

© Коллектив авторов, 2021

УДК 616.133.3-004.6-089.819.5

## Стентирование внутренних сонных артерий с применением стентов последнего поколения

*А.В. Тер-Акопян, О.В. Крючкова, А.А. Калинин, В.Ф. Ликов, Н.В. Ломакин, А.С. Оганесян, А.С. Абрамов, Н.Е. Никитин, А.А. Мамырбаев*

ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации, ул. Маршала Тимошенко, 15, Москва, 121359, Российская Федерация

Тер-Акопян Армен Вигенович, доктор мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; [orcid.org/0000-0001-6693-3944](http://orcid.org/0000-0001-6693-3944)

Крючкова Оксана Валентиновна, канд. мед. наук, заведующая отделением рентгеновской диагностики и томографии

Калинин Андрей Анатольевич, канд. мед. наук, заведующий отделением сосудистой хирургии

Ликов Виктор Федорович, доктор мед. наук, заведующий первым кардиологическим отделением

Ломакин Никита Валерьевич, доктор мед. наук, заведующий вторым кардиологическим отделением

Оганесян Арам Серобович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Абрамов Александр Сергеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Никитин Никита Егорович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Мамырбаев Аскар Асанбекович, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург

**Цель исследования** – продемонстрировать эффективность и безопасность использования стентов последнего поколения при атеросклеротическом поражении внутренних сонных артерий.

**Материал и методы.** В период с ноября 2018 г. по декабрь 2020 г. было выполнено 158 стентирований внутренних сонных артерий с применением двухслойных стентов последнего поколения (CGuard – 100%) у 148 пациентов. Возраст пациентов варьировал от 53 до 87 лет. Степень стеноза, по данным мультиспиральной компьютерной томографии с внутривенным введением контрастного препарата, составила (по результатам количественного анализа) 60–99%. Асимптомное течение отмечено у 26 (17,6%) больных. Бикаротидное поражение диагностировано у 11 (7,4%) пациентов, у 3 (2%) из них выявлена окклюзия контралатеральной внутренней сонной артерии. Всем 8 (5,4%) пациентам с бикаротидным стенозом стентирование обеих внутренних сонных артерий было выполнено в два этапа.

Во всех случаях стентирование внутренней сонной артерии осуществлялось бедренным доступом с применением устройств для защиты головного мозга от дистальной эмболии: система дистальной защиты использовалась у 141 (89,2%), система проксимальной защиты – у 17 (10,8%) пациентов. Во всех случаях применения системы проксимальной защиты стентированию внутренней сонной артерии предшествовала предилатация баллонным катетером. У 1 (0,7%) пациента стентирование выполнялось при рестенозе в имплантированном ранее стенте. Еще у 1 (0,7%) больного стентирование внутренней сонной артерии проводилось в острейший период нарушения мозгового кровообращения – стентированию предшествовала тромбоаспирация из экстракраниальных отделов внутренней сонной артерии.

**Результаты.** Технический успех составил 100%. После стентирования внутренней сонной артерии в раннем по-слеоперационном периоде у 3 (2%) больных развилась транзиторная ишемическая атака. Инсульты, а также тромбозы стента не зарегистрированы. Летальных исходов не было.

**Заключение.** Применение двухслойных каротидных стентов является высокоэффективным и безопасным методом лечения при атеросклеротическом поражении внутренней сонной артерии.

**Ключевые слова:** эндоваскулярное вмешательство, внутренняя сонная артерия, стеноз, двухслойные стенты.

**Для цитирования:** Тер-Акопян А.В., Крючкова О.В., Калинин А.А., Ликов В.Ф., Ломакин Н.В., Оганесян А.С., Абрамов А.С., Никитин Н.Е., Мамырбаев А.А. Стентирование внутренних сонных артерий с применением стентов последнего поколения. Эндоваскулярная хирургия. 2021; 8 (2): 185–90. DOI: [10.24183/2409-4080-2021-8-2-185-190](https://doi.org/10.24183/2409-4080-2021-8-2-185-190)

**Для корреспонденции:** Тер-Акопян Армен Вигенович, e-mail: [terarmen@mail.ru](mailto:terarmen@mail.ru)

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 12.05.2021  
Принята к печати 19.05.2021

