

Гибридная ревазуляризация головного мозга и миокарда: какая каротидная эндартерэктомия предпочтительна?

А.Н. Казанцев¹, Р.А. Виноградов^{2,3}, С.В. Артюхов^{1,4}, Л.В. Рошковская¹, В.В. Матусевич², Г.Ш. Багдавадзе⁴, Р.Ю. Лидер⁵, М.О. Джанелидзе⁶, А.Е. Чикин¹, Т.Е. Зайцева¹, Ю.П. Линец¹

¹ГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия;

²ГБУЗ «НИИ — Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского», Краснодар, Россия;

³ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет», Краснодар, Россия;

⁴ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова», Санкт-Петербург, Россия;

⁵ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет», Кемерово, Россия;

⁶Западный региональный центр современных медицинских технологий, Кутаиси, Грузия

Цель работы — анализ госпитальных и отдалённых результатов гибридных операций, включающих чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) и разные виды каротидной эндартерэктомии (КЭЭ).

Материалы и методы. В когортное сравнительное проспективное открытое исследование за 2018–2020 гг. вошли 363 пациента с сочетанным атеросклеротическим поражением внутренней сонной артерии (ВСА) и коронарных артерий, которым выполнялась гибридная ревазуляризация головного мозга и миокарда. В зависимости от стратегии ревазуляризации все пациенты были распределены на 4 группы: 1-я группа ($n = 107$; 29,5%) — ЧКВ + эверсионная КЭЭ; 2-я ($n = 98$ пациентов; 27%) — ЧКВ + классическая КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой; 3-я ($n = 72$ пациента; 19,8%) — ЧКВ + гломуссберегающая КЭЭ по Р.А. Виноградову; 4-я ($n = 86$ пациентов; 23,7%) — ЧКВ + гломуссберегающая КЭЭ по А.Н. Казанцеву. Период наблюдения составил $20,8 \pm 8,0$ мес.

Перед ЧКВ пациент получал нагрузочную дозу клопидогреля (300 мг), далее в эндоваскулярной операционной выполнялось ЧКВ. Перед вмешательством, после катетеризации лучевой артерии пациент получал 10 тыс. ЕД гепарина внутриаартериально. После ЧКВ пациента транспортировали в сосудистую операционную, где проводили КЭЭ. Перед пережатием артерий при необходимости пациенту вводили 5 тыс. ЕД гепарина внутриаартериально. Гломуссберегающая КЭЭ по А.Н. Казанцеву выполнялась следующим образом: по внутреннему краю наружной сонной артерии (НСА), прилегающему к каротидному синусу, на 2–3 см выше устья, в зависимости от распространения атеросклеротической бляшки, выполнялась артериотомия с переходом на общую сонную артерию (ОСА) (также на 2–3 см ниже устья НСА). Производилось отсечение ВСА на площадке, образованной участками стенки НСА и ОСА. Далее производилась КЭЭ из ВСА по эверсионной технике. Следующим этапом выполнялась открытая КЭЭ из НСА и ОСА. ВСА на сохранённой площадке имплантировалась в прежнюю позицию.

Результаты. В госпитальном периоде наблюдения летальных исходов не зафиксировано. Все случаи инфаркта миокарда были после эверсионной и классической КЭЭ: 1-я группа — 3 (2,8%); 2-я — 1 (1,02%); $p = 0,2$. Ишемические инсульты не были зафиксированы только среди пациентов, которым выполнялась КЭЭ по А.Н. Казанцеву ($p = 0,66$), при этом в 1-й группе ишемический инсульт был у 2 (1,8%) пациентов, во 2-й — у 2 (2,04%), в 3-й — у 1 (1,38%). Наибольшее количество кардиоваскулярных событий развилось в 1-й группе, где каротидный гломус травмировался, что привело к формированию на этапе госпитального периода трудно контролируемой гипертензии. Данная тенденция отразилась на показателях комбинированной конечной точки (смерть + инфаркт миокарда + ишемический инсульт), принявшей максимальные значения в 1-й группе — 5 (4,6%) по сравнению с 3 (3,06%), 1 (1,38%) и 0 во 2–4-й группах соответственно; $p = 0,18$. В отдалённом периоде наблюдения группы были сопоставимы по кардиоваскулярным осложнениям. Однако после гломуссберегающих КЭЭ по Р.А. Виноградову и А.Н. Казанцеву выявлялось наименьшее количество рестенозов ВСА и не наблюдалось тромбозов/окклюзии НСА.

Заключение. При выполнении гибридной операции ЧКВ + КЭЭ ревазуляризация головного мозга должна производиться только по гломуссохраняющей методике. КЭЭ по А.Н. Казанцеву характеризуется отсутствием технических сложностей артериотомии. Её реализация позволяет контролировать артериальное давление в послеоперационном периоде, сводя к минимуму риск развития кардиоваскулярных осложнений.

Ключевые слова: каротидная эндартерэктомия; классическая каротидная эндартерэктомия; эверсионная каротидная эндартерэктомия; аутоаутоперсеплантация внутренней сонной артерии; гломуссберегающая каротидная эндартерэктомия; каротидный гломус; коронарное шунтирование; симультанное поражение; гибридная операция; рестеноз

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Адрес для корреспонденции: 193312, Санкт-Петербург, просп. Солидарности, д. 4. ГБУЗ «Александровская больница». E-mail: dr.antonio.kazantsev@mail.ru. Казанцев А.Н.

Для цитирования: Казанцев А.Н., Виноградов Р.А., Артюхов С.В., Рошковская Л.В., Матусевич В.В., Багдавадзе Г.Ш., Лидер Р.Ю., Джанелидзе М.О., Чикин А.Е., Зайцева Т.Е., Линец Ю.П. Гибридная ревазуляризация головного мозга и миокарда: какая каротидная эндартерэктомия предпочтительна? *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2021; 15(4): 15–26.

DOI: <https://doi.org/10.54101/ACEN.2021.4.2>

Поступила 23.05.2021 / Принята в печать 05.07.2021

Hybrid revascularization of the heart and brain: which carotid endarterectomy is preferable?

Anton N. Kazantsev¹, Roman A. Vinogradov^{2,3}, Sergey V. Artyukhov^{4,4}, Lyudmila V. Roshkovskaya¹, Vyacheslav V. Matusevich², Goderzi Sh. Bagdavadze⁴, Roman Yu. Lider⁵, Merab O. Janelidze⁶, Aleksandr E. Chikin¹, Tatyana E. Zaitseva¹, Yuriy P. Linets¹

¹Alexander City Hospital, Saint Petersburg, Russia;

²Research Institute Regional Clinical Hospital No. 1 named after prof. S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia;

³Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia;

⁴I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russia;

⁵Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia;

⁶Western Regional Center of Modern Medical Technologies, Kutaisi, Georgia

The **aim** of this study was to analyse the inpatient and long-term results of hybrid surgery, incorporating percutaneous coronary intervention (PCI) and different types of carotid endarterectomy (CEA).

Materials and methods. A prospective, open-label cohort comparison study was conducted in 2018–2020 and included 363 patients with atherosclerosis of both the internal carotid artery (ICA) and coronary artery, who underwent hybrid revascularization of the brain and myocardium. All patients were divided into four groups based on the revascularization strategy: group 1 ($n = 107$; 29.5%) — PCI + eversion CEA; group 2 ($n = 98$; 27%) — PCI + classic CEA with patch angioplasty; group 3 ($n = 72$; 19.8%) — PCI + glomus-sparing CEA according to R.A. Vinogradov; and group 4 ($n = 86$; 23.7%) — PCI + glomus-sparing CEA according to A.N. Kazantsev. The follow-up period was 20.8 ± 8.0 months.

The patient received a loading dose of clopidogrel (300 mg) before the PCI, and the procedure was then performed in an endovascular operating room. A radial artery catheter was inserted, and the patient received 10,000 IU of intravenous heparin before the procedure. After the PCI, the patient was taken to the vascular operating room, where they underwent the CEA. The patient received 5,000 IU of intravenous heparin before artery clamping. Glomus-sparing CEA according to A.N. Kazantsev was performed as follows: an arteriotomy was conducted along the internal edge of the external carotid artery (ECA), adjacent to the carotid sinus and 2–3 cm above the ostium, and extending to the common carotid artery (CCA) (also 2–3 cm below the ECA ostium), depending on the size of the atherosclerotic plaque. The ICA was transected in the area bound by the ECA and CCA walls. Eversion CEA of the ICA was performed, followed by open CEA of the ECA and CCA. The ICA was implanted in its previous position in the preserved area.

