen-year follow-up. *JAMA*. 1975; 233(10): 1083-1085.
- Eastcott HH, Pickering GW, Rob CG. Reconstruction of internal carotid artery in a patient with intermittent attacks of hemiplegia. *Lancet*. 1954; 267(6846): 994-996. doi: 10.1016/s0140-6736(54)90544-9.
- Denman FR, Ehni G, Duty WS. Insidious thrombotic occlusion of cervical carotid arteries, treated by arterial graft; a case report. *Surgery*. 1955; 38(3): 569-577.
- Doyle EJ, Javid H, Lin PM. Partial internal carotid artery occlusion treated by primary resection and vein graft; report of a case. *J Neurosurg*. 1956; 13(6): 650-655. doi: 10.3171/jns.1956.13.6.0650.
- Kieny R, Mantz F, Kurtz T, et al. Les restenoses carotidiennes après endarteriectomie. In: Kieffer E, Bousser MG, editors. *Indications etresultats de la chirurgiecarotidienne*. Paris: AERCVC; 1988. pp. 77-100. (In French).
- Raithel D. New techniques in the surgical management of carotid-artery lesions. *Surgical Rounds*. 1990; 13: 53-60.

20. Покровский А.В. Классическая каротидная эндартерэктомия // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2001. – Т.7. – С.101-106. [Pokrovsky AV. Classical carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2001; 7: 101-106. (In Russ.)]
21. Гавриленко А.В., Аль-Юсеф Н.Н., Магомедова Г.Ф., Сарханидзе Я.М. Оптимальные доступы к сонным артериям // *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. – 2020. – Т.62. – №6. – С.520-526. [Gavrilenko AV, Al-Yousef NN, Magomedova GF, Sarkhanidze YaM. Optimal access to the carotid arteries. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2020; 62(6): 520-6 (In Russ.)] doi: 10.24022/0236-2791-2020-62-6-520-526.
22. Подгурская М.Г., Хамроев С.Ш., Каньшина Д.С. и др. Комбинированный интраоперационный нейромониторинг при каротидной эндартерэктомии // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2023. – Т.29. – №1. – С.34-41. [Podgurskaya MG, Khamroev SSh, Kanshina DS, et al. Combined intraoperative neuromonitoring during carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2023; 29(1): 34-41. (In Russ.)]. doi: 10.33029/1027-6661-2023-29-1-34-41.
23. Каменская О.В., Логинова И.Ю., Ломиворотов В.В. Предикторы церебральных осложнений каротидной эндартерэктомии // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017; 117(6): 10-13. [Kamenskaja OV, Loginova IJu, Lomivorotov VV. Predictors of cerebral complications during carotid endarterectomy. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2017; 117(6): 10-13. (In Russ.)] doi: 10.17116/jnevro20171176110-13.
24. Maertens V, Maertens H, Kint M, et al. Complication Rate after Carotid Endarterectomy Comparing Patch Angioplasty and Primary Closure. *Ann Vasc Surg*. 2016; 30: 248-252. doi: 10.1016/j.avsg.2015.07.045.
25. Ben Ahmed S, Daniel G, Benezit M, et al. Does the technique of carotid endarterectomy determine postoperative hypertension? *Ann Vasc Surg*. 2015; 29(6): 1272-1280. doi: 10.1016/j.avsg.2015.03.033.
26. Ахметов В.В., Дунаева В.И., Врыганов Ф.А. и др. Оптимальная техника реконструкции сонной артерии при ее атеросклеротическом поражении // *Research'n Practical Medicine Journal*. – 2020. – Т.7. – №4. – С.62-78. [Akhmetov VV, Dunaeva VI, Vryganov FA, et al. Optimum technique of carotid artery reconstruction in her atherosclerotic lesion. *Research and Practical Medicine Journal*. 2020; 7(4): 62-78. (In Russ.)]. doi: 10.17709/2409-2231-2020-7-4-6.
27. Чернявский М.А., Иртыга О.Б., Янишевский С.Н. и др. Российский консенсус по диагностике и лечению пациентов со стенозом сонных артерий // *Российский кардиологический журнал*. – 2022. – Т.27. – №11. – С.5284. [Chernyavsky MA, Irtyuga OB, Yanishevsky SN, et al. Russian consensus statement on the diagnosis and treatment of patients with carotid stenosis. *Russian Journal of Cardiology*. 2022; 27(11): 5284. (In Russ.)]. doi: 10.15829/1560-4071-2022-5284.
28. Okazaki T, Kanematsu Y, Shimada K, et al. A Single-center Retrospective Study with 5- and 10-year Follow-up of Carotid Endarterectomy with Patch Graft. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2019; 59(6): 231-237. doi: 10.2176/nmc.2018-0309.