## Stenting of the internal carotid arteries using the latest generation stents

*A.V. Ter-Akopyan, O.V. Kryuchkova, A.A. Kalinin, V.F. Likov, N.V. Lomakin, A.S. Oganesyan, A.S. Abramov, N.E. Nikitin, A.A. Mamyrbaev*

Central Clinical Hospital with Polyclinic, Department for Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow, 121359, Russian Federation

Armen V. Ter-Akopyan, Dr. Med. Sc., Head of Endovascular Surgery Department;  
[orcid.org/0000-0001-6693-3944](http://orcid.org/0000-0001-6693-3944)

Oksana V. Kryuchkova, Cand. Med. Sc., Head of Radiology and Tomography Department  
 Andrey A. Kalinin, Cand. Med. Sc., Head of Vascular Surgery Department  
 Viktor F. Likov, Dr. Med. Sc., Head of First Cardiology Department  
 Nikita V. Lomakin, Dr. Med. Sc., Head of Second Cardiology Department  
 Aram S. Oganesyan, Endovascular Surgeon  
 Aleksandr S. Abramov, Endovascular Surgeon  
 Nikita E. Nikitin, Endovascular Surgeon  
 Askar A. Mamyrbayev, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon

**Objective.** To demonstrate safety and efficacy of the latest generation stents in atherosclerotic lesions of internal carotid arteries.

**Material and methods.** From November 2018 to December 2020 158 internal carotid arteries in 148 patients underwent stenting with latest generation double layer stents (100% CGuard). Age of the patients ranged from 53 to 87 years. Stenosis severity was assessed via quantitative vascular analysis of CT-angiography – the degree of stenosis was from 60% to 99%. 26 (17.6%) patients had asymptomatic lesions. Bicarotid lesion was diagnosed in 11 (7.4%) patients, 3 (2%) of them had an occlusion of the contralateral internal carotid artery. Eight (5.4%) patients with bicarotid lesions and no contralateral occlusion underwent stenting of both internal carotid arteries in two stages.

In all cases, stenting of the internal carotid artery was performed via femoral access and embolic protection devices. Distal protection system was used in 141 (89.2%) patients, proximal protection system – in 17 (10.8%) patients. In every case when proximal embolic protection was used predilatation with a balloon catheter was performed. In 1 (0.7%) patient, stenting of an “in-stent” restenosis was performed. In 1 (0.7%) patients, stenting of the internal carotid artery was performed in acute stroke – stenting was preceded by thrombus aspiration from the extracranial parts of the internal carotid artery.

**Results.** The technical success rate was 100%. After stenting of the internal carotid artery 3 (2%) patients developed a transient ischemic attack in the early postoperative period. Strokes, as well as stent thrombosis have not been registered. There were no lethal outcomes.

**Conclusion.** Double-layer stents are highly effective and safe devices for treatment of atherosclerotic lesions in internal carotid artery.

**Keywords:** endovascular intervention, internal carotid artery, stenosis, double layer stents.

**For citation:** Ter-Akopyan A.V., Kryuchkova O.V., Kalinin A.A., Likov V.F., Lomakin N.V., Oganesyan A.S., Abramov A.S., Nikitin N.E., Mamyrbayev A.A. Stenting of the internal carotid arteries using the latest generation stents. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2021; 8 (2): 185–90 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-2-185-190

**For correspondence:** Armen V. Ter-Akopyan, e-mail: terarmen@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received May 12, 2021  
 Accepted May 19, 2021

## Введение

Острый ишемический инсульт – ведущая причина приобретенной инвалидности во всем мире и четвертая по частоте причина смертности в развитых странах [1]. Атеросклеротический стеноз внутренней сонной артерии (BCA) является причиной инсульта более чем в 20% случаев [2]. В Российской Федерации ежегодно регистрируются 400 000 – 450 000 случаев инсульта [3]. В структуре заболеваемости ишемический инсульт (ИИ) преобладает над геморрагическим и является одной из основных причин преждевременной смерти и стойкой утраты трудоспособности. Смертность от ИИ в России составляет 1,23 случая на 1000 человек в год. Около 1/3 пациентов, перенесших ИИ, нуждаются в посторонней помощи в быту, 20% не могут самостоятельно передвигаться, и лишь около 20% пациентов способны вернуться к прежней трудовой деятельности [3].