Results. No mortality was recorded during the inpatient follow-up period. All cases of myocardial infarction occurred after eversion and classic CEA: 3 in group 1 (2.8%) and 1 in group 2 (1.02%); $p = 0.2$. No ischaemic stroke was recorded only in patients who underwent CEA according to A.N. Kazantsev ($p = 0.66$); however, ischaemic stroke occurred in two patients in group 1 (1.8%), in two patients in group 2 (2.04%) and in one patient in group 3 (1.38%). The highest number of cardiovascular events occurred in group 1, due to carotid glomus injury, which led to poorly controlled hypertension during the inpatient stay. This tendency influenced the composite endpoints (death + myocardial infarction + ischaemic stroke), which were highest in group 1 (5 or 4.6%) compared to 3 (3.06%), 1 (1.38%) and 0 in groups 2–4, respectively ($p = 0.18$). The groups were comparable in the frequency of long-term complications. However, the incidence of ICA restenosis was lowest and no ECA thrombosis/occlusion was observed after glomus-sparing CEA according to R.A. Vinogradov and A.N. Kazantsev.

Conclusion. A hybrid PCI + CEA for brain revascularization should be glomus-sparing CEA according to A.N. Kazantsev was characterized by lack of procedural arteriotomy complications. This procedure enables blood pressure monitoring in the postoperative period, thus minimizing the risk of cardiovascular complications.

Keywords: carotid endarterectomy; classic carotid endarterectomy; eversion carotid endarterectomy; internal carotid artery autotransplantation; glomus-sparing carotid endarterectomy; carotid glomus; coronary stenting; simultaneous damage; hybrid surgery; restenosis

Source of funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For correspondence: 193312, St. Peterburg, prosp. Solidarnosti, 4. Alexander City Hospital. E-mail: dr.antonio.kazantsev@mail.ru. Kazantsev A.N.

For citation: Kazantsev A.N., Vinogradov R.A., Artyukhov S.V., Roshkovskaya L.V., Matusevich V.V., Bagdavadze G.Sh., Lider R.Yu., Janelidze M.O., Chikin A.E., Zaitseva T.E., Linets Yu.P. [Hybrid revascularization of the heart and brain: which carotid endarterectomy is preferable?]. *Annals of clinical and experimental neurology*. 2021; 15(4): 15–26. (In Russ.)

DOI: <https://doi.org/10.54101/ACEN.2021.4.2>

Received 23.05.2021 / Accepted 05.07.2021

Введение

Идеальная стратегия лечения сочетанного атеросклеротического поражения сонных и коронарных артерий пока не найдена [1–3]. Несмотря на то что современные исследования отстаивают потенциальные преимущества различных хирургических тактик, основанных на симультанном или поэтапном подходах, в национальных и международных рекомендациях нет единого мнения о руководящих прин-

ципах выбора оптимального способа ревазуляризации [2, 4, 5]. В работе Э.Р. Чарчян с соавт., выполненной на базе Российского научного центра хирургии им. Б.В. Петровского, продемонстрировано, что на госпитальном послеоперационном этапе нет статистически значимой разницы по частоте осложнений между группой симультанной и поэтапной ревазуляризации головного мозга и миокарда. В отдалённом же периоде наблюдения пациенты, подвергшиеся одномоментной операции коронарного шун-

тирования (КШ) и каротидной эндартерэктомии (КЭЭ), достоверно реже перенесли острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) относительно поэтапных методов лечения (КШ → КЭЭ, КЭЭ → КШ); $p = 0,021$ [5].

Со стремительным прогрессом интервенционной кардиологии чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) всё чаще стало заменять КШ [3, 4, 6]. Внедряя эндоваскулярные варианты реваскуляризации, Б.Г. Алесян с соавт. на базе НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского провёл исследование, сравнивающее такие тактики, как КШ + КЭЭ, КШ + стентирование внутренней сонной артерии (ВСА), этапное ЧКВ → стентирование ВСА, этапное ЧКВ → КЭЭ. Авторы не получили кардиоваскулярных осложнений в госпитальном периоде наблюдения, заключив, что эндоваскулярные методы коррекции сразу двух бассейнов характеризуются высокой безопасностью и эффективностью [6].

Первое исследование как в России, так и во всем мире, посвященное гибридной хирургии, включающей ЧКВ + КЭЭ, было выполнено нами под руководством А.Н. Казанцева на базе НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний [7]. За 2010–2017 гг. в работу были включены 124 пациента, оперированных в гибридном режиме: ЧКВ + КЭЭ. Комбинированная конечная точка в госпитальном послеоперационном периоде, включающая летальный исход + инфаркт миокарда (ИМ) + ОНМК, составила 4% ($n = 5$) [7]. При этом необходимо добавить, что все осложнения произошли в первые 2 сут после завершения реваскуляризации, на фоне высоких цифр неконтролируемой артериальной гипертензии, достигающей 180–200 мм рт. ст. В последующем мы связали это явление с вероятной травмой каротидного гломуса при выполнении КЭЭ. Эта гипотеза получила подтверждение при изучении существующих гломусохраняющих (ГС) техник КЭЭ [8, 9]. В частности, К.А. Анцупов в 2011 г. и Р.А. Виноградов в 2017 г. доказали взаимосвязь стабилизации послеоперационной гемодинамики с реализацией методов ГС-КЭЭ, разработанных их командами [8, 9]. Однако техники обоих авторов характеризовались сложной S-образной артериотомией, что оставляло необходимость в создании более удобного метода операции (рис. 1).

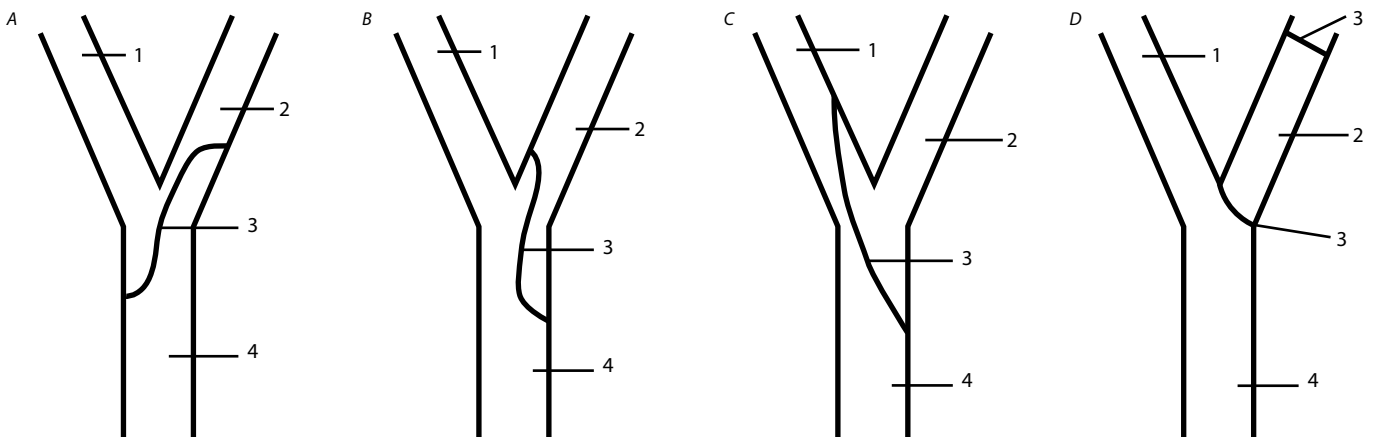


Рис. 1. Различные техники КЭЭ.

A — КЭЭ по Р.А. Виноградову; *B* — КЭЭ по К.А. Анцупову; *C* — КЭЭ по А.Н. Казанцеву; *D* — КЭЭ по Е.В. Россейкину.
1 — наружная сонная артерия (НСА); 2 — ВСА; 3 — линия артериотомии; 4 — общая сонная артерия (ОСА).

Fig. 1 Different CEA techniques.

A — CEA according to R.A. Vinogradov; *B* — CEA according to K.A. Antsupov; *C* — CEA according to A.N. Kazantsev; *D* — CEA according to E.V. Rosseykin.

1 — external carotid artery; 2 — internal carotid artery; 3 — arteriotomy line; 4 — common carotid artery.

Анализируя мировую литературу, мы также не обнаружили исследований, посвящённых гибридной реваскуляризации в объёме ЧКВ + ГС-КЭЭ. Таким образом, стремясь улучшить результаты разработанного нами метода гибридной реваскуляризации ЧКВ + КЭЭ, мы предложили гипотезу о том, что ГС-КЭЭ может значительно снизить частоту кардиоваскулярных осложнений при реализации этой стратегии лечения.

Цель работы — анализ госпитальных и отдалённых результатов гибридных операций, включающих ЧКВ + классическая/эверсионная/ГС-КЭЭ.

Материалы и методы

В данное когортное сравнительное проспективное открытое исследование за 2018–2020 гг. вошли 363 пациента с сочетанным атеросклеротическим поражением ВСА и коронарных артерий, которым выполнялась гибридная реваскуляризация головного мозга и миокарда. Все пациенты подписали согласие на операцию и на участие в исследовании. Устав работы не противоречил этическим принципам Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации.

В зависимости от реализованной стратегии реваскуляризации все пациенты были распределены на 4 группы:

- 1-я группа ($n = 107$; 29,5%) — ЧКВ + эверсионная КЭЭ;
- 2-я ($n = 98$; 27%) — ЧКВ + классическая КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой;
- 3-я ($n = 72$; 19,8%) — ЧКВ + ГС-КЭЭ по Р.А. Виноградову;
- 4-я ($n = 86$ пациентов; 23,7%) — ЧКВ + ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву [7, 10].

