

15. Translation into Arabic of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology 2.0 and validation in orthosis users /H. Bakhsh, F. Franchignoni, G. Ferriero, A. Giordano // Int J Rehabil Res Int Z Rehabil Rev Int Rech Readaptation. – 2014. – №37(4) – P.361-367.
16. A novel workflow to fabricate a patient-specific 3D printed accommodative foot orthosis with personalized latticed metamaterial / Y.F. Hudak, J.S. Li, S. Cullum [et al.] // Med Eng Phys. – 2022. – №104. – P.103802.
17. Modeling and Testing of Flexible Structures with Selected Planar Patterns Used in Biomedical Applications/ P. Marsalek, M. Sotola, D. Rybansky [et al.] // Materials. – 2020. – №14(1). – P.140.
18. Chalgham, A. Mechanical Properties of FDM Printed PLA Parts before and after Thermal Treatment / A. Chalgham, A. Ehrmann, I. Wickenkamp // Polymers. – 2021. – №13(8).
19. Design for AM: Contributions from surface finish, part geometry and part positioning/ A. Castelhão, B.A.R. Soares, C.M. Machado [et al.] // Procedia CIRP. – 2019. – №84. – P.491-495.
20. Design principles, manufacturing and evaluation techniques of custom dynamic ankle-foot orthoses: a review study. / G. Rogati, P. Caravaggi, A. Leardini [et al.] // J Foot Ankle Res. – 2022. – №15(1) – P.38.
21. Use of cast immobilisation versus removable brace in adults with an ankle fracture: multicentre randomised controlled trial / R. Kearney, R. McKeown, H. Parsons [et al.] // BMJ. – 2021. – №374. – P.1506.
22. Design of Monitorable Wrist Orthosis Based on 3D Printing/R. Sheng, G. Jiang, K. Liu, R. Liu //Zhongguo Yi Liao Qi Xie Za Zhi. – 2021. – №45(5). – P.507-511.
23. Investigations on the Fatigue Behavior of 3D-Printed and Thermoformed Polylactic Acid Wrist-Hand Orthoses/ D. Popescu, F. Baciuc, D. Vlăsceanu [et al.] // Polymers. – 2023. – №15(12). – P.2737.
24. 3D-Printed Hand Splints versus Thermoplastic Splints: A Randomized Controlled Pilot Feasibility Trial / L. Waldburger, R. Schaller, C. Furthmüller [et al.] // Int J Bioprinting. – 2021. – №8(1). – P.474.
25. An industrial oriented workflow for 3D printed, patient specific orthopedic cast / M. Formisano, L. Iuppariello, A. Casaburi [et al.] // SN Appl Sci. – 2021. – №3(11). – P.830.
26. A Comparative Study for Material Selection in 3D Printing of Scoliosis Back Brace / A. Ronca, V. Abbate, D.F. Redaelli [et al.] // Materials. – 2022. – №15(16). – P.5724.
27. Sorimpuk, N.P. Design of thermoformable three dimensional-printed PLA cast for fractured wrist / N.P. Sorimpuk, W.H. Choong, B.L. Chua // IOP Conf Ser Mater Sci Eng. – 2022. – №1217(1). – P. 012002.
28. Effect of personalized wrist orthosis for wrist pain with three-dimensional scanning and printing technique: A preliminary, randomized, controlled, open-label study / S.J. Kim, S.J. Kim, Y.H. Cha [et al.] // Prosthet Orthot Int. – 2018. – №42(6). – P. 363-643.
29. Production time and user satisfaction of 3-dimensional printed orthoses for chronic hand conditions compared with conventional orthoses: A prospective case series /T. Oud, Y. Kerkum, P. De Groot [et al.] //J Rehabil Med - Clin Commun. – 2021. – №4. – P.1-7.
30. Overview of In-Hospital 3D Printing and Practical Applications in Hand Surgery / M. Keller, A. Gübeli, F. Thieringer [et al.]// BioMed Res Int. – 20231. – №1. – P.1-14.