Вследствие значительных затрат, связанных с проведением лечебных и реабилитационных

мероприятий среди пациентов с ИИ и обеспечением постоянного ухода за больными, проблема цереброваскулярной патологии приобрела не только медицинскую, но и социальную значимость.

Несмотря на то что открытое хирургическое вмешательство – каротидная эндартерэктомия – считается «золотым стандартом» лечения атеросклеротического поражения BCA, эндоваскулярное вмешательство показало сопоставимую эффективность по частоте возникновения постоперационных инсультов [4]. У пациентов с высоким хирургическим риском (сердечно-легочные заболевания в анамнезе, рестенозы, контралатеральная окклюзия, состояние после лучевой терапии, проксимальные и дистальные поражения) предпочтение отдается стентированию. Более того, эндоваскулярный метод лечения показал меньшую вероятность возникновения инфаркта миокарда у пациентов высокого риска [4–6].

Основным недостатком эндоваскулярного метода лечения на сонных артериях (СА) счита-

лась относительно высокая частота клинических инсультов (преимущественно малых) [4]. При помощи магнитно-резонансной томографии (МРТ) было установлено, что у бессимптомных пациентов риск новых церебральных осложнений при эндоваскулярном вмешательстве выше, чем при открытой хирургии [5]. Также в некоторых исследованиях сообщается о повышенном уровне специфических нейробиомаркеров после процедур реваскуляризации СА в силу возможных эмболических событий, связанных с сосудами головного мозга [7, 8], несмотря на то, что новые и улучшенные системы защиты от дистальной эмболии продемонстрировали снижение перипроцедурных событий при эндоваскулярном методе лечения СА [9, 10]. В то же время 40–70% постпроцедурных осложнений возникает в период от 1 до 30 дней после имплантации стента [11, 12]. Риск неблагоприятных постпроцедурных церебральных событий был непосредственно связан с площадью пораженного участка СА, не покрытой стратами стента [12, 13]. Это обстоятельство указывает на то, что конструкция каротидных стентов (КС), вероятно, оказывает большее влияние на исход эндоваскулярного вмешательства, чем использование временных нейропротекторных устройств [14].

Осложнения, ассоциированные с вмешательством на каротидных артериях, в первую очередь предполагают эмболию сосудов головного мозга, связанную с протрузией атеросклеротических бляшек через страты стента [10]. Протрузия бляшки через страты стента встречается примерно в 65,5% случаев после стентирования СА стентами первого поколения и зависит от морфологии бляшки, симптоматического статуса и конструкционных особенностей стента [15, 16]. Частота таких осложнений наиболее высока при использовании стентов с открытыми ячейками [12]. По данным МРТ, риск перипроцедурной церебральной эмболии при эндоваскулярном вмешательстве с имплантацией стентов с открытыми ячейками в 2 раза выше по сравнению со стентами с закрытыми ячейками [11, 13, 14]. И несмотря на все более широкое использование стентов с открытой конструкцией, риск протрузии бляшки через страты стента и постпроцедурная эмболия все еще остаются актуальной проблемой при данной патологии [17].

С целью профилактики вышеперечисленных неблагоприятных сосудистых событий были

разработаны двухслойные КС последнего поколения (CGuard, Casper-RX, Roadsaver и др.), которые минимизируют риск протрузии атеросклеротической бляшки через ячейку стента.

Стент CGuard (InspireMD, Тель-Авив, Израиль) представляет собой нитиноловый КС с открытыми ячейками, обернутый сеткой MicroNet и установленный на самораскрывающейся системе доставки. Толщина страты составляет 0,24 мм, а площадь открытых ячеек каркаса из нитинола – 21,66 мм<sup>2</sup> (то есть является наибольшей среди КС с открытыми ячейками). Нитиноловый каркас снаружи покрыт запатентованной сеткой MicroNet с закрытыми ячейками. MicroNet изготовлена из одинарного волокна из полиэтилентерефталата толщиной 20 мкм, которое образует ячейки сетки размером 0,023–0,032 мм<sup>2</sup>. Внешний диаметр системы доставки стента – 6 Fr (2,032 мм). Длина стента CGuard составляет от 20 до 60 мм, диаметр – от 6 до 10 мм.