Стратегию реваскуляризации выбирал мультидисциплинарный консилиум, включающий сердечно-сосудистого хирурга, эндоваскулярного хирурга, нейрохирурга, кардиолога, невролога, анестезиолога-реаниматолога. Показания для гибридной операции определяли на основании действующих рекомендаций и стратификации риска осложнений по шкале EuroSCORE II. При наличии коморбидной

патологии, ограничивающей возможность наблюдения пациента в отдалённом периоде наблюдения, производилось исключение из исследования.

Гибридная реваскуляризация выполнялась следующим образом. Перед ЧКВ пациент получал нагрузочную дозу клопидогреля (300 мг), далее в эндоваскулярной операционной выполнялось ЧКВ. Перед вмешательством, после катетеризации лучевой артерии большой получал 10 тыс. ЕД гепарина внутриаириально. После завершения ЧКВ пациент транспортировался в сосудистую операционную, где реализовывалась КЭЭ. Перед пережатием артерий, при необходимости под контролем активированного частичного тромбопластинового времени, пациенту вводили 5 тыс. ЕД гепарина внутриаириально.

ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву выполняли следующим образом [7, 10]: по внутреннему краю НСА, прилегающему к каротидному синусу, на 2–3 см выше устья, в зависимости от распространения атеросклеротической бляшки, выполнялась атериотомия с переходом на ОСА (также на 2–3 см ниже устья НСА). Производилось отсечение ВСА на площадке, образованной участками стенки НСА и ОСА. Далее производили эндартерэктомию из ВСА по эверсионной технике. Следующим этапом выполняли открытую эндартерэктомию из НСА и ОСА. Далее ВСА на сохранённой площадке имплантировали в прежнюю позицию. В качестве шовного материала для выполнения сосудистого анастомоза применяли нить 6-0 Prolene (рис. 1).

При наличии протяжённого атеросклеротического поражения, выявленной интраоперационно или отслаивающейся интимы дистальнее зоны эндартерэктомии выполняли либо протезирование ВСА протезом GORE-TEX, либо КЭЭ по Е.В. Россейкину.

КЭЭ по Е.В. Россейкину осуществляли следующим образом. ВСА резецировалась, далее прецизионно вне раны, путём выворачивания, выполнялась эндартерэктомиа. Следующим этапом резецированная ВСА имплантировалась на прежнее место, при этом производилась фиксация атеросклеротической бляшки в дистальном сегменте анастомозом «конец в конец» подобно ситуации с протезированием (рис. 1).

Защиту головного мозга во время КЭЭ проводили следующим образом. Интраоперационно инвазивно измеряли ретроградное давление в ВСА. Выполняли повышение артериального давления (АД) до 190/100 мм рт. ст., внутривенно вводили 5 тыс. ЕД гепарина, артерии пережимали. Операция производилась под общей анестезией. В послеоперационном периоде в течение 7 дней каждое утро измеряли АД. Средние цифры систолического АД за утро по всем пациентам учитывались при построении графика колебания АД.

Для заключения о наличии мультифокального атеросклероза на предоперационном этапе пациенту выполняли скрининговое цветное дуплексное сканирование брахиоцефального русла, артерий нижних конечностей, дуги аорты (с использованием линейной датчика с частотой 7,0–7,5 МГц), сердца (с использованием секторного датчика с частотой 2,5–4,0 МГц) при помощи аппаратов «Acuson 128XP» («Acuson») и «Sonos 2500» («Hewlett

Packard»). Для более точной визуализации выраженности каротидного атеросклероза, идентификации нестабильной атеросклеротической бляшки проводилась мультиспиральная компьютерная томография с ангиографией экстракраниальных артерий. Понятие «нестабильная атеросклеротическая бляшка» во ВСА устанавливалось, опираясь на действующие национальные рекомендации и приведённую в них классификацию каротидных стенозов на основании аускультативных, ультразвуковых и ангиографических особенностей, включающую такие характеристики, как: подрытая, с распадом, с изъязвлением, с внутрибляшечным кровоизлиянием с деструкцией или без деструкции покрышки и атеромы [2]. Для оценки поражения коронарного русла выполнялась коронарография при помощи ангиографической установки «Innova 2100» («General Electric»). Выраженность коронарного атеросклероза рассчитывали при помощи интерактивного калькулятора «SYNTAX Score». По тяжести поражения на основании данного интерактивного калькулятора выделяется следующая градация: низкий уровень поражения (≤ 22 баллов), промежуточный (23–32 балла) и тяжёлый (≥ 33 баллов).

Под контрольными точками понималось развитие таких неблагоприятных кардиоваскулярных событий, как летальный исход, ИМ, ОНМК/транзиторная ишемическая атака (ТИА), тромбоз/рестеноз в зоне реконструкции, комбинированная конечная точка (смерть + ОНМК/ТИА + ИМ). Контроль за состоянием пациента осуществлялся при повторной явке больного в клинику через каждые полгода. Информацию о летальных исходах получали путём телефонного обзвона родственников пациента. Период наблюдения составил $20,8 \pm 8,0$ мес.

Тип распределения данных определяли с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Вычисляли среднее (M) и стандартную ошибку среднего (m). Сравнение групп проводили с применением критериев Краскела–Уоллиса и χ^2 Пирсона. Для построения кривых выживаемости применяли анализ Каплана–Мейера, для сравнения кривых — Logrank test. Различия оценивали как значимые при $p < 0,05$. Результаты исследований обработаны при помощи пакета прикладных программ «Graph Pad Prism» и программы «Med Calc 19.2.1».

По всем клинико-анамнестическим характеристикам группы были сопоставимы. Подавляющее число пациентов были мужчинами пожилого возраста. У всех диагностировалась стенокардия II функционального класса, у трети — ИМ и/или ОНМК/ТИА в анамнезе. В единичных случаях настоящая реваскуляризация миокарда стала повторной (табл. 1).

При анализе ангиографических характеристик более чем в трети случаев была визуализирована нестабильная атеросклеротическая бляшка во ВСА: в 1-й группе — у 45 (42,0%) пациентов; во 2-й — у 42 (42,8%); в 3-й — у 35 (48,6%); в 4-й — у 37 (43,0%); $p = 0,83$. При этом средний процент стеноза ВСА составил: в 1-й группе — $83,2 \pm 6,4$; во 2-й — $86,2 \pm 6,1$; в 3-й — $85,3 \pm 4,8$; в 4-й — $86,1 \pm 5,2$; $p = 0,9$. Показатели SYNTAX Score (с учётом резидуального SYNTAX Score после реваскуляризации миокарда в анамнезе) соответствовали низкой выраженности коронарного атеросклероза: в 1-й группе — $8,1 \pm 5,2$; во 2-й — $7,9 \pm 4,8$; в 3-й — $9,1 \pm 4,7$; в 4-й — $9,8 \pm 4,3$; $p = 0,62$.

Таблица 1. Сравнительная клиничко-anamнестическая характеристика групп пациентов

Table 1. Comparative clinical and medical history characteristics of the patient groups

Показатель Parameter		Группа / Group				p
		1	2	3	4	
Возраст, лет Age, years	$M \pm m$	65,7 ± 4,9	64,6 ± 7,0	65,2 ± 6,4	64,9 ± 5,1	0,34
Мужской пол Male gender	n (%)	65 (60,74)	60 (61,22)	41 (56,94)	55 (63,95)	0,84
Сердечная недостаточность II функционального класса Heart failure, functional class II	n (%)	107 (100)	98 (100)	72 (100)	86 (100)	–
Постинфарктный кардиосклероз Post-infarction atherosclerosis	n (%)	34 (31,77)	27 (27,55)	24 (33,33)	29 (33,72)	0,79
Сахарный диабет Diabetes mellitus	n (%)	4 (3,73)	7 (7,1)	1 (1,38)	3 (3,48)	0,29
Хроническая обструктивная болезнь лёгких Chronic obstructive pulmonary disease	n (%)	2 (1,86)	0 (0)	0 (0)	1 (1,16)	0,39
Хроническая почечная недостаточность Chronic kidney failure	n (%)	5 (4,67)	8 (8,16)	2 (2,77)	4 (4,6)	0,44
Фракция выброса левого желудочка, % Left ventricular ejection fraction, %	$M \pm m$	61,5 ± 8,1	60,9 ± 8,3	61,4 ± 5,6	59,9 ± 6,2	0,62
Фибрилляция предсердий Atrial fibrillation	n (%)	7 (6,54)	9 (9,18)	6 (8,33)	8 (9,30)	0,88
EuroSCOREII	$M \pm m$	5,1 ± 2,3	4,9 ± 2,5	5,1 ± 2,7	4,7 ± 2,2	0,35
ЧКВ в прошлом Previous PCI	n (%)	7 (6,54)	3 (3,06)	7 (9,72)	6 (6,97)	0,35
КШ в прошлом Previous coronary artery bypass	n (%)	0 (0)	1 (1,02)	0 (0)	1 (1,16)	0,57
ОНМК/ТИА в прошлом Previous acute cerebrovascular accident/ transient ischemic attack	n (%)	34 (31,77)	28 (28,57)	30 (41,66)	35 (40,69)	0,17

