

© CC BY Коллектив авторов, 2021  
УДК 616.133-089 + 616-089.86.019.941  
DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-3-81-86

## ВРЕМЕННЫЙ ШУНТ И КАРОТИДНАЯ ЭНДАРТЕРАКТОМИЯ (обзор литературы)

А. Н. Казанцев<sup>1\*</sup>, В. Н. Кравчук<sup>2, 3</sup>, Р. А. Виноградов<sup>4</sup>, М. А. Чернявский<sup>5</sup>,  
Г. Г. Хубулава<sup>3, 6</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С. В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

<sup>5</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>6</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 16.04.2020 г.; принята к печати 12.07.2021 г.

Основная идея данной статьи построена на неопределенности действующих рекомендаций, согласно которым временный шунт (ВШ) при проведении каротидной эндартерэктомии (КЭЭ) можно использовать селективно, рутинно и даже полностью отказаться от его применения. Данное утверждение подкреплено низким уровнем доказательности (класс В) заключения о том, что показания для использования ВШ устанавливаются только на основе снижения ретроградного давления во внутренней сонной артерии (ВСА) и (или) показателей церебральной оксиметрии. Таким образом, низкая эффективность этих процедур позволяет не использовать их вообще.

**Ключевые слова:** каротидная эндартерэктомия, временный шунт, ретроградное давление, церебральная оксиметрия, немой инсульт, эмболия, геморрагическая трансформация

**Для цитирования:** Казанцев А. Н., Кравчук В. Н., Виноградов Р. А., Чернявский М. А., Хубулава Г. Г. Временный шунт и каротидная эндартерэктомия (обзор литературы). *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2021;180(3):81–86. DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-3-81-86.

\* **Автор для связи:** Антон Николаевич Казанцев, Городская Александровская больница, 193312, Россия, Санкт-Петербург, пр. Солидарности, д. 4. E-mail: dr.antonio.kazantsev@mail.ru.

## TEMPORARY SHUNT AND CAROTID ENDARTERECTOMY (review of literature)

Anton N. Kazantsev<sup>1\*</sup>, Vyacheslav N. Kravchuk<sup>2, 3</sup>, Roman A. Vinogradov<sup>4</sup>,  
Mikhail A. Chernyavsky<sup>5</sup>, Gennady G. Khubulava<sup>3, 6</sup>

<sup>1</sup> Alexandrovskaya Hospital, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

<sup>4</sup> Scientific research institute – Ochapovsky regional clinic hospital № 1, Krasnodar, Russia

<sup>5</sup> Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

<sup>6</sup> Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

Received 16.04.2021; accepted 12.07.2021

The main idea of this article is based on the uncertainty of the current recommendations, according to which a temporary shunt (TS) during carotid endarterectomy (CEE) can be used selectively, routinely, and even completely abandon its

use. This statement is supported by the low level of evidence (class B) of the conclusion that indications for the use of TS are established only on the basis of a decrease in retrograde pressure in the internal carotid artery (ICA) and/or indicators of cerebral oximetry. Thus, the low efficiency of these procedures makes it possible not to use them at all.

**Keywords:** carotid endarterectomy, temporary shunt, retrograde pressure, cerebral oximetry, silent stroke, embolism, hemorrhagic transformation

**For citation:** Kazantsev A. N., Kravchuk V. N., Vinogradov R. A., Chernyavsky M. A., Khubulava G. G. Temporary shunt and carotid endarterectomy (review of literature). *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2021;180(3):81–86. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-3-81-86.

\* **Corresponding author:** Anton N. Kazantsev, Alexandrovskaya Hospital, 4, Solidarnosti str., Saint Petersburg, 193312, Russia. E-mail: dr.antonio.kazantsev@mail.ru.

Споры о необходимости установки временного шунта (ВШ) в тех или иных условиях во время выполнения каротидной эндактерэктомии (КЭЭ) не утихали никогда [1–5]. Существующая реальность привела к тому, что ВШ можно применять и селективно, и рутинно, и вообще отказаться от его использования [1, 6–9]. И до тех пор, пока рекомендации не представят указания с абсолютным уровнем доказательности, сообщество практикующих сосудистых хирургов будет разделено на два лагеря – сторонников и противников ВШ. И правы окажутся обе стороны.