Стент Casper-RX (Microvention, Тастин, Калифорния, США) также является двухслойным КС и представляет собой цельнометаллический каркас из нитинола с диаметром наружных страт 180 мкм, которые соединяются с внутренним слоем мелких волокон толщиной 42 мкм, в результате чего размер внутренних пор составляет 375 мкм.

Одним из первых исследований, посвященных применению стента CGuard, стало проспективное исследование PARADIGM (Prospective evaluation of All-comer percutaneous cArotiD revascularisation in symptomatic and Increased-risk asymptomatic carotid artery stenosis using CGuard MicroNet-covered embolic prevention stent system), опубликованное в 2016 г. [18]. P. Musialek et al. провели оценку перипроцедурной и 30-дневной клинической безопасности и эффективности двухслойного КС CGuard. В исследование были включены как симптомные, так и бессимптомные пациенты с повышенным уровнем риска развития инсульта. Неврологическое обследование было выполнено всем пациентам до вмешательства, спустя 48 ч и 30 дней после вмешательства. Возраст пациентов варьировал от 51 года до 86 лет. За 11 мес было выполнено 108 реваскуляризаций: 101 пациенту (из которых 55 были симптомными, а 9 – с острым инсультом) было имплантировано 106 стентов (CGuard – 100%) с использованием систем нейропротекции (46% – проксимальная защита, 54% – дистальная защита). Каротидная эндар-

терэктомия проведена в 7 случаях (1 гибридная операция: эндартерэктомия левой ВСА и стенотирование правой ВСА). Технический успех имплантации двухслойного КС CGuard составил 99,1%. Диаметр стеноза, по данным ангиографии, уменьшился с  $83 \pm 9$  до  $6,7 \pm 5\%$  ( $p < 0,001$ ). Укорочения или удлинения имплантированного стента не наблюдалось (длина 30 мм составляла  $29,82 \pm 0,68$  мм; длина 40 мм составляла  $39,89 \pm 0,59$  мм). Частота случаев перипроцедурной смерти, большого инсульта и инфаркта миокарда составила 0%. Зафиксирован один малый инсульт (0,9%). На 30-й день наблюдения новых событий обнаружено не было (0%). Полученные результаты показали, что конструкция стента с закрытой ячейкой и максимальной фиксацией атеросклеротической бляшки может обусловливать не только улучшенные перипроцедурные клинические исходы стентирования каротидных артерий, но и уменьшение риска неврологических событий в раннем постоперационном периоде.

В недавнем многоцентровом исследовании, проведенном в двух крупных нейроваскулярных центрах Германии с апреля 2017 г. по май 2018 г., N. Abdullayev et al. оценивалась эффективность и безопасность использования двухслойного стента CGuard у симптомных и бессимптомных пациентов в сравнении с двухслойным стентом Casper-RX и однослойным стентом Wallstent (Бостон, Массачусетс, США) [19]. Состояние пациентов, данные нейровизуализации и ангиографии были проанализированы ретроспективно. Первичными конечными точками исследования были осткая окклюзия КС и симптомное внутримозговое кровотечение (наличие признаков интрапаренхимального кровотечения, ассоциированного с ухудшением неврологического статуса). Стентирование ВСА выполнено 76 пациентам, из них 26 (34%) – стентами CGuard, 25 (33%) – Casper-RX и 25 (33%) – Wallstent. В 58 (76%) из 76 случаев стеноз ВСА был симптомным, со средним исходным значением по шкале NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale), равным 4 баллам. Стентирование ВСА, выполненное в рамках эндоваскулярного лечения острого ишемического инсульта (совместно с механической тромбэктомией), проведено у 25 (33%) из 76 пациентов. Исходные характеристики пациентов в группах лечения были схожими. Значительных различий по частоте острой окклюзии стента (CGuard – 2 (8%), Casper-RX – 1 (4%), Wallstent – 1 (4%)) и постоперационного

внутримозгового кровотечения (CGuard – 1 (4%), Casper-RX – 0, Wallstent – 0) не выявлено. Клинические результаты при выписке не различались между группами. На основании этих данных авторы заключили, что лечение стеноза ВСА при помощи двухслойного КС CGuard является эффективным и безопасным методом, а результаты сопоставимы с таковыми при лечении данной патологии с помощью двухслойного стента Casper-RX и однослойного стента Wallstent.