Результаты

В госпитальном периоде наблюдения летальных исходов не зафиксировано. Все ИМ развились после эверсионной и классической КЭЭ: в 1-й группе — 3 (2,8%) случая, во 2-й — 1 (1,02%), в 3-й — 0, в 4-й — 0; $p = 0,2$. ОНМК/ТИА не были зафиксированы только среди пациентов, которым выполнялась ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву, при этом в 1-й группе был 1 (1,8%) случай, во 2-й — 2 (2,04%), в 3-й — 1 (1,38%); $p = 0,66$. Наибольшее количество всех кардиоваскулярных событий развилось в 1-й группе, где каротидный гломус травмировался, что привело к формированию на этапе госпитального периода трудно контролируемой гипертензии (рис. 2). Данная тенденция отразилась на показателях комбинированной конечной точки (смерть + ИМ + ОНМК/ТИА), принявшей максимальные значения в 1-й группе — 5 (4,6%) случаев; при этом во 2-й группе было 3 (3,06%) случая, в 3-й — 1 (1,38%), в 4-й — 0; $p = 0,18$. Следует заметить, что наличие протяжённой атеросклеротической бляшки вызвало необходимость в инверсии эверсионной КЭЭ (1 случай; 0,9%) и КЭЭ по Р.А. Виноградову (1 случай; 1,38%) в протезирование ВСА. В свою очередь при выполнении КЭЭ по А.Н. Казанцеву (2 случая; 2,32%) удалось избежать применения протеза, произведя аутоотрансплантацию ВСА по Е.В. Россейкину. Геморрагические осложнения, потребовавшие ревизии раны после КЭЭ, были выявлены в сопостави-

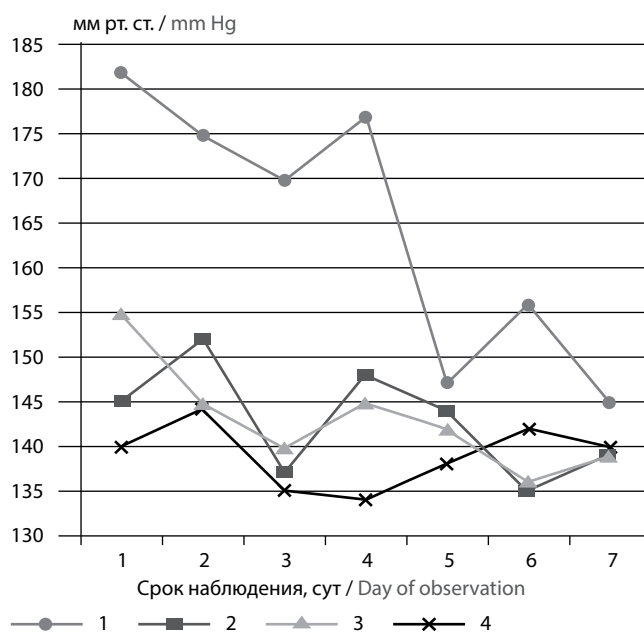


Рис. 2. Динамика систолического АД в госпитальном послеоперационном периоде.

Fig. 2. Systolic blood pressure changes in the inpatient postoperative period.

мых значениях: в 1-й группе — 1 (0,9%) случай, во 2-й — 3 (3,06%); в 3-й — 2 (2,77%), в 4-й — 1 (1,16%); $p = 0,62$.

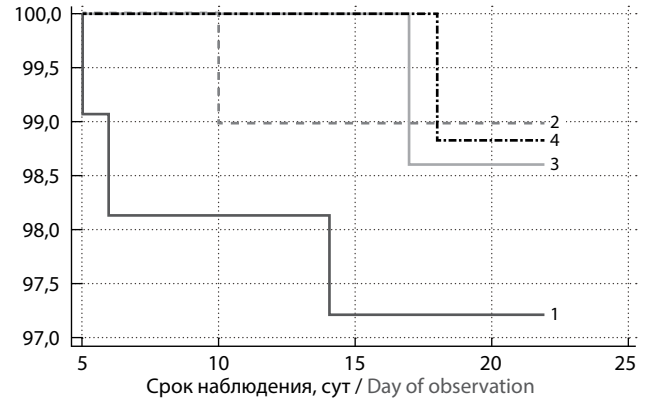
В отдалённом периоде наблюдения группы были сопоставимы по всем кардиоваскулярным осложнениям. Однако после ГС-КЭЭ по Р.А. Виноградову и А.Н. Казанцеву не наблюдалось тромбозов/окклюзии НСА ввиду полного подконтрольного удаления атеросклеротической бляшки, в отличие от эверсионной и классической методик. Несмотря на отсутствие межгрупповых различий, стоит подчеркнуть, что максимальное количество всех рестенозов диагностировано после классической КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой (табл. 2). Среди пациентов, которым выполнялась аутотрансплантация ВСА по Е.В. Россейкину, рестенозов ВСА также не зафиксировано. После протезирования ВСА были визуализированы гемодинамически незначимые рестенозы в области дистального анастомоза.

Отсутствие межгрупповых различий на отдалённом этапе наблюдения также подтвердил анализ кривых выживаемости Каплана–Мейера (рис. 3–7). Однако следует заметить, что в 1-й и 2-й группах наибольшее количество всех кардиоваскулярных осложнений было зафиксировано в первые полгода после вмешательства, что отразилось в том числе на показателях комбинированной конечной точки (смерть + ИМ + ОНМК/ТИА), в отличие от 3-й и 4-й групп (рис. 7).

Таблица 2. Отдалённые результаты операций

Table 2. Long-term surgical results

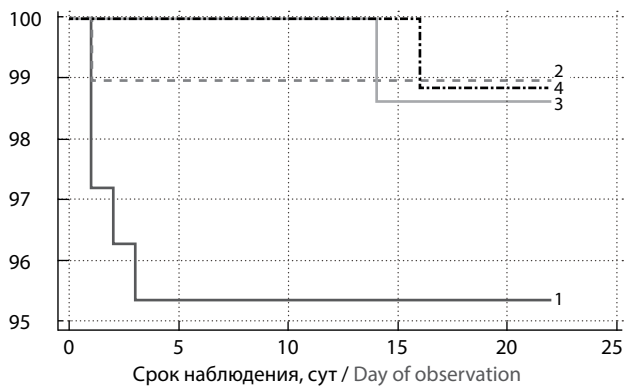
Показатель Parameter	Группа / Group								p
	1 (n = 107)		2 (n = 98)		3 (n = 72)		4 (n = 86)		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Период наблюдения, мес Follow-up period, months	19,5 ± 6,8		21,3 ± 7,5		20,8 ± 9,1		21,7 ± 8,8		0,45
Смерть от кардиоваскулярных причин Death due to cardiovascular causes	3	2,80	1	1,02	1	1,38	1	1,16	0,73
ИМ (не летальные) Myocardial infarction (non-lethal)	2	1,86	1	1,02	1	1,38	1	1,16	0,95
ОНМК/ТИА (не летальные) Acute cerebrovascular accident/ transient ischemic attack (non-lethal)	2	1,86	6	6,12	1	1,38	1	1,16	0,12
Гемодинамически значимый рестеноз в зоне реконструкции (более 60%) Haemodynamically significant restenosis in the reconstruction zone (over 60%)	2	1,86	7	7,14	3	4,16	2	2,32	0,20
Гемодинамически значимый рестеноз стента, потребовавший повторную незапланированную реваскуляризацию миокарда Haemodynamically significant stent restenosis, requiring unplanned repeat myocardial revascularization	2	1,86	1	1,02	1	1,38	1	1,16	0,95
Повторная КЭЭ Repeat CEA	2	1,86	7	7,14	3	4,16	2	2,32	0,20
Тромбоз/окклюзия НСА ICA thrombosis/occlusion	5	4,67	6	6,12	0	0	0	0	0,02
Комбинированная конечная точка (смерть + ИМ + ОНМК/ТИА) Composite endpoint (death + myocardial infarction + cerebrovascular accident/transient ischemic attack)	7	6,54	7	7,14	3	4,16	2	2,32	0,43



Группа / Group	0	5	10	15	20	25
1-я группа Group 1	106	105	104	104	104	0
2-я группа Group 2	99	98	98	98	98	0
3-я группа Group 3	72	72	72	71	71	0
4-я группа Group 4	85	85	85	84	84	0

Рис. 3. Выживаемость (%), свободная от летального исхода. Logrank test, $p = 0,73$.