29. Reinert M, Mono ML, Kuhlen D, et al. Restenosis after microsurgical non-patch carotid endarterectomy in 586 patients. *Acta Neurochir (Wien)*. 2012; 154(3): 423-431. doi: 10.1007/s00701-011-1233-9.
30. Rerkasem K, Rothwell PM. Systematic review of randomized controlled trials of patch angioplasty versus primary closure and different types of patch materials during carotid endarterectomy. *Asian J Surg*. 2011; 34(1): 32-40. doi: 10.1016/S1015-9584(11)60016-X.
31. Коссович Л.Ю., Кириллова И.В., Поляев В.О. и др. Эндартерэктомия сонной артерии человека с применением заплат из различных материалов // *Саратовский научно-медицинский журнал*. – 2006. – Т.2. – №12. – С.23-34. [Kossovich LY, Kirillova IV, Polyayev VO, et al. Endarterectomy of the human carotid artery with the use of patches from various materials. *Saratov Scientific-Medical Institute Journal*. 2006; 2(12): 23-34. (In Russ.)].
32. Lord RS, Raj TB, Stary DL, et al. Comparison of saphenous vein patch, polytetrafluoroethylene patch, and direct arteriotomy closure after carotid endarterectomy. Part I. Perioperative results. *J Vasc Surg*. 1989; 9(4): 521-529.
33. Ren S, Li X, Wen J, et al. Systematic review of randomized controlled trials of different types of patch materials during carotid endarterectomy. *PLoS One*. 2013; 8(1): e55050. doi: 10.1371/journal.pone.0055050.
34. Naylor R, et al. European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2023 Clinical Practice Guidelines on the Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease, *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. doi: 10.1016/j.ejvs.2022.04.011.
35. Вачёв А.Н., Чернышева Н.И., Дмитриев О.В. и др. 3615 последовательно выполненных каротидных эндартерэктомий без использования внутрисосудистого шунта. *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского*. – 2023. – Т.29. – №3. – С.71-77. [Vachev AN, Chernysheva NI, Dmitriev OV, et al. 3615 consecutive carotid endarterectomies without intraluminal shunt. *Angiology and Vascular Surgery. Journal named after Academician AV Pokrovsky*. 2023; 29(3): 78-84. (In Russ.)]. doi: 10.33029/1027-6661-2023-29-3-71-77.
36. Покровский А.В., Кунцевич Г.И., Белоярцев Д.Ф. и др. Сравнительный анализ отдаленных результатов каротидной эндартерэктомии в зависимости от методики операции // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2005. – Т.11. – №1. – С.93-103. [Pokrovsky AV, Kuntsevich GI, Belayartsev DF, et al. Comparative analysis of long-term results of carotid endarterectomy, depending on the operation technique. *Angiology and Vascular Surgery*. 2005; 11(1): 93-103. (In Russ.)]
37. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф. Значение каротидной эндартерэктомии в предупреждении ишемических повреждений головного мозга // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. – 2015. – Т.115. – №9. – С.4-14. [Pokrovsky AV, Belayartsev DF. The value of carotid endarterectomy in the prevention of ischemic brain damage. *Journal of Neurology and Psychiatry. S.S. Korsakov*. 2015; 115(9): 4-14. (In Russ.)]
38. Белов Ю.В., Лысенко А.В., Леднев П.В., Салагаев Г.И. Применение заплат из децеллюляризованного ксеноперикарда в хирургии брахиоцефальных артерий // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. – 2018. – Т.11. – №2. – С.31-34. [Belov YV, Lysenko AV, Lednev PV, Salagaev GI. Application of decellularized xenopericardium patch in brachiocephalic artery surgery. *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2018; 11(2): 31-34. (In Russ.)] doi: 10.17116/kardio201811231-34.
39. Покровский А.В. Эверсионная каротидная эндартерэктомия // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2001. – Т.7. – №2. – С.105-106. [Pokrovsky AV. Eversion carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery*. 2001; 7(2):105-106. (In Russ.)]
40. Белов Ю.В., Лысенко А.В., Комаров П.Н., Стоногин А.В. Как мы делаем это: эверсионная каротидная эндартерэктомия // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. – 2016. – Т.9. – №3. – С.9-12. [Belov YuV, Lysenko AV, Komarov RN, Stonogin AV. How do we do it: eversion endarterectomy. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2016; 9(3): 9-12. (In Russ.)] doi: 10.17116/kardio2016939-12.
41. Archie JP. The endarterectomy-produced common carotid artery step: a harbinger of early emboli and late restenosis. *J Vasc Surg*. 1996; 23(5): 932-939. doi: 10.1016/s0741-5214(96)70260-4.