В свою очередь, в метаанализе, проведенном E. Stabile et al. [20], сравнивались годичные результаты после применения двухслойных КС – Roadsaver (Terumo Corp., Токио, Япония) и CGuard. Первичной конечной точкой была смертность и частота инсультов. Вторичными конечными точками стали рестеноз и частота in-stent тромбоза за 1 год наблюдения. В исследование были включены 556 пациентов, которых в зависимости от использованного КС разделили на две группы (Roadsaver: n = 250, CGuard: n = 306). В течение года умерли 11 (1,97%) пациентов, из них 7 (2,8%) – в группе Roadsaver и 4 (1,31%) – в группе CGuard; диагностировано 10 инсультов: 4 (1,6%) – в группе Roadsaver и 6 (1,96%) – в группе CGuard. Общее количество смертей и инсультов составило 21 (3,77%) – 11 (4,4%) – в группе Roadsaver и 10 (3,27%) – в группе CGuard. Симптоматический статус был единственным предиктором смерти и инсульта. За период наблюдения рестеноз возник у 12 (2,1%) пациентов: 10 (4%) – в группе Roadsaver, 2 (0,65%) – в группе CGuard ( $p = 0,007$ ). In-stent тромбоз случился у 1 (0,18%) пациента в группе CGuard (0,32%). На основании полученных данных авторы предположили, что использование двухслойных КС при лечении стеноза ВСА связано с низкой годовой смертностью и частотой инсультов.

В одноцентровом исследовании, проведенном в период с октября 2015 г. по апрель 2017 г., С.В. Волков и А.О. Коробков оценивали эффективность и безопасность использования двухслойных КС CGuard и Casper-RX [21]. Всего было выполнено 17 эндоваскулярных вмешательств (CGuard – 2, Casper-RX – 15). Показаниями к имплантации являлись симптомные стенозы ВСА 50% и более и асимптомные стенозы 70% и более. При выполнении всех вмешательств использовались устройства для защиты от дистальной эмболии: устройства дистальной защиты – в 15 (88,2%), устройства проксимальной защиты – в 2 (11,8%) случаях.

В 4 (23,5%) случаях применялся дополнительный метод визуализации – оптическая когерентная томография. Технический успех составил 100%. В раннем послеоперационном периоде ишемических событий в каротидном бассейне, острого инфаркта миокарда или смертей от сердечно-сосудистых или иных причин выявлено не было. Все это позволило авторам сделать вывод, что использование двухслойных КС является эффективным и безопасным методом лечения атеросклеротического поражения ВСА в непосредственном и раннем послеоперационном периодах.

### Материал и методы

С ноября 2018 г. по декабрь 2020 г. в ЦКБ с поликлиникой УДП РФ было выполнено стентирование 158 ВСА у 148 пациентов с использованием двухслойных КС последнего поколения (CGuard – 100%). Возраст пациентов варьировал от 53 до 87 лет. Степень стеноза, по данным МСКТ с внутривенным введением контрастного препарата, составила (по результатам количественного анализа) 60–99%. Стентирование выполнялось пациентам с симптомными стенозами ВСА 60% и более и асимптомными стенозами 80% и более. Симптомное течение было отмечено у 122 (82,4%), асимптомное – у 26 (17,6%) больных. Бикаротидное поражение диагностировано у 11 (7,4%) пациентов, из них у 3 (2%) – с окклюзией контралатеральной ВСА. Всем 8 (5,4%) пациентам с бикаротидными стенозами стентирование обеих ВСА было выполнено в два этапа.

Во всех случаях эндоваскулярное вмешательство на ВСА осуществлялось бедренным доступом с применением устройств для защиты головного мозга от дистальной эмболии: система дистальной защиты использовалась у 141 (89,2%), проксимальной защиты – у 17 (10,8%) пациентов. Во всех случаях применения системы проксимальной защиты стентированию ВСА предшествовала предилатация баллонным катетером. У 1 (0,7%) пациента стентирование выполнялось при рестенозе в имплантированном ранее стенте. Еще у 1 (0,7%) больного эндоваскулярное вмешательство на ВСА проводилось в остройшем периоде нарушения мозгового кровообращения – стентированию предшествовала тромбоаспирация из экстракраниальных отделов ВСА.