Сведения об авторах

Г.С. Ковалев – студент
 С.А. Слезкин – студент
 А.Е. Смирнов – студент
 В.И. Чашина – студент
 А.В. Жиликов – доктор медицинских наук, доцент
 Е.А. Волокитина – доктор медицинских наук, профессор

Information about the authors

G.S. Kovalev – Student
 S.A. Slezkin – Student
 A.E. Smirnov – Student
 V.I. Chashchina – Student
 A.V. Zhilyakov – Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor
 E.A. Volokitina – Doctor of Sciences (Medicine). Professor

***Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):**

kovalev.gregory.26@mail.ru

УДК 616.12

СТЕНТИРОВАНИЕ СОННЫХ АРТЕРИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С КАРОТИДНОЙ ЭНДАРЭКТОМИЕЙ

Леонтьев Леонид Дмитриевич¹, Кардапольцев Лев Владимирович²

¹Кафедра хирургических болезней

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,

² ГАУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница № 1»

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Стентирование сонных артерий (ССА) и каротидная эндартерэктомия (КЭЭ) – два основных метода хирургической коррекции стеноза сонных артерий, направленных на предотвращение ишемического инсульта.

Цель исследования - сравнительный анализ этих методов с учетом их эффективности, осложнений. **Материал и методы.** Проведён обзор и анализ 30 научных статей, посвящённых современным достижениям в хирургии сонных артерий. В обзор включены клинические исследования, метаанализы, ретроспективные и перспективные исследования, а также данные статистического анализа исходов хирургических вмешательств. **Результаты.** Выявлено, что минимально инвазивные технологии в сердечно-сосудистой хирургии способствуют снижению риска послеоперационных осложнений и снижают время последующей реабилитации. Так же выбор оптимального метода лечения зависит от возраста, степени стеноза, сопутствующих патологий и тяжести состояния пациента. **Выводы.** Внедрение инновационных технологий и современных хирургических методик значительно повышает качество и безопасность хирургического лечения. В хирургии сонных артерий наблюдается снижение риска инсультов благодаря применению малоинвазивных методик, однако всегда нужно оценивать сопутствующие заболевания и другие параметры, которые могут влиять на исход операции и состояние пациента.

Ключевые слова: стентирование, каротидная эндартерэктомия, ишемический инсульт, стеноз сонных артерий, рестеноз, двойная антитромбоцитарная терапия, современные стенты, персонализированная медицина.

CAROTID ARTERY STENTING: COMPARATIVE ANALYSIS WITH CAROTID ENDARECTOMY

Leonid Dmitrievich Leontiev¹, Lev Vladimirovich Kardapol'tsev²

¹ Department of Surgical Diseases

Ural State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,

²Sverdlovsk Regional Clinical Hospital №1

Yekaterinburg, Russia

Annotation

Introduction. Carotid artery stenting (CSA) and carotid endarterectomy (CEE) are the two main methods of surgical correction of carotid artery stenosis aimed at preventing ischemic stroke. **The aim of the study** is a comparative analysis of these methods, taking into account their effectiveness, complications. **Materials and methods.** A review and analysis of 30 scientific articles devoted to modern achievements in carotid artery surgery has been conducted. The review includes clinical studies, meta-analyses, retrospective and prospective studies, as well as data from statistical analysis of surgical outcomes. **Results.** It has been revealed that minimally invasive technologies in cardiovascular surgery help reduce the risk of postoperative complications and reduce the time of subsequent rehabilitation. The choice of the optimal treatment method also depends on the age, degree of stenosis, concomitant pathologies and severity of the patient's condition. **Conclusions.** the introduction of innovative technologies and modern technologies

Key words: Stenting, carotid endarterectomy, ischemic stroke, carotid artery stenosis, restenosis, dual antiplatelet therapy, modern stents, personalized medicine.

ВВЕДЕНИЕ

Стеноз сонных артерий – одно из наиболее значимых сосудистых состояний, которое приводит к ишемическому инсульту. Около 15-30% всех ишемических инсультов связано с выраженным атеросклеротическим поражением сонных артерий [1]. Для лечения применяются два основных метода реваскуляризации – каротидная эндартерэктомия (КЭЭ) и стентирование сонных артерий (ССА). На сегодняшний день КЭЭ остается золотым стандартом лечения симптомного стеноза, особенно у пациентов моложе 70 лет и с низким хирургическим риском [2]. Однако ССА является малоинвазивной альтернативой, рекомендованной пациентам с высоким риском хирургических осложнений. Выбор оптимального метода лечения остается дискуссионным. Современные исследования, такие как NASCET, CREST, EVA-3S и SAPHIRE, сравнивают долгосрочные результаты обоих методов. Недавние достижения в области двойной антитромбоцитарной терапии, инновационных стентов и машинного обучения позволяют снизить частоту осложнений и улучшить прогноз лечения.