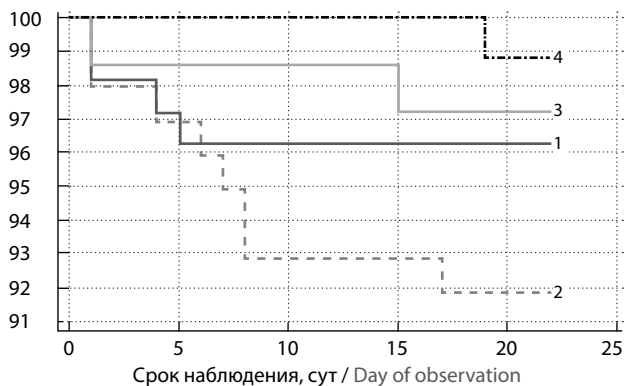
Fig. 3. Survival rate (%), non-fatal. Logrank test, $p = 0,73$.



1-я группа Group 1	107	102	102	102	102	0
2-я группа Group 2	97	96	96	96	96	0
3-я группа Group 3	72	72	72	71	71	0
4-я группа Group 4	86	86	86	86	85	0

Рис. 4. Выживаемость (%), свободная от ИМ.
Logrank test, $p = 0,22$.

Fig. 4. Survival rate (%), no myocardial infarction.
Logrank test, $p = 0,22$.



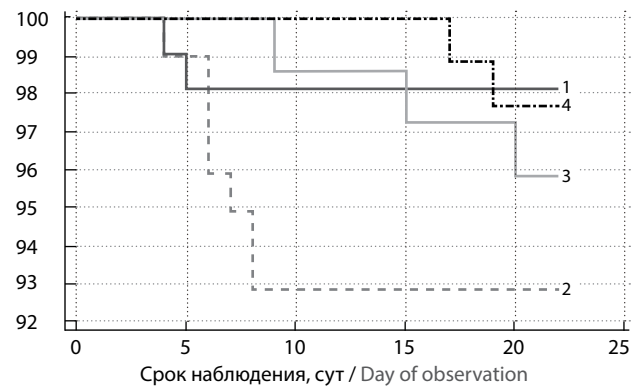
1-я группа Group 1	107	103	103	103	103	0
2-я группа Group 2	98	95	91	91	90	0
3-я группа Group 3	72	71	71	70	70	0
4-я группа Group 4	86	86	86	86	85	0

Рис. 5. Выживаемость (%), свободная от ОНМК/ТИА.
Logrank test, $p = 0,09$.

Fig. 5. Survival rate (%), no cerebrovascular accident/transient ischemic attack.
Logrank test, $p = 0,09$.

Обсуждение

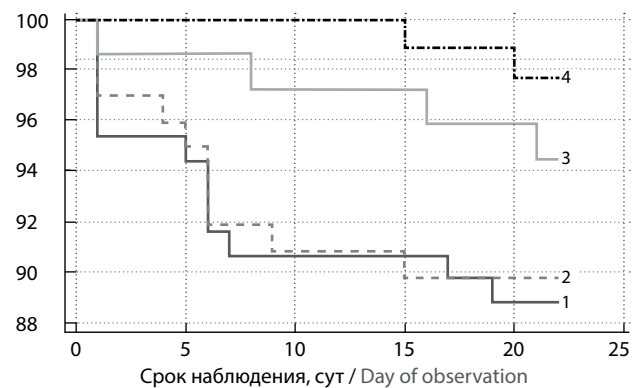
При анализе кривых выживаемости в 1-й группе за первые полгода было выявлено максимальное число случаев летального исхода, ИМ и ОНМК/ТИА (рис. 3–5). Это наблюдение может объясняться продолжающейся трудно контролируемой гипертензией, вызвавшей на своем пике катастрофические последствия. Однако во 2-й группе также наблюдалось максимальное количество ОНМК/ТИА в



1-я группа Group 1	107	105	105	105	105	0
2-я группа Group 2	98	97	91	91	91	0
3-я группа Group 3	72	72	71	70	69	0
4-я группа Group 4	86	86	86	86	84	0

Рис. 6. Выживаемость (%), свободная от гемодинамически значимого рестеноза ВСА.
Logrank test, $p = 0,2$.

Fig. 6. Survival rate (%), no haemodynamically significant ICA restenosis.
Logrank test, $p = 0,2$.



1-я группа Group 1	107	101	97	97	95	0
2-я группа Group 2	98	93	89	88	88	0
3-я группа Group 3	72	71	70	70	69	0
4-я группа Group 4	86	86	86	85	84	0

Рис. 7. Выживаемость (%), свободная от комбинированной конечной точки.
Logrank test, $p = 0,07$.

Fig. 7. Survival rate (%), no composite endpoint.
Logrank test, $p = 0,07$.

первые полгода, что можно связать с развитием гемодинамически значимых рестенозов ВСА в этот период по причине гиперплазии неоинтимы (рис. 5, 6). Исходя из этих данных, ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву и Р.А. Виноградову являются более предпочтительными относительно традиционных техник реконструкции.

Рестеноз — это патофизиологический процесс, возникающий у 30–50% пациентов, перенёсших процедуры рева-

куляризации коронарных, сонных или периферических артерий [10, 11]. Его можно рассматривать как чрезмерную реакцию заживления сосудистой стенки, подвергшейся артериальному/венозному шунтированию, эндартерэктомии или ангиопластике [10, 11]. Чаще всего рестеноз формируется через 3–8 мес после реваскуляризации и определяется как сужение диаметра сосуда более чем на 50% [10, 12]. Появление стентов нового поколения значительно снизило, но не устранило эту проблему [13]. Биомедицинские исследования на доклинических моделях животных внесли огромный вклад в выявление процессов, участвующих в прогрессии рестеноза, выходящих далеко за рамки первоначальной догмы о преимущественно пролиферативном характере патологии. Гиперплазия неоинтимы поддерживается активацией таких клеток, как гладкомышечные, фибробласты, клетки-предшественники, адвентициальные миофибробласты и воспалительные клетки [10, 14]. Их миграция к источнику повреждения стенки сосуда сопровождается образованием тромба [10, 14, 15]. Тромб, в свою очередь, обеспечивает каркас для повторной эндотелиализации, дальнейшей пролиферации и продолжающейся миграции клеток [15]. Далее запускается процесс ремоделирования сосуда, включающий пространственную реорганизацию элементов артериальной стенки [16, 17]. Она может быть компенсаторной, приводя к увеличению просвета сосуда, или констриктивной (также называемой отрицательной), приводя к сужению просвета артерии. Как правило, последняя следует за неоинтимальной гиперплазией и может быть инициирована высвобождением протеолитических ферментов во время воспалительной реакции на повреждение сосудистой стенки. Это приводит к деградации внеклеточного матрикса с отложением нового матрикса [10, 16, 17]. Также констриктивное ремоделирование сопровождается респонсивией или усилением регуляции сократительных белков сосудистыми клетками. Как правило, данный процесс запускается вместе с тромбозом, обеспечивая значительный вклад в острую потерю просвета сосуда [10, 15, 17].

Известно, что частота рестеноза выше у пациентов с сопутствующими факторами риска, такими как артериальная гипертензия, курение, сахарный диабет, гиперхолестеринемия и др. [18, 19]. Кроме того, ряд авторов описывают вклад генетических механизмов, участвующих в запуске данного процесса [20, 21]. Многие практикующие сосудистые хирурги сводят причины развития рестеноза к физическим факторам (изменение гемодинамики в каротидной бифуркации в результате расширения заплатой) или реакции организма на инородный материал (заплата), что в значительной мере снижает популярность классической каротидной эндартерэктомии с пластикой зоны реконструкции заплатой [22–24]. Последние исследования доказали, что рестеноз чаще формируется у пациентов после КЭЭ с применением заплаты [25]. Таким образом, избирая данный вид операции, заведомо повышается риск потери просвета сосуда относительно эверсионной КЭЭ или ГС-КЭЭ [25]. Тем не менее, несмотря на широкий арсенал методов, направленных на подавление формирования рестеноза, сложная многофакторная природа этого патофизиологического процесса часто приводит к неудаче в его профилактике у оперированных пациентов [10]. В конечном итоге проблема рестеноза до сих пор не решена. Результаты нашего исследования продемонстрировали отсутствие межгрупповых различий в отдалённом периоде по параметру «рестеноз ВСА». Однако, следует заметить, что данное

состояние в 2 раза чаще встречалось среди пациентов, оперированных по методике классической КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой, что подтверждает выводы метаанализа А.В. Гавриленко с соавт. [25]. Также следует заметить наличие статистических различий в показателе «окклюзия/тромбоз НСА». Методики ГС-технологии по А.Н. Казанцеву и Р.А. Виноградову, позволяющие полностью подконтрольно удалить атеросклеротическую бляшку из НСА обеспечили полную проходимость сосуда в отдалённом периоде наблюдения относительно эверсионной КЭЭ и КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой. Данное наблюдение подчёркивает дополнительное преимущество ГС-технологий перед традиционными методами КЭЭ в сохранении адекватного коллатерального сообщения прецеребрального сегмента сонных артерий с головным мозгом.