В исследовании А. В. Гавриленко и др. [10] ВШ использовали селективно у 24 пациентов, опираясь на изменения интраоперационной электроэнцефалографии. Осложнений зафиксировано не было. Авторы пришли к выводу, что селективное применение ВШ смягчает негативный эффект недостаточности церебральной гемодинамики, вызванной контралатеральной окклюзией/субокклюзией ВСА. Однако в более поздней работе [11], основанной на анализе лечения 156 пациентов, авторы продемонстрировали, что установка ВШ является предиктором развития острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) и тромбоза внутренней сонной артерии (ВСА) ( $p=0,00011$ ), что опровергло их выводы о безопасности этой меры защиты головного мозга. А. В. Жолковский и др. [12] указали, что в общей выборке, где ВШ не используется, частота ОНМК может достигать 20 %. Анализируя свой опыт 40 операций, авторы не получили ни одного периоперационного инсульта. И. В. Михайлов и др. [13] представили результаты классической КЭЭ с применением ВШ у 167 пациентов. Интраоперационных ОНМК и летальных исходов зафиксировано не было. В работе этих же авторов, опубликованной двумя годами позже [14], выборка больных увеличилась до 325. Интраоперационных ОНМК выявлено не было. На 3-и сутки после КЭЭ был диагностирован 1 ишемический инсульт, на 5-е и 7-е сутки – 2 летальных исхода (в результате развития геморрагического инсульта). Однако нельзя утверждать с полной уверенностью, что сроки развития неблагоприятных церебральных событий соответствовали указанным. Ввиду того, что мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) головного мозга выполнялась только после развития ОНМК, настоящие события могли стать исходом формирования «немых» инсультов в головном мозге в результате эмболизации на фоне установки ВШ. К тому же авторы указали, что оба пациента имели тенденцию к гипертензии на протяжении всего послеоперационного периода, что могло стать причиной гиперперфузионного синдрома с развитием геморрагической трансформации «немого» ОНМК [14]. На этом фоне И. М. Игнатьев и др. [15] в своем исследовании продемонстрировали данные интраоперационной ЭЭГ, по которым среди 9 пациентов, которым производилась установка ВШ, были зафиксированы множественные микроэмболические сигналы (МЭС). По данным магнитно-резонансной томографии, у этих же больных были диагностированы «немые» очаги лакунарных инфарктов мозга. У тех пациентов, которым

ВШ не был установлен, лишь в трети случаев были зафиксированы единичные МЭС без признаков «немых» ОНМК. Таким образом, авторы доказали, что установка ВШ сопряжена с высоким риском дистальной эмболии, с последующими структурными изменениями вещества головного мозга. По данным литературы [16, 17], частота «немых» ОНМК может значительно превышать число симптомных инсультов после КЭЭ. Как правило, данное состояние требует, прежде всего, контроля послеоперационной гипертензии для профилактики развития геморрагической трансформации и отека мозга. Учитывая эти факты, требуется пересмотр действующих рекомендаций послеоперационного ведения этой когорты пациентов с введением обязательной МСКТ головного мозга для выявления бессимптомных патологических состояний [1].

Возвращаясь к вопросу выбора способа оценки компенсации церебральной гемодинамики в условиях пережатия ВСА, нужно подчеркнуть, что рекомендации также не дают полного ответа на вопрос, какой из методов более эффективный – измерение ретроградного давления во ВСА или церебральная оксиметрия [1]. В исследовании О. В. Каменской и др. [18] был приведен анализ исходов 469 КЭЭ. Среди них в результате низкого ретроградного давления во ВСА установка ВШ требовалась 16 % больных. Однако благодаря определению оптимальных показателей церебральной оксиметрии их число сократилось до 3 %. Таким образом, можно подчеркнуть, что церебральная оксиметрия является менее чувствительным методом оценки мозговой гемодинамики относительно инвазивной оценки. Уже позже О. В. Каменская и др. под руководством Р. А. Кужугета [19] установили, что только синхронное снижение показателя церебральной оксиметрии на 40 % и ретроградного давления ниже 40 мм рт. ст. от системного может быть основным критерием установки ВШ. Такая тактика приводит к снижению частоты периоперационного ОНМК с 2,6 до 0,8 %. В другой статье данная группа авторов под руководством А. А. Карпенко [20] доказала, что пережатие ВСА на любой промежуток времени приводит к значимому повышению маркеров ишемического повреждения головного мозга (NSE, S-100). При этом ни один из методов (измерение ретроградного давления ВСА, церебральная оксиметрия) не может прогнозировать развитие интраоперационного ОНМК, что делает их применение малоинформативным. Таким образом, напрашивается вывод, что установку ВШ необходимо выполнять всем, так как развитие ишемического инсульта предсказать невозможно. Однако в своей последней работе 2017 г. данный коллектив авторов доказал, что основным предиктором развития «ОНМК+ТИА» является применение ВШ ( $p<0,00001$ ), что разом перечеркнуло предыдущее заключение [21]. В исследовании А. В. Лысенко и др. [22] были представлены результаты КЭЭ в группе с применением ВШ ( $n=15$ ) и в группе без ВШ ( $n=55$ ). В первой не было зафиксировано никаких осложнений, тогда как во второй в 1,5 % ( $n=1$ ) случаев развилось ОНМК. В рамках данного исследования решение об установке ВШ применялось на основании результатов транс-

краниальной доплерографии (снижение средней скорости кровотока в ипсилатеральной СМА на 50 %). У пациента, получившего ОНМК, показатели мониторинга после пережатия ВСА оставались в пределах нормы. Таким образом, было продемонстрировано, что данная методика оценки коллатерального кровотока не показала нужную эффективность для профилактики развития ишемических осложнений [22]. Таким образом, обобщая представленный пласт отечественных работ, можно констатировать, что ни один из методов измерения компенсаторных возможностей коллатерального кровотока не может предсказать развитие интраоперационного ОНМК во время пережатия ВСА. Превентивное применение ВШ небезопасно ввиду высокого риска эмболизации, развития «немых» инсультов. При этом установка ВШ – единственный способ поддержки гомеостаза церебральной гемодинамики для снижения вероятности развития ишемического ОНМК [23–28]. Мы попадаем в «замкнутый круг», безопасного выхода из которого на сегодня не существует.