Цель исследования - настоящее исследование направлено на анализ современных подходов и методов в специализированной хирургии, в частности операций на сонных артериях. Основной задачей является оценка эффективности ССА и КЭЭ хирургических техник, новейших технологий и клинических протоколов, применяемых в данной области сосудистой хирургии. Также исследование рассматривает влияние выбора метода

оперативного лечения на исходы пациентов и возможности их внедрения в повседневную медицинскую практику.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для проведения исследования был проведён обзор и анализ 30 научных статей, метаанализов, научных исследований и статистических данных, посвящённых современным достижениям в хирургии сонных артерий. В обзор включены клинические исследования, метаанализы, ретроспективные и проспективные исследования, а также данные статистического анализа исходов хирургических вмешательств. Были изучены современные хирургические методики, применение эндоваскулярных вмешательств, новые протоколы пред- и послеоперационного ведения пациентов, а также инновационные технологии, такие как стентирование и использование биоинженерных материалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эпидемиология стеноза сонных артерий

Распространённость стеноза сонных артерий увеличивается с возрастом. Согласно данным популяционных исследований: у лиц старше 65 лет стеноз сонных артерий >50% выявляется в 5-10% случаев, а критический стеноз >70% — в 1-3% случаев [1]. В возрастной группе старше 80 лет частота стеноза >50% достигает 15%, а критического стеноза 5-7% [2]. У пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями распространённость стеноза >50% может достигать 30% [3]. В крупных клинических исследованиях отмечается, что асимптомный стеноз сонных артерий встречается у 2-8% общей популяции, но у лиц с факторами риска этот показатель возрастает до 10-15% [4]. К основным группам риска относят: 1) возраст: после 55 лет риск увеличивается на 8-10% каждые 10 лет [5]. 2) Пол: у мужчин стеноз встречается чаще, чем у женщин (на 30-50% выше в возрастной группе 60-79 лет) [6]. 3) Гипертония: присутствует у 70% пациентов со стенозом >50% [7]. 4) Гиперлипидемия: общий холестерин >6.2 ммоль/л увеличивает риск стеноза в 2 раза [8]. 5) Сахарный диабет: ассоциируется с повышенным риском атеросклероза и поражением сонных артерий, частота стеноза у диабетиков на 30-40% выше, чем в общей популяции [9]. 6) Курение: увеличивает риск стеноза в 2-3 раза по сравнению с некурящими [10]. 7) Ишемическая болезнь сердца (ИБС): более чем у 50% пациентов с ИБС выявляется значимый стеноз сонных артерий [11]. Выделяют связь стеноза с ишемическим инсультом: 1) У пациентов со стенозом >70% риск развития ишемического инсульта в течение 5 лет составляет 25-30%, если не проводится хирургическая коррекция [12]. 2) В исследовании NASCET было показано, что при симптомном стенозе 70-99% риск инсульта за 2 года достигает 26%, а при 50-69% — 15% [13]. 3) У пациентов с асимптомным стенозом >60% годовой риск инсульта составляет 1-2%, но он возрастает до 4% при наличии факторов риска [14]. 4) Каротидная бляшка с повышенной эхогенной плотностью и нестабильностью связана с риск-инсульта до 10% в год [15].