Возвращаясь к анализу графика АД на рис. 2 и сопоставляя его данные с госпитальными осложнениями, нужно ещё раз заострить внимание, что ЧКВ в сочетании с ГС-КЭЭ характеризовалось наименьшими показателями комбинированной конечной точки (смерть + ИМ + ОНМК/ТИА) относительно эверсионной КЭЭ, сопровождающейся травмой каротидного гломуса на пике неконтролируемой артериальной гипертензии до 180–200 мм рт. ст. Возвращаясь к исследованию, выполненному нами в 2010–2017 гг., анализирующему гибридную реваскуляризацию ЧКВ + КЭЭ, нужно подчеркнуть, что тогда показатели комбинированной конечной точки (смерть + ИМ + ОНМК/ТИА) составили 4% ($n = 5$). Фактически они соответствовали тому же уровню, что были получены в рамках настоящей работы при сочетании эверсионной КЭЭ с ЧКВ. Однако гибридная реваскуляризация в объёме ЧКВ + ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву стала единственной тактикой, которая не привела к развитию всех кардиоваскулярных осложнений. Таким образом, гипотеза нашего исследования была подтверждена успехом новой эффективной и безопасной тактики реваскуляризации головного мозга и миокарда.

На сегодня известны два наиболее популярных вида ГС-КЭЭ (рис. 1). Так, К.А. Анцупов с соавт. разработали сложную S-образную артериосекцию, позволяющую привычно отсечь ВСА и выполнить уже известный ход операции [8]. Однако ввиду того, что эта методика не обеспечивала полную визуализацию просвета ОСА и НСА, она не позволяла убедительно выполнить эндартерэктомию из этих артерий [8]. В 2017 г. Р.А. Виноградов с соавт. предложили более совершенную методику эверсионной КЭЭ с выполнением нестандартного S-образного разреза с полным отсечением ОСА [9]. Данный подход позволял сохранить каротидный гломус с выполнением тотальной эверсионной эндартерэктомии из всех артерий сонной бифуркации [9]. Однако недостатком перечисленных ГС-техник является значительное усложнение операции при протяжённой атеросклеротической бляшке в ВСА, не сходящей «на нет». Такая ситуация может вызвать необходимость в выполнении аутотрансплантации ВСА по Е.В. Россейкину (рис. 1) [26]. 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. Преимуществом ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву является простая трансформация его в аутотрансплантацию ВСА по Е.В. Россейкину при протяжённом атеросклероти-

Рис. 8. Интерактивная программа для выбора симультанной или поэтапной тактики реваскуляризации у пациентов с сочетанным поражением коронарных и внутренних сонных артерий.

МФА — мультифокальный атеросклероз; КШ — коронарное шунтирование.

Fig. 8. Interactive programme for selecting the simultaneous or staged revascularization approach in patients with combined coronary and internal carotid artery disease.

ческом поражении последней. Такая тактика потребует создания двух анастомозов «конец в конец», что схоже с протезированием. При этом из-за неповреждённого каротидного гломуса ВСА после полной резекции выворачивается внутри раны, начиная с дистального конца, что уже вносит некоторые отличия в технику аутотрансплантации, представленную Е.В. Россейкиным [26]. При подобных обстоятельствах во время реализации ГС-КЭЭ по Р.А. Виноградову потребуется выполнить сложную пластику артерий ввиду наличия нетривиального S-образного разреза с отсечением ОСА [9].

Определённый интерес также могут вызывать показания для симультанной реваскуляризации головного мозга и миокарда, установленные в нашем исследовании. По данным действующих рекомендаций, не существует чётких критериев отбора больных на одномоментную или поэтапную хирургическую стратегию [2]. Однако выбор тактики лечения должен осуществляться только мультидисциплинарным консилиумом, на основе опыта учреждения и стратификации риска развития осложнений [2, 27, 28]. Нужно подчеркнуть, что в сердечно-сосудистой хирургии существует немало интерактивных программ (Euro Score, STS Score и т.д.), способных рассчитать вероятность развития неблагоприятных кардиоваскулярных событий. Однако все они являются универсальными и не могут определять оптимальную хирургическую тактику [27–31]. В этих условиях мы проанализировали весь опыт лечения данной когорты больных за 2011–2019 гг. и создали математическую модель с интерактивным калькулятором, которые

на основе сложных вычислений позволяют определить на цифровом уровне, какая стратегия реваскуляризации будет наиболее приемлемой для каждого конкретного пациента [28–33]. Проспективное тестирование разработанной программы показало свою эффективность и точность стратификации риска послеоперационных осложнений [30–32]. Таким образом, благодаря этому дополнительному инструменту в арсенале мультидисциплинарной команды, выбор тактики лечения стал осуществляться не только на основе наиболее значимых характеристик поражения, но и с учётом состоятельности Виллизиева круга, степени контра- и ипсилатерального стеноза, стабильности бляшки, выраженности коронарного поражения по шкале Syntax Score и т.д. (рис. 8).

Заключение

В центрах, выполняющих гибридную операцию ЧКВ + КЭЭ, реваскуляризация головного мозга должна производиться только по ГС-методике. КЭЭ по А.Н. Казанцеву характеризуется отсутствием технических сложностей, обусловленных простотой артериотомии. Её реализация позволяет контролировать АД на оптимальном уровне в послеоперационном периоде, сводя к минимуму риск развития кардиоваскулярных осложнений, формирующихся на фоне критических цифр гипертензивного синдрома. Отсутствие таких госпитальных исходов, как смерть, ИМ, ОНМК, позволяют заключить, что гибридная реваскуляризация в объёме ЧКВ + ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву является усовершенствованным аналогом своего предшественника,

подчеркивая свою эффективность и безопасность. Наименшие показатели рестеноза ВСА и окклюзии/тромбоза НСА на отдалённом периоде наблюдения после ГС-КЭЭ по А.Н. Казанцеву относительно классической КЭЭ с пластикой зоны реконструкции заплатой, демонстрирует низкую эффективность последней в отношении потери про-

света сосуда. Таким образом, при имплантации заплаты во время КЭЭ сосудистый хирург должен обосновать выбор этого метода коррекции, осознавая, что пациент попадает в повышенную группу риска развития рестеноза ВСА уже в среднеотдалённом послеоперационном периоде наблюдения.

Список источников

- Poi M.J., Echeverria A., Lin P.H. Contemporary management of patients with concomitant coronary and carotid artery disease. *World J Surg.* 2018;42(1):272–282. DOI: 10.1007/s00268-017-4103-7. PMID: 28785837.
- Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2013;19(2):4–68.
- Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Бурков Н.Н. и др. Госпитальные результаты чрескожного коронарного вмешательства и каротидной эндауректомии в гибридном и поэтапном режимах. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2019;25(1):101–107. DOI: 10.33529/angio2019114.
- Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Бурков Н.Н. и др. Гибридная реваскуляризация головного мозга и миокарда: стратификация риска госпитальных осложнений. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2020;26(2):118–123. DOI: 10.33529/ANGIO2020212.
- Чарчян Э.Р., Степаненко А.Б., Генс А.П. и др. Ближайшие и отдалённые результаты хирургического лечения больных с сочетанным поражением сонных и коронарных артерий. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2017;10(1):22–27. DOI: 10.17116/kardio201710122-27.
- Алекян Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г. и др. Непосредственные результаты эндоваскулярного лечения пациентов с сочетанным поражением коронарных и внутренних сонных артерий. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019;6(1):20–26. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-1-20-26.
- Казанцев А.Н., Черных К.П., Лидер Р.Ю. и др. Гломус-сберегающая каротидная эндауректомия по А.Н. Казанцеву. Госпитальные и среднеотдаленные результаты. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2020;24(3):70–79. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-3-70-79.
- Анцупов К.А., Лаврентьев А.В., Виноградов О.А. и др. Особенности техники гломус-сберегающей эверсионной каротидной эндауректомии. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2011;17(2):119–123.
- Виноградов Р.А., Матусевич В.В. Способ лечения хронической сосудисто-мозговой недостаточности. Патент на изобретение RU 2635471 С, 13.11.2017. Заявка № 2016137627 от 20.09.2016.
- Казанцев А. Н., Черных К. П., Заркуа Н. Э. и др. Новый способ гломус-сберегающей каротидной эндауректомии по А. Н. Казанцеву: отсечение внутренней сонной артерии на площадке из наружной и общей сонной артерии. *Российский кардиологический журнал.* 2020;25(8):10–17. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3851.
- Казанцев А.Н., Черных К.П., Заркуа Н.Э. и др. «Чик-чирик» каротидная эндауректомия. *Бюллетень НИССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2020;21(4):414–428. DOI: 10.24022/1810-0694-2020-21-4-414-428.
- Lespérance J., Bourassa M.G., Schwartz L. et al. Definition and measurement of restenosis after successful coronary angioplasty: implications for clinical trials. *Am Heart J.* 1993;125(5 Pt 1):1394–1408. DOI: 10.1016/0002-8703(93)91013-5.
- Козловская И.Л., Лопухова В.В., Булкина О.С. и др. Новые европейские рекомендации по миокардиальной реваскуляризации: позиции ЧКВ при стабильной ИБС. *Доктор.Ру.* 2019;157(2):6–11. DOI: 10.31550/1727-2378-2019-157-2-6-11.
- Hosono M., Ueda M., Suehiro S. et al. Neointimal formation at the sites of anastomosis of the internal thoracic artery grafts after coronary artery bypass grafting in human subjects: an immunohistochemical analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;120(2):319–328. DOI: 10.1067/mtc.2000.106328. PMID: 10917949.
- Myit S., Delafontaine P., Bochaton-Piallat M.L. et al. Different growth properties of neointimal and medial smooth muscle cells in response to growth factors. *J Vasc Res.* 2003;40(2):97–104. DOI: 10.1159/000070706. PMID: 12808345.
- Shanahan C.M., Weissberg P.L. Smooth muscle cell heterogeneity: patterns of gene expression in vascular smooth muscle cells *in vitro* and *in vivo*. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 1998;18(3):333–338. DOI: 10.1161/01.atv.18.3.333. PMID: 9514400.
- Mori F., Nakayama T., Matsuzawa T. et al. Observation of the expansion behavior and quantitative evaluation of elastic recoil of a balloon-expandable stent in three dimensions using a Micro-CT system. *Technol Health Care.* 2012;20(4):305–315. DOI: 10.3233/THC-2012-0680. PMID: 23006911.
- Филатова А.Ю., Ромасов И.В., Потехина А.В. и др. Сроки возникновения и возможные предикторы коронарного рестеноза. *Кардиология.* 2020;60(2):10–16. DOI: 10.18087/cardio.2020.2.n621.
- Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Бурков Н.Н. и др. Каротидная эндауректомия: трехлетние результаты наблюдения в рамках одноцентрового регистра. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2018;24(3):101–108.