Разбирая возможные варианты определения адекватности церебральной перфузии после наложения зажима на ВСА, большинство зарубежных авторов отдают предпочтение церебральной оксиметрии [29]. В работе A. Balaji et al. [30] было установлено, что у 41,6 % пациентов, подвергающихся КЭЭ, на основе снижения показателей церебральной оксиметрии требуется установка ВШ. J. Lee et al. [31] предложили использовать одновременно и измерение ретроградного давления во ВСА, и церебральную оксиметрию. В своем исследовании они показали эффективность данного подхода. Эти же выводы были подтверждены в работе J. W. Chang et al. [32]. И, тем не менее, среди 50 случаев КЭЭ с установкой ВШ при снижении ретроградного давления во ВСА и показателей церебральной оксиметрии у 3 (6 %) пациентов был зафиксирован новый ишемический инсульт. Однако универсального способа определения адекватности церебральной гемодинамики после наложения зажима на ВСА также не существует [1, 33–36]. Либо они обладают низкой чувствительностью (измерение ретроградного давления во ВСА, церебральная оксиметрия), либо на фоне 100 %-й точности выполняются длительный промежуток времени (определение концентрации маркера S100B) [37–41]. Некоторые авторы отдают предпочтение комбинации двух методов (измерение ретроградного давления во ВСА + церебральная оксиметрия), однако другие исследования опровергают эффективность данного вида мониторинга [31, 32]. Таким образом, в данной области также не достигнута какая-либо определенность [40, 41].

Единственным выходом из сложившейся ситуации является выполнение КЭЭ строго по отечественным рекомендациям [1]. Возвращаясь к последним, нужно подчеркнуть, что ВШ должен применяться только селективно, а для установки показаний к его применению нужно использовать один из следующих видов измерения толерантности головного мозга к ишемии: уровень ретроградного давления во ВСА, церебральная оксиметрия. Именно данный постулат носит хоть и не самый высокий, но «уровень доказательности В» [1]. Такие опции, как умышленный отказ от установки ВШ или его рутинное применение, не имеют никакого уровня доказательности, поэтому не могут быть рассмотрены как стратегии выбора. Приоритет в их пользу будет свидетельствовать об отказе в соблюдении главных постулатов Национальных рекомендаций по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий [3].

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы.

1. До тех пор, пока рекомендации не вынесут строгих морфопатологических (контралатеральная окклюзия ВСА,

контралатеральный Стил-синдром, окклюзии позвоночных артерий, разомкнутое строение виллизиева круга) и инструментальных (уровень ретроградного давления, параметры церебральной оксиметрии) показаний, противостояние сторонников и противников ВШ не будет прекращено.

2. Основные минусы применения ВШ – тромбоз ВСА, формирование «немого» инсульта, эмболия, геморрагическая трансформация. Основные минусы отказа от ВШ – развитие полушарного инсульта с высоким уровнем инвалидности, летальности и низким реабилитационным потенциалом. Поэтому в условиях неопределенности рекомендаций каждый оперирующий сосудистый хирург должен решить сам, чего он боится больше и как он сможет это предотвратить.

### Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

### Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий // *Ангиология и сосуд. хир.* 2013. Т. 19, № 2. С. 4–68.
2. Белов Ю. В., Комаров Р. Н., Каравайкин П. А. Хирургическое лечение больных с двусторонним поражением сонных артерий // *Кардиология и сердечно-сосуд. хир.* 2014. Т. 7, №5. С. 35–40.
3. Казанцев А. Н., Тарасов Р. С., Бурков Н. Н. Каротидная эндалтерэктомия: трехлетние результаты наблюдения в рамках одноцентрового регистра // *Ангиология и сосуд. хир.* 2018. Т. 24, № 3. С. 101–108.
4. Тарасов Р. С., Казанцев А. Н., Бурков Н. Н. и др. Госпитальные результаты каротидной эндалтерэктомии в зависимости от различной выраженности контралатерального поражения // *Хирургия: Журн. им. Н. И. Пирогова.* 2018. Т. 10. С. 61–68. Doi: 10.17116/hirurgia201810161.
5. Бурков Н. Н., Казанцев А. Н., Ануфриев А. И. и др. Классическая каротидная эндалтерэктомия с применением диэпоксидобработанного ксеноперикарда у пациентов с разной выраженностью контралатерального поражения // *Комплексные проблемы сердечно-сосуд. заболеваний.* 2019. Т. 8, № 3. С. 27.
6. Казанцев А. Н., Бурков Н. Н., Ануфриев А. И. и др. Среднесрочные результаты каротидной эндалтерэктомии у пациентов с различной степенью контралатерального поражения // *Кардиология и сердечно-сосуд. хир.* 2020. Т. 13, № 2. С. 95–103. Doi: 10.17116/kardio20201302195.
7. Покровский А. В., Кунцевич Г. И., Белоярцев Д. Ф. и др. Сравнительный анализ отдаленных результатов каротидной эндалтерэктомии в зависимости от методики операции // *Ангиология и сосуд. хир.* 2005. Т. 11, № 1. С. 93–103.
8. Покровский А. В., Белоярцев Д. Ф. Значение каротидной эндалтерэктомии в предупреждении ишемических повреждений головного мозга // *Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова.* 2015. Т. 115, № 9–2. С. 4–14.
9. Применение заплат из децеллюляризованного ксеноперикарда в хирургии брахиоцефальных артерий / Ю. В. Белов, А. В. Лысенко,