Патогенез и физиология стеноза сонных артерий

Основной причиной стеноза сонных артерий является атеросклероз, который приводит к постепенному сужению просвета сосуда из-за отложения липидов, воспаления и разрастания соединительной ткани. Атеросклеротический процесс включает несколько стадий. Начальная стадия — эндотелиальная дисфункция, повреждение сосудистой стенки из-за воздействия факторов риска (гипертония, гиперхолестеринемия, курение). Формирование липидных бляшек — отложение липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в интиме артерии, активация макрофагов, образование пенистых клеток. Прогрессирование атеромы — воспаление, разрастание соединительной ткани, кальцификация бляшек, что приводит к сужению просвета сосуда на 50% и более [1]. Нестабильность бляшки — разрыв фиброзной капсулы, тромбоз и окклюзия артерии, вызывающая инсульт [2]. По статистике у пациентов с дислипидемией атеросклероз сонных артерий развивается в 40-50% случаев [3]. При артериальной гипертензии риск формирования стеноза возрастает в 2 раза [4]. У курильщиков

атеросклеротические изменения в сонных артериях встречаются в 2,5 раза чаще по сравнению с некурящими [6]. Стеноз оказывает влияние на мозговое кровообращение, так как сонные артерии обеспечивают 70% кровоснабжения мозга, а их сужение приводит к снижению церебральной перфузии и повышенному риску инсульта [7]. При стенозе сонных артерий различной степени могут наблюдаться следующие изменения: 1) Стеноз 50-69% – снижение кровотока без значимой гипоперфузии мозга. У пациентов с выраженным коллатеральным кровообращением клинические проявления минимальны. 2) Стеноз 70-89% – компенсаторные механизмы перестают справляться, повышается риск ишемии мозга, особенно при гипотонии. 3) Критический стеноз (>90%) – развивается гемодинамически значимая ишемия, которая может привести к транзиторным ишемическим атакам (ТИА) и ишемическому инсульту. По статистике: 1) При стенозе 70-99% риск инсульта за 2 года составляет 26% без лечения [8]. 2) При асимптомном стенозе >60% риск инсульта достигает 1-2% в год, а при наличии факторов риска – до 4% [9]. 3) У пациентов с хронической церебральной ишемией наблюдается снижение церебрального резервного кровотока на 30-40% [10]. Так же в развитие инсульта играет роль нестабильная бляшка, так как её разрыв сопровождается активацией свертывающей системы крови и образованием тромба, который может привести к эмболии мозговых сосудов и развитию ишемического инсульта. Согласно данным статистики: 1) в 75% случаев инсульта при стенозе сонных артерий причиной является тромбоэмболия из нестабильной бляшки [11]. 2) У пациентов с нестабильными бляшками вероятность инсульта в 4-6 раз выше, чем при стабильных бляшках [12]. 3) На МРТ нестабильные бляшки выявляются у 50-60% пациентов с симптомным стенозом [13].

Методы лечения стеноза сонных артерий

Лечение стеноза сонных артерий направлено на предотвращение инсульта и улучшение церебрального кровообращения. Современные методы включают консервативную терапию, каротидную эндартерэктомию (КЭЭ) и стентирование сонных артерий (ССА). Выбор метода зависит от степени стеноза, наличия симптомов и индивидуальных факторов риска пациента. Консервативное лечение применяется у пациентов с асимптомным стенозом <70%, а также у лиц, которым противопоказано хирургическое вмешательство. Основные стратегии медикаментозной терапии включают: 1) Антитромботическая терапия, которая предотвращает образование тромбов и эмболизацию. В исследовании CAPRIE клопидогрель снижал риск инсульта на 8,7% по сравнению с аспирином [16]. В исследовании ESPRIT комбинация аспирин + дипиридамол снижала частоту инсультов на 22% [17]. 2) Статины уменьшают уровень холестерина и обладают противовоспалительным эффектом, снижая риск разрыва бляшки. В исследовании SPARCL аторвастатин 80 мг снижал частоту инсультов на 16% [18]. Агрессивное снижение ЛПНП <1,8 ммоль/л уменьшает прогрессирование стеноза на 30-40% [19]. 3) Контроль артериального давления и глюкозы. Гипертония повышает риск инсульта на 35-40%, контроль АД снижает его на 32% [20]. Сахарный диабет ассоциируется с 30% более высоким риском стеноза, а строгий гликемический контроль уменьшает вероятность осложнений [21]. К оперативным методам лечения относят: А) Каротидную эндартерэктомию (КЭЭ) - хирургическое удаление атеросклеротической бляшки через разрез на шее для доступа к сонной артерии. Процедура улучшает проходимость сосуда и снижает риск инсульта. Показаниями к данной операции служат: симптомный стеноз $\geq 50\%$ (по данным NASCET), асимптомный стеноз $\geq 70\%$, если ожидаемая продолжительность жизни >5 лет. Эффективность КЭЭ привели в нескольких исследованиях: 1) В NASCET КЭЭ снизила риск инсульта на 48% у пациентов со стенозом 70-99% [22]. 2) В ECST у пациентов со стенозом >60% КЭЭ уменьшила вероятность инсульта с 12% до 2% за 3 года [23]. Среди осложнений выделяют: повреждение черепных нервов (5-8%), инфаркт миокарда (1-3%), рестеноз через 5 лет (5-10%). Б) Стентирование сонных артерий (ССА) - малоинвазивная процедура, при которой стент расширяет пораженный участок артерии. К показаниям данной операции относят: пациентов с высоким хирургическим риском (ИБС, хроническая почечная