References

- Poi M.J., Echeverria A., Lin P.H. Contemporary management of patients with concomitant coronary and carotid artery disease. *World J Surg.* 2018;42(1):272–282. DOI: 10.1007/s00268-017-4103-7. PMID: 28785837.
- National guidelines for the management of patients with brachiocephalic artery disease. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya.* 2013;19(2):4–68. (In Russ.)
- Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Burkov N.N. et al. Hospital results of percutaneous coronary intervention and carotid endarterectomy in hybrid and phased modes. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya.* 2019;25(1):101–107. DOI: 10.33529/angio2019114. (In Russ.)
- Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Burkov N.N. et al. Hybrid revascularization of the brain and myocardium: stratification of the risk of hospital complications. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya.* 2020;26(2):118–123. (In Russ.)
- Charchyan E.R., Stepanenko A.B., Gens A.P. et al. Immediate and long-term results of surgical treatment of patients with combined lesions of the carotid and coronary arteries. *Kardiologiya i serdечно-sosudistaya khirurgiya.* 2017;10(1):22–27. DOI: 10.17116/kardio201710122-27. (In Russ.)
- Alekyan B.G., Pokrovsky A.V., Karapetyan N.G. et al. Immediate results of endovascular treatment of patients with concomitant coronary and internal carotid artery disease. *Endovaskulyarnaya khirurgiya.* 2019;6(1):20–26. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-1-20-26. (In Russ.)
- Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Lider R.Yu. et al. Glomus-sparing carotid endarterectomy according to A.N. Kazantsev. Hospital and mid-term results. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya.* 2020;24(3):70–79. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-3-70-79. (In Russ.)
- Antsupov K.A., Lavrentiev A.V., Vinogradov O.A. et al. Features of the glomus-sparing eversion carotid endarterectomy technique. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya.* 2011;17(2):119–123. (In Russ.)
- Vinogradov R.A., Matusevich V.V. A method for the treatment of chronic cerebrovascular insufficiency. Patent for invention RU 2635471 C, 11/13/2017. Application No. 2016137627 dated 09.20.2016. (In Russ.)
- Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Zarkua N.E. et al. A new method of glomus-sparing carotid endarterectomy according to A. N. Kazantsev: cutting off the internal carotid artery at the site from the external and common carotid artery. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal.* 2020;25(8):10–17. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3851. (In Russ.)
- Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Zarkua N.E. et al. “Chik-chirik” carotid endarterectomy. *Byulleten’ NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN.* 2020;21(4):414–428. DOI: 10.24022/1810-0694-2020-21-4-414-428. (In Russ.)
- Lespérance J., Bourassa M.G., Schwartz L. et al. Definition and measurement of restenosis after successful coronary angioplasty: implications for clinical trials. *Am Heart J.* 1993;125(5 Pt 1):1394–1408. DOI: 10.1016/0002-8703(93)91013-5.
- Kozlovskaya I.L., Lopukhova V.V., Bulkina O.S. et al. New European guidelines for myocardial revascularization: PCI positions in stable coronary artery disease. *Doktor.Ru.* 2019;2(157):6–11. DOI: 10.31550 / 1727-2378-2019-157-2-6-11. (In Russ.)
- Hosono M., Ueda M., Suehiro S. et al. Neointimal formation at the sites of anastomosis of the internal thoracic artery grafts after coronary artery bypass grafting in human subjects: an immunohistochemical analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;120(2):319–328. DOI: 10.1067/mtc.2000.106328. PMID: 10917949.
- Myit S., Delafontaine P., Bochaton-Piallat M.L. et al. Different growth properties of neointimal and medial smooth muscle cells in response to growth factors. *J Vasc Res.* 2003;40(2):97–104. DOI: 10.1159/000070706. PMID: 12808345.
- Shanahan C.M., Weissberg P.L. Smooth muscle cell heterogeneity: patterns of gene expression in vascular smooth muscle cells *in vitro* and *in vivo*. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 1998;18(3):333–338. DOI: 10.1161/01.atv.18.3.333. PMID: 9514400.
- Mori F., Nakayama T., Matsuzawa T. et al. Observation of the expansion behavior and quantitative evaluation of elastic recoil of a balloon-expandable stent in three dimensions using a Micro-CT system. *Technol Health Care.* 2012;20(4):305–315. DOI: 10.3233/THC-2012-0680. PMID: 23006911.
- Filatova A.Yu., Romasov I.V., Potekhina A.V. Dates of occurrence and possible predictors of coronary restenosis. *Kardiologiya.* 2020;60(2):10–16. DOI: 10.18087/cardio.2020.2.n621. (In Russ.)
- Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Burkov N.N. et al. Carotid endarterectomy: three-year follow-up in a single-center registry. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya.* 2018;24(3):101–108. (In Russ.)