- П. В. Леднев, Г. И. Салагаев // Кардиология и сердечно-сосуд. хир. 2018. Т. 11, № 2. С. 31–34. Doi: 10.17116/kardio201811231-34.
10. Гавриленко А. В., Куклин А. В., Скрылев С. И. и др. Ближайшие результаты хирургического лечения двусторонних окклюзионно-стенозных поражений сонных артерий // Ангиология и сосуд. хир. 2006. Т. 12, № 1. С. 97–101.
  11. Гавриленко А. В., Пивень А. В., Иванов В. А. и др. Хирургическая профилактика ишемических поражений мозга: каротидная эндартерэктомия и каротидное стентирование (выбор оптимального метода лечения) // Вестн. восстанов. мед. 2011. Т. 42, № 2. С. 68–74.
  12. Жолковский А. В., Ермоленко В. В., Абузаб Б. С. и др. Внутрисосудистое шунтирование при каротидной эндартерэктомии // Мед. академ. журн. 2011. Т. 11, № 3. С. 100–104.
  13. Результаты классической каротидной эндартерэктомии с использованием временного каротидного шунта / И. В. Михайлов, А. В. Гусинский, И. Г. Дрожжин, Е. А. Перевалов Вестн. хир. им. И. И. Грекова. 2013. Т. 172, № 3. С. 014–018.
  14. Михайлов И. В., Гусинский А. В., Шломин В. В. и др. Эффективность классической каротидной эндартерэктомии с использованием временного шунта // Вестн. хир. им. И. И. Грекова. 2015. Т. 174, № 6. С. 13–16.
  15. Игнатьев И. М., Бредихин Р. А., Фалина Т. Г. и др. Мониторинг мозговой гемодинамики при операциях на брахиоцефальных артериях // Ангиология и сосуд. хир. 2010. Т. 16, № 3. С. 107–112.
  16. Виноградов Р. А., Косенков А. Н., Винокуров И. А. и др. «Немые» ишемические очаги в головном мозге после реваскуляризации брахиоцефальных артерий // Вестн. Нац. медико-хирург. центра им. Н. И. Пирогова. 2017. Т. 12, № 2. С. 52–54.
  17. New foci of ischemic injury after carotid artery stenting and carotid endarterectomy. Systematic review. Journal of the National Stroke Association / S. Schnaudigel, K. Gröschel, S. M. Pilgram, A. Kastrup // Stroke. Russian edition. 2008. Т. 4. С. 74–83.
  18. Каменская О. В., Карпенко А. А., Логинова И. Ю. и др. Алгоритм определения показаний к применению временного шунта при каротидной эндартерэктомии с позиции оценки обеспеченности кислородом головного мозга // Кардиология и сердечно-сосуд. хир. 2013. Т. 6, № 4. С. 24–26.
  19. Кужугет Р. А., Карпенко А. А., Каменская О. В. и др. Пути улучшения ближайших и отдаленных результатов каротидной эндартерэктомии // Ангиология и сосуд. хир. 2016. Т. 22, № 1. С. 111–117.
  20. Карпенко А. А., Кужугет Р. А., Каменская О. В. и др. Прогностическое значение церебральной оксигенации и ретроградного давления при каротидной эндартерэктомии // Патология кровообращения и кардиохирург. 2016. Т. 20, № 2. С. 95–103. Doi: 10.21688/1681-3472-2016-2-95-103.
  21. Кужугет Р. А., Карпенко А. А., Каменская О. В. Эффективность и безопасность временного шунтирования при каротидной эндартерэктомии // Ангиология и сосуд. хир. 2017. Т. 23, № 1. С. 117–123.
  22. Лысенко А. В., Белов Ю. В., Стоногин А. В. Временное внутрисосудистое шунтирование при реконструктивных операциях на брахиоцефальных артериях // Кардиология и сердечно-сосуд. хир. 2015. Т. 8, № 4. С. 26–29.
  23. Rocha-Neves J. M., Pereira-Macedo J., Dias-Neto M. F. et al. Benefit of selective shunt use during carotid endarterectomy under regional anesthesia // Vascular. 2020. Vol. 28, № 5. P. 505–512. Doi: 10.1177/1708538120922098.
  24. Sihotsky V., Berek P., Kopolovets I. et al. Cerebral monitoring during carotid endarterectomy using transcranial cerebral oximetry // Bratisl. Lek. Listy. 2020. Vol. 121, № 6. P. 431–436. Doi: 10.4149/BLL\_2020\_070.
  25. Levin S. R., Farber A., Goodney P. P. et al. Shunt intention during carotid endarterectomy in the early symptomatic period and perioperative stroke risk // J. Vasc. Surg. 2020. Vol. 72, № 4. P. 1385–1394.e2. Doi: 10.1016/j.jvs.2019.11.047.
  26. Piazza M., Zavatta M., Laimaina M. et al. Early Outcomes of Routine Delayed Shunting in Carotid Endarterectomy for Asymptomatic Patients // Eur. J. Vasc. Endovasc Surg. 2018. Vol. 56, № 3. P. 334–341. Doi: 10.1016/j.ejvs.2018.06.030.