### Результаты

Технический успех вмешательства составил 100% (см. рисунок). После стентирования ВСА в раннем послеоперационном периоде у 3 (2%) больных развилась транзиторная ишемическая атака. Больших и малых инсультов, а также тромбоза стента не зарегистрировано. Летальных исходов не было.

### Обсуждение

Атеросклеротический стеноз ВСА является причиной инсульта более чем в 20% случаев. Несмотря на то что открытая хирургия считается «золотым стандартом» лечения данной патологии, эндоваскулярное вмешательство с применением КС последнего поколения показывает



Ангиограммы правой ВСА:

*а* – критический стеноз устья правой ВСА; *б* – результат после стентирования двухслойным каротидным стентом CGuard

высокую эффективность в непосредственном и раннем послеоперационном периодах.

Проведенный нами обзор исследований как отечественных, так и зарубежных авторов, а также результаты применения КС последнего поколения на базе ЦКБ с поликлиникой УДП РФ позволяют считать, что стентирование ВСА при ее атеросклеротическом поражении с использованием КС последнего поколения является безопасным и высокоэффективным методом лечения. Однако для полного понимания преимуществ и недостатков применения каротидных стентов последнего поколения необходимо проведение дальнейших клинических исследований.

### Заключение

Опираясь на опыт эндоваскулярных вмешательств, проведенных в ЦКБ с поликлиникой УДП РФ, и данные отечественных и зарубежных авторов, можно сделать вывод, что стентирование ВСА с использованием КС последнего поколения представляет собой высокоэффективный и безопасный метод лечения при стенозах ВСА.