20. Слепцов А.А., Назаренко М.С., Зайцева А.В. и др. Соматический мозаицизм и структурная вариабельность гена *gpb3* при атеросклерозе. *Атеросклероз*. 2019;15(4):46–51. DOI: 10.15372/ATER20190404.
21. Nazarenko M.S., Sleptcov A.A., Lebedev I.N. et al. Genomic structural variations for cardiovascular and metabolic comorbidity. *Scientific Reports*. 2017;7:41268. DOI: 10.1038/srep41268. PMID: 28120895.
22. Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Борисов В.Г. и др. Компьютерное моделирование гемодинамических показателей в бифуркации сонных артерий после каротидной эндартерэктомии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019;25(3):107–112. DOI: 10.33529/ANGIO2019311.
23. Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Захаров Ю.Н. и др. Персонализированная реваскуляризация головного мозга: метод компьютерного моделирования зоны реконструкции для проведения каротидной эндартерэктомии. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;(6):71–75. DOI: 10.17116/hirurgia202006171.
24. Покровский А.В., Головюк А.Л. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2018 году. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018;25(2; Прил.):1–40.
25. Гавриленко А.В., Куклин А.В., Аль-Юсеф Н.Н. и др. Мета-анализ результатов эверсионной каротидной эндартерэктомии и эндартерэктомии с пластикой заплатой. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(1):176–183. DOI: 10.33529/ANGIO2020121.
26. Россейкин Е.В., Воеводин А.Б., Базылев В.В. Аутоотрансплантация внутренней сонной артерии: новый взгляд на технику эверсионной каротидной эндартерэктомии. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2015; 16(S6):98.
27. Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Бурков Н.Н. и др. Структура госпитальных и отдаленных осложнений хирургического лечения стенотических поражений коронарных и сонных артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(1):89–95. DOI: 10.33529/ANGIO2020113.
28. Казанцев А.Н. Персонализированный выбор оптимальной стратегии хирургического лечения пациентов с сочетанным поражением коронарного русла и брахиоцефальных артерий. *Сибирский медицинский журнал*. 2017;32(1):74–78.
29. Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Каган Е.С. и др. Модель персонализированного выбора стратегии реваскуляризации у пациентов с симультанным поражением каротидных и коронарных артерий: прогнозирование отдаленных исходов. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2018;60(2):133–142. DOI: 10.24022/0236-2791-2018-60-2-133142.
30. Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Бурков Н.Н. и др. Аорто-бикаротидно-подключичное трифуркационное шунтирование в сочетании с аортокоронарным шунтированием. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018;24(4):146–150.
31. Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Зинец М.Г. и др. Проспективное тестирование программы для выбора хирургической тактики при мультифокальным атеросклерозе. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2019;12(5):402–409. DOI: 10.17116/kardio201912051402.
32. Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Черных К.П. и др. Клинический случай лечения сочетанной патологии: разрыв аневризмы средней мозговой артерии на фоне стеноза внутренней сонной и коронарных артерий. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(2):109–118. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-109-118.
33. Тарасов Р.С., Каган Е.С., Казанцев А.Н. и др. Способ определения оптимальной стратегии реваскуляризации у пациентов с симультанным атеросклеротическим поражением брахиоцефальных и коронарных артерий. Патент на изобретение RU 2681581 C1, 11.03.2019. Заявка № 2017134655 от 03.10.2017.
20. Sleptsov A.A., Nazarenko M.S., Zaitseva A.V. Somatic mosaicism and structural variability of the *gpb3* gene in atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2019;15(4):46–51. DOI: 10.15372/ATER20190404. (In Russ.)
21. Nazarenko M.S., Sleptcov A.A., Lebedev I.N. et al. Genomic structural variations for cardiovascular and metabolic comorbidity. *Scientific Reports*. 2017;7:41268. DOI: 10.1038/srep41268. PMID: 28120895.
22. Kazantsev A.N., Burkov N.N., Borisov V.G. et al. Computer modeling of hemodynamic parameters in bifurcation of the carotid arteries after carotid endarterectomy. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2019;25(3):107–112. DOI: 10.33529/ANGIO2019311. (In Russ.)
23. Kazantsev A.N., Burkov N.N., Zakharov Yu.N. et al. Personalized brain revascularization: a method of computer modeling of the reconstruction area for carotid endarterectomy. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2020;(6):71–75. DOI: 10.17116/hirurgia202006171. (In Russ.)
24. Pokrovskiy A.V., Golovyuk A.L. The state of vascular surgery in the Russian Federation in 2018. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2018;25(2; Suppl.):1–40. (In Russ.)
25. Gavrilenko A.V., Kuklin A.V., Al-Yousef N.N. et al. A meta-analysis of the results of eversion carotid endarterectomy and endarterectomy with plastic repair. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2020;26(1):176–183. DOI: 10.33529/ANGIO2020121. (In Russ.)
26. 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. *Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistyye zabolevaniya*. 2015;16(S6):98. (In Russ.)
27. Tarasov R.S., Kazantsev A.N., Burkov N.N. et al. The structure of hospital and long-term complications of surgical treatment of stenotic lesions of the coronary and carotid arteries. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2020;26(1):89–95. DOI: 10.33529/ANGIO2020113. (In Russ.)
28. Kazantsev A.N. Personalized choice of the optimal strategy for surgical treatment of patients with combined lesions of the coronary bed and brachiocephalic arteries. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal* 2017;32(1):74–78. (In Russ.)
29. Tarasov R.S., Kazantsev A.N., Kagan E.S. et al. Model of personalized choice of revascularization strategy in patients with simultaneous lesions of the carotid and coronary arteries: predicting long-term outcomes. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2018;60(2):133–142. DOI: 10.24022/0236-2791-2018-60-2-133142. (In Russ.)
30. Tarasov R.S., Kazantsev A.N., Burkov N.N. et al. Aorto-bicarotid-subclavian trifurcation bypass grafting in combination with coronary artery bypass grafting. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2018;24(4):146–150. (In Russ.)
31. Tarasov R.S., Kazantsev A.N., Zinets M.G. et al. Prospective testing of the program for the choice of surgical tactics in multifocal atherosclerosis. *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2019;12(5):402–409. DOI: 10.17116/kardio201912051402. (In Russ.)
32. Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Chernykh K.P. A clinical case of treatment of combined pathology: rupture of an aneurysm of the middle cerebral artery against the background of stenosis of the internal carotid and coronary arteries. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2020;24(2):109–118. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-109-118. (In Russ.)
33. Tarasov R.S., Kagan E.S., Kazantsev A.N. et al. A method for determining the optimal revascularization strategy in patients with simultaneous atherosclerotic lesions of the brachiocephalic and coronary arteries. Patent for invention RU 2681581 C1, 11.03.2019. Application No. 2017134655 dated 03.10.2017.

Информация об авторах

Казанцев Антон Николаевич — сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии № 3, СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия, orcid.org/0000-0002-1115-609X

Виноградов Роман Александрович — д.м.н., доцент, зав. отд. сосудистой хирургии, главный сосудистый хирург Краснодарского края, сердечно-сосудистый хирург, НИИ Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия; кафедра хирургии № 1 ФПК и ППС Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Россия, orcid.org/0000-0001-9421-586X

Артохов Сергей Викторович — к.м.н., зам. главного врача, СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия, orcid.org/0000-0001-8249-3790

Рошкова Людмила Викторовна — к.м.н., зам. главного врача по неврологии, ГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия, orcid.org/0000-0002-6735-5020

Матусевич Вячеслав Викторович — сердечно-сосудистый хирург, ГБУЗ «НИИ Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского», Краснодар, Россия, orcid.org/0000-0001-9461-2726

Багдавадзе Годеджи Шотаевич — ординатор, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург, Россия, orcid.org/0000-0001-5970-6209

Лидер Роман Юрьевич — студент, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет», Кемерово, Россия, orcid.org/0000-0002-3844-2715

Джанелидзе Мераб Омаревич — к.м.н., ведущий хирург, Западный региональный центр современных медицинских технологий, Кутаиси, Грузия, orcid.org/0000-0002-5135-0479

Чикин Александр Евгеньевич — к.м.н., зам. главного врача по хирургической помощи, ГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия, orcid.org/0000-0001-6539-0386

Зайцева Татьяна Евгеньевна — к.м.н., зам. главного врача по лечебной работе, ГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия, orcid.org/0000-0001-8971-7558

Линец Юрий Павлович — д.м.н., проф., главный врач, ГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург, Россия, orcid.org/0000-0002-2279-3887

Вклад авторов. *Казанцев А.Н.* — написание статьи; *Виноградов Р.А., Артохов С.В.* — стилистическая правка; *Рошкова Л.В.* — обзор литературы; *Матусевич В.В., Багдавадзе Г.Ш.* — статистический анализ; *Лидер Р.Ю.* — написание статьи; *Джанелидзе М.О., Зайцева Т.Е.* — концепция и дизайн; *Чикин А.Е., Линец Ю.П.* — утверждение окончательного варианта статьи.

Information about the authors

Anton N. Kazantsev — cardiovascular surgeon, Surgery department No. 3, Alexander City Hospital, St. Petersburg, Russia, orcid.org/0000-0002-1115-609X

Roman A. Vinogradov — D. Sci. (Med.), Associate Professor, Head, Department of Vascular Surgery, Chief vascular surgeon of the Krasnodar Territory, cardiovascular surgeon, Research Institute Regional Clinical Hospital No. 1 named after prof. S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia; Department of Surgery No. 1, FPK and PPS Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia, orcid.org/0000-0001-9421-586X

Sergey V. Artyukhov — Cand. Sci. (Med.), Deputy chief physician, Alexander City Hospital, St. Petersburg, Russia, orcid.org/0000-0001-8249-3790

Lyudmila V. Roshkovskaya — Cand. Sci. (Med.), Deputy chief physician for neurology, Alexander City Hospital, St. Petersburg, Russia, orcid.org/0000-0002-6735-5020

Vyacheslav V. Matusевич — cardiovascular surgeon, Research Institute Regional Clinical Hospital No. 1 named after prof. S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia, orcid.org/0000-0001-9461-2726

Godedji Sh. Bagdavadze — ordinator, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia, orcid.org/0000-0001-5970-6209

Roman Yu. Lider — student, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia, orcid.org/0000-0002-3844-2715

Merab O. Janelidze — Cand. Sci. (Med.), leading surgeon, Western Regional Center for Modern Medical Technologies, Georgia, Kutaisi, orcid.org/0000-0002-5135-0479

Aleksandr E. Chikin — Cand. Sci. (Med.), Deputy chief doctor for surgical care, Alexander City Hospital, St. Petersburg, Russia, orcid.org/0000-0001-6539-0386

Tatyana E. Zaitseva — Cand. Sci. (Med.), Deputy chief physician for medical work, Alexander City Hospital, St. Petersburg, Russia, orcid.org/0000-0001-8971-7558

Yuriy P. Linets — D. Sci. (Med.), Professor, chief physician, Alexander City Hospital, Saint Petersburg, Russia, orcid.org/0000-0002-2279-3887

Author contribution. *Kazantsev A.N.* — writing an article; *Vinogradov R.A., Artyukhov S.V.* — stylistic editing; *Roshkovskaya L.V.* — literature review; *Matusевич V.V., Bagdavadze G.Sh.* — statistical analysis; *Lider R.Yu.* — writing an article; *Janelidze M.O., Zaitseva T.E.* — concept and design; *Chikin A.E., Linets Yu.P.* — approval of the final version of the article.