  27. Routine Shunting During Carotid Endarterectomy in Patients With Acute Watershed Stroke / P. Perini, D. M. Bonifati, S. Tasselli, F. Sogaro // Vasc. Endovascular Surg. 2017. Vol. 51, № 5. P. 288–294. Doi: 10.1177/1538574417708130.
  28. Cho J. W., Jeon Y. H., Bae C. H. Selective Carotid Shunting Based on Intraoperative Transcranial Doppler Imaging during Carotid Endarterectomy: A Retrospective Single-Center Review // Korean J. Thorac. Cardiovasc Surg. 2016. Vol. 49, № 1. P. 22–28. Doi: 10.5090/kjtcs.2016.49.1.22.
  29. Ceyhan D., Ovali C. The effect of cerebral oximeter use on the shunt placement concerning carotid endarterectomy surgery // Ann. Card. Anaesth. 2019. Vol. 22, № 2. P. 158–161. Doi: 10.4103/aca.ACA\_57\_18.
  30. Balaji A., Rajagopal N., Yamada Y. et al. Carotid Endarterectomy: The Need for In vivo Optical Spectroscopy in the Decision-Making on Intraoperative Shunt Usage — A Technical Note // Asian J. Neurosurg. 2019. Vol. 14, № 1. P. 206–210. Doi: 10.4103/ajns.AJNS\_223\_18.
  31. Selective Shunting Based on Dual Monitoring with Electroencephalography and Stump Pressure for Carotid Endarterectomy / J. Lee., S. Lee., S. W. Kim., J. W. Chang // Vasc. Specialist Int. 2018. Vol. 34, № 3. P. 72–76. Doi: 10.5758/vsi.2018.34.3.72.
  32. Chang J. W., Kim S. W., Lee S. et al. Dual Monitoring with Stump Pressure and Electroencephalography During Carotid Endarterectomy // Korean J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2017. Vol. 50, № 2. P. 94–98. Doi: 10.5090/kjtcs.2017.50.2.94.
  33. Tyagi S. C., Dougherty M. J., Fukuhara S. et al. Low carotid stump pressure as a predictor for ischemic symptoms and as a marker for compromised cerebral reserve in octogenarians undergoing carotid endarterectomy // J. Vasc. Surg. 2018. Vol. 68, № 2. P. 445–450. Doi: 10.1016/j.jvs.2017.11.076.
  34. Makovec M., Kerin K., Skitek M. et al. Association of biomarker S100B and cerebral oximetry with neurological changes during carotid endarterectomy performed in awake patients // Vasa. 2020. Vol. 49, № 4. P. 285–293. Doi: 10.1024/0301-1526/a000861.
  35. Banga P. V., Varga A., Csobay-Novák C. et al. Incomplete circle of Willis is associated with a higher incidence of neurologic events during carotid eversion endarterectomy without shunting // J Vasc Surg. 2018. Vol. 68, № 6. P. 1764–1771. Doi: 10.1016/j.jvs.2018.03.429.
  36. Прогнозирование периоперационных осложнений при каротидной эндартерэктомии / Р. А. Виноградов, В. С. Пыхтеев, К. И. Мартырова, К. А. Лашевич // Хирургия: Журн. им. Н. И. Пирогова. 2018. Т. 1. С. 82–85. Doi: 10.17116/hirurgia2018182-85.
  37. Казанцев А. Н., Черных К. П., Лидер Р. Ю. и др. Гломус-сберегающая каротидная эндартерэктомия по А. Н. Казанцеву. Госпитальные и среднеотдаленные результаты // Патология кровообращения и кардиохирург. 2020. Т. 24, № 3. С. 70–79. Doi: 10.21688/1681-3472-2020-3-70-79.
  38. Усачев Д. Ю., Лукшин В. А., Шевченко Е. В. и др. Одномоментная реконструкция сонной и позвоночной артерий с использованием временного внутрисосудистого шунта (клиническое наблюдение) // Вопр. нейрохир. им. Н. Н. Бурденко. 2017. Т. 81, № 5. С. 76–83. Doi: 10.17116/neiro201781576-83.
  39. Казанцев А. Н., Черных К. П., Заркуа Н. Э. и др. «Чик-чирик» каротидная эндартерэктомия // Бюлл. НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. 2020. Т. 21, № 4. С. 414–428. Doi: 10.24022/1810-0694-2020-21-4-414-428.
  40. Казанцев А. Н., Тарасов Р. С., Бурков Н. Н. и др. Госпитальные результаты чрескожного коронарного вмешательства и каротидной эндартерэктомии в гибридном и поэтапном режимах // Ангиология и сосудистая хир. 2019. Т. 25, № 1. С. 101–107. Doi: 10.33529/angio2019114.
  41. Тарасов Р. С., Казанцев А. Н., Иванов С. В. и др. Хирургическое лечение мультифокального атеросклероза: патология коронарного и брахиоцефального бассейнов и предикторы развития ранних неблагоприятных событий // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2017. Т. 16, № 4. С. 37–44. Doi: 10.15829/1728-8800-2017-4-37-44.