42. Батрашов В.А., Юдаев С.С., Землянов А.В. Современное состояние проблемы хирургической коррекции патологических извитостей внутренних сонных артерий // *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. – 2021. – Т.16. – №3 – С.61-67. [Batrashov VA, Yudaev SS, Zemlyanov AV. Surgical Correction Of Pathological Tortuosities Of Internal Carotid Arteries: Current State Of The Problem. 2021; 16(3): 61-67. (In Russ.)] doi: 10.25881/20728255_2021_16_3_61.
43. Гавриленко А.В., Куклин А.В., Аль-Юсеф Н.Н. и др. Метаанализ результатов эверсионной каротидной эндартерэктомии и эндартерэктомии с пластикой заплатой // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2020. – Т.26. – №1 – С.176-186. [Gavrilenko AV, Kuklin AV, Al-Yousef NN, et al. Meta-analysis of the results of eversion carotid endarterectomy and endarterectomy with patch plasty. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020; 26(1): 176-186. (In Russ.)] doi: 10.33529/ANGIO2020121.
44. Покровский А.В., Зотиков А.Е., Адрыхаев З.А. и др. Формирование «новой бифуркации» у больных с пролонгированным атеросклеротическим поражением ВСА // *Атеротромбоз*. – 2018. – №2. – С.141-146. [Pokrovsky AV, Zotikov AE, Adyrkhaev ZA, et al. Formation of «new bifurcation» in patients with prolonged atherosclerotic lesions of the ICA. *Atherothrombosis*. 2018; 2: 141-146. (In Russ.)] doi: 10.21518/2307-1109-2018-2-141-146.
45. Патент РФ на изобретение №2494688 С2/10.10.2013. Бюл. №28. Карпенко А.А., Игнатенко П.В. Способ аутоартериальной реконструкции бифуркации сонных артерий. [Patent RUS №2494688 С2/10.10.2013.

- Byul. №28. Karpenko AA, Ignatenko PV. Method of autoarterial reconstruction of bifurcation of carotid arteries. (In Russ.)
46. Патент РФ на изобретение № 2687819 С1/16.05.2019. Бюл. №14. Ридель В.Ю., Михайлов М.С., Новожилов А.В. и др. Способ каротидной эндартерэктомии с использованием лоскута, сформированного из затылочной артерии. [Patent RUS № 2687819 С1. 16.05.2019. Byul. № 14. Ridel VY, Mikhajlov MS, Novozhilov AV, et al. Method of carotid endarterectomy using a flap formed of an occipital artery. (In Russ.)]
47. Россейкин Е.В., Воеводин А.Б., Раджабов Д.А., Базылев В.В. Ауто-трансплантация внутренней сонной артерии у пациентов с высоким распространением атеросклеротической бляшки // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2017. – Т.23. – №1 – С.104-109. [Rosseikin EV, Voevodin AB, Radzhabov DA, Bazylev VV. Autotransplantation of the internal carotid artery in patients with high localization of an atherosclerotic plaque. *Angiology and Vascular Surgery*. 2017; 23(1): 104-109. (In Russ.)]
48. Гавриленко А.В., Аль-Юсеф Н.Н., Булатова Л.Р. и др. Целесообразность сохранения каротидного гломуса при хирургических вмешательствах на сонных артериях // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2019. – Т.12. – №2 – С.95-99. [Gavrilenko AV, Al-Yousef NN, Bulatova LR, et al. Glomus-sparing techniques in surgery of carotid arteries. *Russ Jour Card and Cardiovasc Surg*. 2019; 12(2): 95-99. (In Russ.)] doi: 10.17116/kardio20191202195.
49. Фокин А.А., Трейгер Г.А. Аргументы в пользу практического применения синус-сберегающей модификации эверсионной каротидной эндартерэктомии // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского. – 2024. – Т.30. – №2 – С.49-55. [Fokin AA, Treiger GA. Arguments in favor of practical application of sinus-sparing modification of eversion carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery. Journal named after Academician A.V. Pokrovsky*. 2024; 30(2): 49-55. (In Russ.)] doi: 10.33029/1027-6661-2024-30-2-49-55.
50. Antonopoulos CN, Kakisis JD, Sergentanis TN, et al. Eversion versus conventional carotid endarterectomy: a meta-analysis of randomised and non-randomised studies. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2011; 42(6): 751-765. doi: 10.1016/j.ejvs.2011.08.012.
51. Lazarides MK, Christaina E, Argyriou C, et al. Editor's Choice – Network Meta-Analysis of Carotid Endarterectomy Closure Techniques. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2021; 61(2): 181-190. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.10.009.