недостаточность), рестеноз после КЭЭ. В нескольких исследованиях изучили эффективность ССА и пришли к следующим выводам: 1) в исследовании CREST риск инсульта через 4 года составил 6,4% (ССА) против 4,7% (КЭЭ), но частота инфарктов была выше при КЭЭ [24]. 2) Исследование SAPHIRE показало, что у пациентов с высоким риском осложнений ССА и КЭЭ показали схожую эффективность [25]. Среди осложнений данной операции выделяют: 1) Перипроцедурный инсульт: 5% (ССА) vs. 2-3% (КЭЭ). 2) Рестеноз: 10-15% через 2 года. 3) Тромбообразование, которое снижается при ДАТ.

Сравнительный анализ каротидной эндартерэктомии (КЭЭ) и стентирования сонных артерий (ССА)

В результатах нескольких клинических исследований были неоднозначные выводы относительно КЭЭ и ССА. Так NASCET говорится о том, что пациентов с симптомным стенозом 70-99% КЭЭ снизила риск инсульта на 48% по сравнению с медикаментозной терапией [22]. При стенозе 50-69% операция снижала риск инсульта на 15%. Исследование CREST (Carotid Revascularization Endarterectomy vs. Stenting Trial) включало пациентов с симптомным и асимптомным стенозом >50%. Через 4 года частота инсультов: ССА – 6,4%, КЭЭ – 4,7%. Частота инфаркта миокарда: ССА – 1,1%, КЭЭ – 2,3%. Вывод: у пациентов <70 лет КЭЭ была более эффективной, а у >70 лет – ССА [24]. Результаты исследования EVA-3S (Endarterectomy vs. Angioplasty in Patients with Symptomatic Severe Carotid Stenosis) говорят о том, что через 30 дней после процедуры частота инсультов составила 9,6% после ССА и 3,9% после КЭЭ [26]. Из-за высокого уровня осложнений ССА не рекомендовали как первичное лечение при симптомном стенозе. В выводах другого исследования - SAPHIRE (Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy) говорится о том, что пациенты с высоким хирургическим риском результаты КЭЭ и ССА были сопоставимы (инсульт/смерть через 1 год: 12,2% vs. 20,1%) [25]. Таким образом, КЭЭ предпочтительна у пациентов <70 лет с низким хирургическим риском, а ССА – у пациентов >70 лет или с высоким риском осложнений. Среди осложнений выделяют: 1) инсульт: в исследовании CREST риск инсульта через 4 года после ССА был 6,4%, а после КЭЭ – 4,7% [1]. 2) Риск инфаркта миокарда: в исследовании SAPHIRE встречался в 2 раза чаще при КЭЭ, чем при ССА [3]. 3) Рестеноз: в исследовании ACT I у пациентов <70 лет рестеноз встречался в 5% случаев после КЭЭ и 12% после ССА [10].