## REFERENCES

1. National guidelines for the management of patients with brachiocephalic artery disease. Angiology and vascular surgery. 2013;(19)2:4–68. (In Russ.).
2. Belov Yu. V., Komarov R. N., Karavaikin P. A. Surgical treatment of patients with bilateral carotid artery disease // Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2014;7(5):35–40. (In Russ.).
3. Kazantsev A. N., Tarasov R. S., Burkov N. N., Shabaev A. R., Leader R. Yu., Mironov A. V. Carotid endarterectomy: three-year follow-up in a single-center registry // Angiology and vascular surgery. 2018;24(3):101–108. (In Russ.).

4. Tarasov R. S., Kazantsev A. N., Burkov N. N., Anufriev A. I., Yakhnis E. Ya., Grachev K. I., Shabaev A. R., Mironov A. V., Barbarash L. S. Hospital results of carotid endarterectomy depending on the different severity of the contralateral lesion. *Surgery // Journal them. N. I. Pirogov*. 2018;(10):61–68. (In Russ.). Doi: 10.17116/hirurgia201810161.
5. Burkov N. N., Kazantsev A. N., Anufriev A. I., Evtushenko A. V., Barbarash L. S. Classical carotid endarterectomy with diepoxy-treated xenopericardium in patients with different severity of contralateral lesions // *Complex problems of cardiovascular diseases*. 2019;(8):3–27. (In Russ.).
6. Kazantsev A. N., Burkov N. N., Anufriev A. I., Mironov A. V., Leader R. Yu., Guselnikova Yu. I., Bayandin M. S., Evtushenko A. V. Mid-term results of carotid endarterectomy in patients with varying degrees of contralateral lesion // *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2020;13(2):95–103. (In Russ.). Doi: 10.17116/kardio20201302195.
7. Pokrovsky A. V., Kuntsevich G. I., Beloyartsev D. F., Timina I. E., Kolosov R. V. 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.).
8. Pokrovsky A. V., Beloyartsev D. F. The value of carotid endarterectomy in the prevention of ischemic brain damage // *Journal of Neurology and Psychiatry*. S. S. Korsakov. 2015;115(9–2):4–14. (In Russ.).
9. Belov Yu. V., Lysenko A. V., Lednev P. V., Salagaev G. I. 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.
10. Gavrilenko A. V., Kuklin A. V., Skrylev S. I., Zolicheva N. Yu., Kozlov S. P. Immediate results of surgical treatment of bilateral occlusive-stenotic lesions of the carotid arteries // *Angiology and Vascular Surgery*. 2006;12(1):97–101. (In Russ.).
11. Gavrilenko A. V., Piven A. V., Ivanov V. A., Kuklin A. V., Kravchenko A. A., Kochetkov V. A. Surgical prevention of ischemic brain lesions: carotid endarterectomy and carotid stenting (selection of the optimal treatment method) // *Herald of restorative medicine*. 2011;42(2):68–74. (In Russ.).
12. Zholkovskiy A. V., Ermolenko V. V., Abuazab B. S., Zhukova N. P., Kolbov E. S., Dudanov I. P. Intraluminal shunting for carotid endarterectomy // *Medical academic journal*. 2011;11(3): 100–104. (In Russ.).
13. Mikhailov I. V., Gusinsky A. V., Drozhzhin I. G., Perevalov E. A. Results of classical carotid endarterectomy using a temporary carotid shunt // *Bulletin of surgery I. I. Grekov*. 2013; 172(3):014–018. (In Russ.).
14. Mikhailov I. V., Gusinsky A. V., Shlomin V. V., Orlova O. V., Rakhmatilaevev T. B., Mohan P. Efficiency of classical carotid endarterectomy using a temporary shunt // *Bulletin of surgery I. I. Grekov*. 2015;174(6):13–16. (In Russ.).
15. Ignatiev I. M., Bredikhin R. A., Falina T. G., Vinogradova V. V., Khismatullina L. I. Monitoring of cerebral hemodynamics during operations on the brachiocephalic arteries // *Angiology and Vascular Surgery*. 2010;16(3):107–112. (In Russ.).
16. Vinogradov R. A., Kosenkov A. N., Vinokurov I. A., Zyblov E. I., Sidorenko V. V. «Dumb» ischemic foci in the brain after revascularization of the brachiocephalic arteries // *Bulletin of the National Medical and Surgical Center*. N. I. Pirogov. 2017;12(2):52–54. (In Russ.).
17. Schnaudigel S., Gröschel K., Pilgram S. M., Kastrup A. New foci of ischemic injury after carotid artery stenting and carotid endarterectomy. Systematic review // *Journal of the National Stroke Association*. Stroke. Russian edition. 2008;(4):74–83.
18. Kamenskaya O. V., Karpenko A. A., Loginova I. Yu., Starodubtsev V. B., Kuzhuget R. A. Algorithm for determining indications for the use of a temporary shunt in carotid endarterectomy from the position of assessing the oxygen supply to the brain // *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2013;6(4):24–26. (In Russ.).
19. Kuzhuget R. A., Karpenko A. A., Kamenskaya O. V., Ignatenko P. V., Starodubtsev V. B., Postnov V. G. Ways to improve the immediate and long-term results of carotid endarterectomy // *Angiology and Vascular Surgery*. 2016;22(1):111–117. (In Russ.).
20. Karpenko A. A., Kuzhuget R. A., Kamenskaya O. V., Ignatenko P. V., Starodubtsev V. B., Shilova A. N. The prognostic value of cerebral oxygenation and retrograde pressure in carotid endarterectomy // *Circulatory pathology and cardiac surgery*. 2016;20(2):95–103. (In Russ.). Doi: 10.21688/1681-3472-2016-2-95-103.