### Литература [References]

- Ovbiagele B., Nguyen-Huynh M.N. Stroke epidemiology: advancing our understanding of disease mechanism and therapy. *Neurotherapeutics*. 2011; 8 (3): 319–29. DOI: 10.1007/s13311-011-0053-1
- Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L., Björck M., Brodmann M., Cohnert T. et al., ESC scientific document group. 2017 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European stroke organization (ESO) the task force for the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2018; 55: 305–68. DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.07.018
- Чачаева М.Ж., Эльгарова Л.В., Сабанчиеva X.A., Тхабисимова И.К. Острое нарушение мозгового кровообращения: частота, структура, возможности нейровизуализационных методов. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 6: 46–51.  
[Chachaeva M.Zh., El'garova L.V., Sabanchieva Kh.A., Tkhabisimova I.K. Acute cerebrovascular accident: frequency, structure, possibilities of neuroimaging methods. *Modern Problems of Science and Education*. 2015; 6: 46–51 (in Russ.).]
- Brott T.G., Howard G., Roubin G.S., Meschia J.F., Mackey A., Brooks W. et al., CREST investigators. The long-term results of stenting versus endarterectomy for carotid-artery stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2016; 374: 1021–31. DOI: 10.1056/NEJMoa1505215
- Gargiulo G., Sannino A., Stabile E. New cerebral lesions at magnetic resonance imaging after carotid artery stenting versus endarterectomy: an updated meta-analysis. *PLoS One*. 2015; 10 (5): e0129209. DOI: 10.1371/journal.pone.0129209
- Mantese V.A., Timaran C.H., Chiu D., Begg R.J., Brott T.G. The carotid revascularization endarterectomy versus stenting trial (CREST): stenting versus carotid endarterectomy for carotid disease. CREST investigators. *Stroke*. 2010; 41: S31–4. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.595330
- Capoccia L., Spezzale F., Gazzetti M., Mariani P., Rizzo A., Mansour W. et al. Comparative study on carotid revascularization (endarterectomy vs stenting) using markers of cellular brain injury, neuropsychometric tests, and diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *J. Vasc. Surg.* 2010; 51: 584–91. DOI: 10.1016/j.jvs.2009.10.079
- Palombo D., Lucertini G., Mambrini S., Zettin M. Subtle cerebral damage after shunting vs non shunting during carotid endarterectomy. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2007; 34: 546–51. DOI: 10.1016/j.ejvs.2007.05.028
- Stabile E., Sannino A., Schiattarella G.G., Gargiulo G., Toscano E., Brevetti L. et al. Cerebral embolic lesions detected with diffusion-weighted magnetic resonance imaging following carotid artery stenting: a meta-analysis of 8 studies comparing filter cerebral protection and proximal balloon occlusion. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2014; 7: 1177–83. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.05.019
- Alpaslan A., Wintermark M., Pintér L., Macdonald S., Ruedy R., Kolvenbach R. Transcarotid artery revascularization with flow reversal. *J. Endovasc. Ther.* 2017; 24: 265–70. DOI: 10.1177/1526602817693607
- Doig D., Turner E.L., Dobson J., Featherstone R.L., Lo R.T., Gaines P.A. et al.; ICSS Investigators. Predictors of stroke, myocardial infarction or death within 30 days of carotid artery stenting: results from the International Carotid Stenting Study (ICSS). *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2016; 51: 327–34. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.08.013
- Bosiers M., de Donato G., Deloose K., Verbist J., Peeters P., Castriota F. et al. Does free cell area influence the outcome in carotid artery stenting? *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2007; 33: 135–41. DOI: 10.1016/j.ejvs.2006.09.019
- Leal I., Orgaz A., Flores A., Gil J., Rodríguez R., Peinado J. et al. A diffusion-weighted magnetic resonance imaging-based study of transcervical carotid stenting with flow reversal versus transfemoral filter protection. *J. Vasc. Surg.* 2012; 56: 1585–90. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.05.107
- Tietke M., Jansen O. Cerebral protection vs. no cerebral protection: timing of stroke with CAS. *J. Cardiovasc. Surg.* 2009; 50: 751–60.
- De Donato G., Setacci F., Sirignano P., Galzerano G., Cappelli A., Setacci C. Optical coherence tomography after carotid stenting: rate of stent malapposition, plaque prolapse and fibrous cap rupture according to stent design. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2013; 45: 579–87. DOI: 10.1016/j.ejvs.2013.03.005
- Liu R., Jiang Y., Xiong Y., Li M., Ma M., Zhu W. et al. An optical coherence tomography assessment of stent strut apposition based on the presence of lipid-rich plaque in the carotid artery. *J. Endovasc. Ther.* 2015; 22: 942–9. DOI: 10.1177/1526602815610116
- Stabile E., Giugliano G., Cremonesi A., Bosiers M., Reimers B., Setacci C. et al. Impact on outcome of different types of carotid stent: results from the European registry of carotid artery stenting. *EuroIntervention*. 2016; 12: e265–70. DOI: 10.4244/EIJV12I2A41
- Musialek P., Mazurek A., Trystula M., Borratynska A., Lesniak-Sobelga A., Urbanczyk M. et al. Novel PARADIGM in carotid revascularisation: prospective evaluation of all-comer percutaneous carotid revascularisation in symptomatic and increased-risk asymptomatic carotid artery stenosis using cguardTM micronet-covered embolic prevention stent system. *EuroIntervention*. 2016; 12 (5): e658–70. DOI: 10.4244/EIJY16M05\_02
- Abdullayev N., Maus V., Mpotsaris A., Henning T.D., Goertz L., Borggreve J. et al. Comparative analysis of CGUARD embolic prevention stent with Casper-RX and Wallstent for the treatment of carotid artery stenosis. *J. Clin. Neurosci.* 2020; 75: 117–21. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.03.008
- Stabile E., de Donato G., Musialek P., Deloose K., Nerla R., Sirignano P. et al. Use of dual-layered stents for carotid artery angioplasty: 1-year results of a patient-based meta-analysis. *JACC. Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (14): 1709–15. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.03.048
- Волков С.В., Коробков А.О. Стентирование каротидных артерий – новые горизонты. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина*. 2017; 21 (2): 212–8. DOI: 10.22363/2313-0245-2017-21-2-212-218  
[Volkov S.V., Korobkov A.O. Carotid artery stenting – new horizons. *Vestnik Rossiiskogo Universiteta Druzhby Narodov. Seriya: Meditsina*. 2017; 21 (2): 212–8 (in Russ.). DOI: 10.22363/2313-0245-2017-21-2-212-218]