21. Kuzhuget R. A., Karpenko A. A., Kamenskaya O. V., Ignatenko P. V., Starodubtsev V. B. Efficacy and safety of temporary bypass grafting in carotid endarterectomy // *Angiology and Vascular Surgery*. 2017;23(1):117–123. (In Russ.).
22. Lysenko A. V., Belov Yu. V., Stonogin A. V. Temporary intraluminal bypass grafting in reconstructive operations on the brachycephalic arteries // *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2015;8(4):26–29. (In Russ.).
23. Rocha-Neves J. M., Pereira-Macedo J., Dias-Neto M. F., Andrade J. P., Mansilha A. A. Benefit of selective shunt use during carotid endarterectomy under regional anesthesia // *Vascular*. 2020;28(5):505–512. Doi: 10.1177/1708538120922098.
24. Sihotsky V., Berek P., Kopolovets I., Frankovicova M., Stefanic P., Kubikova M., Mucha R. Cerebral monitoring during carotid endarterectomy using transcranial cerebral oximetry // *Bratisl Lek Listy*. 2020; 121(6):431–436. Doi: 10.4149/BLL\_2020\_070.
25. Levin S. R., Farber A., Goodney P. P., Schermerhorn M. L., Patel V. I., Arinze N., Cheng T. W., Jones D. W., Rybin D., Siracuse J. J. Shunt intention during carotid endarterectomy in the early symptomatic period and perioperative stroke risk // *J Vasc Surg*. 2020;72(4):1385–1394.e2. Doi: 10.1016/j.jvs.2019.11.047.
26. Piazza M., Zavatta M., Lamaina M., Tagliavero J., Squizzato F., Grego F., Antonello M. Early Outcomes of Routine Delayed Shunting in Carotid Endarterectomy for Asymptomatic Patients // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2018;56(3):334–341. Doi: 10.1016/j.ejvs.2018.06.030.
27. Perini P., Bonifati D. M., Tasselli S., Sogaro F. Routine Shunting During Carotid Endarterectomy in Patients With Acute Watershed Stroke // *Vasc Endovascular Surg*. 2017;51(5):288–294. Doi: 10.1177/1538574417708130.
28. Cho J. W., Jeon Y. H., Bae C. H. Selective Carotid Shunting Based on Intraoperative Transcranial Doppler Imaging during Carotid Endarterectomy: A Retrospective Single-Center Review // *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;49(1):22–28. Doi: 10.5090/kjtc.2016.49.1.22.
29. Ceyhan D., Ovali C. The effect of cerebral oximeter use on the shunt placement concerning carotid endarterectomy surgery // *Ann Card Anaesth*. 2019;22(2):158–161. Doi: 10.4103/aca.ACA\_57\_18.
30. Balaji A., Rajagopal N., Yamada Y., Teranishi T., Kawase T., Kato Y. Carotid Endarterectomy: The Need for In vivo Optical Spectroscopy in the Decision-Making on Intraoperative Shunt Usage – A Technical Note // *Asian J Neurosurg*. 2019;14(1):206–210. Doi: 10.4103/ajns.AJNS\_223\_18.
31. Lee J., Lee S., Kim S. W., Chang J. W. Selective Shunting Based on Dual Monitoring with Electroencephalography and Stump Pressure for Carotid Endarterectomy // *Vasc Specialist Int*. 2018;34(3):72–76. Doi: 10.5758/vsi.2018.34.3.72.
32. Chang J. W., Kim S. W., Lee S., Lee J., Ku M. J. Dual Monitoring with Stump Pressure and Electroencephalography During Carotid Endarterectomy // *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;50(2):94–98. Doi: 10.5090/kjtc.2017.50.2.94.
33. Tyagi S. C., Dougherty M. J., Fukuhara S., Troutman D. A., Pineda D. M., Zheng H., Calligaro K. D. Low carotid stump pressure as a predictor for ischemic symptoms and as a marker for compromised cerebral reserve in octogenarians undergoing carotid endarterectomy // *J Vasc Surg*. 2018;68(2):445–450. Doi: 10.1016/j.jvs.2017.11.076.
34. Makovec M., Kerin K., Skitek M., Jerin A., Klokočovník T. Association of biomarker S100B and cerebral oximetry with neurological changes during carotid endarterectomy performed in awake patients // *Vasa*. 2020;49(4):285–293. Doi: 10.1024/0301-1526/a000861.
35. Banga P. V., Varga A., Csobay-Novák C., Kolossváry M., Szántó E., Oderich G. S., Entz L., Sótónyi P. Incomplete circle of Willis is associated with a higher incidence of neurologic events during carotid eversion endarterectomy without shunting // *J Vasc Surg*. 2018;68(6):1764–1771. Doi: 10.1016/j.jvs.2018.03.429.
36. Vinogradov R. A., Pykhteev V. S., Martirosova K. I., Lashevich K. A. Prediction of perioperative complications in carotid endarterectomy // *Surgery*. *Journal them. N. I. Pirogov*. 2018;(1):82–85. (In Russ.). Doi: 10.17116/hirurgia2018182-85.
37. Kazantsev A. N., Chernykh K. P., Leader R. Yu., Zarkua N. E., Kubachev K. G., Bagdavadze G. Sh. et al. Glomus-sparing carotid endarterectomy according to A.N. Kazantsev. Hospital and mid-term results // *Circulatory pathology and cardiac surgery*. 2020;24(3):70–79. (In Russ.). Doi: 10.21688/1681-3472-2020-3-70-79.
38. Usachev D. Yu., Lukshin V. A., Shevchenko E. V., Shmigelsky A. V., Sosnin A. D., Akhmedov A. D. Simultaneous reconstruction of the carotid and vertebral arteries using a temporary intraluminal shunt (clinical case) // *Questions of neurosurgery named after N. N. Burdenko*. 2017;81(5):76–83. (In Russ.). Doi: 10.17116/neiro201781576-83.

39. Kazantsev A. N., Chernykh K. P., Zarkua N. E., Leader R. Yu., Kubachev K. G., Bagdavadze G. Sh. et al. «Chik-chirik» carotid endarterectomy. Bulletin of the A. N. Bakuleva RAMS. 2020;21(4):414–428. (In Russ.). Doi: 10.24022/1810-0694-2020-21-4-414-428.
40. Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Burkov N.N., Volkov A.N., Grachev K.I., YAhnis E.YA., Lider R.YU., SHabaev A.R., Barbarash L.S. Gospital'nye rezul'taty chreskozhnogo koronarnogo vmeshatel'stva i karotidnoj endarterektomii v gibridnom i poetapnom rezhimakh // Angiologiya i sosudistaya khirurgiya. 2019;25(1):101–107. Doi: 10.33529/angio2019114.
41. Tarasov R. S., Kazantsev A. N., Ivanov S. V., Burkov N. N., Anufriev A. I., Barbarash L. S. Surgical treatment of multifocal atherosclerosis: pathology of the coronary and brachiocephalic areas and predictors of early adverse events // Cardiovascular therapy and prevention. 2017;16(4): 37–44. (In Russ.). Doi: 10.15829/1728-8800-2017-4-37-44.

### Информация об авторах:

**Казанцев Антон Николаевич**, сердечно-сосудистый хирург, Городская Александровская больница (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-1115-609X; **Кравчук Вячеслав Николаевич**, доктор медицинских наук, полковник медицинской службы, профессор, зав. кафедрой сердечно-сосудистой хирургии, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова (Санкт-Петербург, Россия), Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-6337-104X; **Виноградов Роман Александрович**, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением сосудистой хирургии, главный сосудистый хирург Краснодарского края, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С. В. Очаповского (г. Краснодар, Россия), ORCID: 0000-0001-9421-586X; **Чернявский Михаил Александрович**, доктор медицинских наук, руководитель научно-исследовательского отдела сосудистой и интервенционной хирургии, Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0003-1214-0150; **Хубулава Геннадий Григорьевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, генерал медицинской службы, зав. Первой кафедрой и клиникой хирургии усовершенствования врачей им. П. А. Куприянова, зав. кафедрой факультетской хирургии с курсами лапароскопической и сердечно-сосудистой хирургии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-9242-9941.

### Information about authors:

**Kazantsev Anton N.**, Cardiovascular Surgeon, Alexandrovskaya Hospital (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-1115-609X; **Kravchuk Vyacheslav N.**, Dr. of Sci. (Med.), Colonel of the Medical Service, Professor, Head of the Department of Cardiovascular Surgery, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (Saint Petersburg, Russia), Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-6337-104X; **Vinogradov Roman A.**, Dr. of Sci. (Med.), Head of the Research Department of Vascular and Interventional Surgery, Chief Vascular Surgeon of the Krasnodar Territory, Scientific research institute – Ochapovsky regional clinic hospital № 1 (Krasnodar, Russia), ORCID: 0000-0001-9421-586X; **Chernyavsky Mikhail A.**, Dr. of Sci. (Med.), Head of the Research Department of Vascular and Interventional Surgery, Almazov National Medical Research Centre (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-1214-0150; **Khbulava Gennady G.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, General of the Medical Service, Head of the First Department and Clinic of Surgery for Advanced Training of Physicians named after P.A. Kupriyanov, Head of the Department of Faculty Surgery with Courses of Laparoscopic and Cardiovascular Surgery, Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-9242-9941.