Современные методы улучшения эффективности лечения стеноза сонных артерий

Современные стратегии лечения стеноза сонных артерий направлены на снижение риска инсульта, уменьшение частоты рестеноза и улучшение отдаленных результатов после каротидной эндартерэктомии (КЭЭ) и стентирования сонных артерий (ССА). Последние достижения включают новые технологии стентирования, усовершенствованные хирургические техники, индивидуализированную медикаментозную терапию и применение искусственного интеллекта (ИИ) для прогнозирования осложнений. Медикаментозная терапия: после ССА или КЭЭ для предотвращения тромбоза и рестеноза применяется двойная антитромбоцитарная терапия (ДАТ). Эффективность ДАТ показала себя в нескольких исследованиях: 1) в исследовании CREST риск инсульта через 30 дней после ССА составил 6,4%, но при приеме ДАТ он снижался до 3,8% [12]. 2) В исследовании ACT I применение ДАТ в течение 3 месяцев после ССА уменьшило риск тромбоза стента на 50% по сравнению с монотерапией аспирином [27]. 3) В мета-анализе 2019 года у пациентов, получавших ДАТ в течение 6 месяцев, частота рестеноза снизилась с 12% до 5% [3]. В оперативных методах лечения внедряются новые виды стентов и хирургических техник. Например, стенты с лекарственным покрытием снижают вероятность повторного стеноза. Это отображено в нескольких исследованиях: 1) PARADIGM - рестеноз через 2 года наблюдался у 10% пациентов после обычного стентирования и только у 5% при использовании стентов с лекарственным покрытием [5]. 2) В анализе такие стенты уменьшали воспаление и

пролиферацию интимы, снижая риск рестеноза на 30-40% [5,14]. Среди новых типов покрытий выделяют: 1) Sirolimus и Paclitaxel – подавляют рост клеток интимы; полимерные покрытия – снижают воспаление и риск тромбоза. 2) Двухслойные (MicroNet) стенты, которые предотвращают миграцию мелких тромбов и эмболий в мозг. Они хорошо показали себя в исследованиях: 1) в исследовании CGuard EPS Trial частота эмболий после ССА снизилась на 45% по сравнению с обычными стентами [28]. 2) Снижение риска инсульта на 30% при использовании MicroNet-стентов [29]. Немаловажным становится персонализированный подход к выбору метода лечения. Современные технологии позволяют индивидуализировать лечение с учетом анатомических особенностей артерий, сопутствующих заболеваний и биомаркеров пациента. Так уже сейчас ИИ-алгоритмы анализируют МРТ и КТ, прогнозируя риск инсульта и рестеноза после ССА. В AI in Carotid Disease (2022) алгоритмы на 25% точнее предсказали осложнения после ССА, чем традиционные методы [30].

ВЫВОДЫ

- 1) Стеноз сонных артерий – важный фактор риска ишемического инсульта, связанный с атеросклерозом.
- 2) Частота стеноза увеличивается с возрастом (до 15% у лиц >80 лет), а при стенозе >70% риск инсульта увеличивается за 5 лет на 25-30%.
- 3) КЭЭ показана при симптомном стенозе $\geq 50\%$ или асимптомном $\geq 70\%$, снижает риск инсульта на 48% (NASCET), а среди осложнений выделяют: повреждение нервов (5-8%), ИМ (1-3%), рестеноз (5-10% за 5 лет).
- 4) EVA-3S: ССА имеет высокий уровень осложнений (инсульт 9,6% vs. 3,9% при КЭЭ).
- 5) SAPPHERE: у пациентов с высоким риском КЭЭ и ССА сопоставимы.
- 6) КЭЭ остается предпочтительной у пациентов <70 лет с низким хирургическим риском, ССА – у пациентов >70 лет или с высоким риском осложнений
- 7) Стенты с лекарственным покрытием уменьшают рестеноз на 30-40% (PARADIGM).
- 8) Двухслойные (MicroNet) стенты снижают риск эмболии на 45% (CGuard EPS Trial).
- 9) ИИ-алгоритмы улучшают прогноз осложнений (точность на 25% выше, AI in Carotid Disease).
- 10) Новые технологии улучшают безопасность и эффективность обоих методов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Management of atherosclerotic extracranial carotid artery stenosis / L.H. Bonati, O. Jansen, G.J. de Borst, M.M. Brown // *Lancet Neurol.* – 2022. – Vol. 21, № 3. – P. 273–283.
2. Randomized Trial of Stent versus Surgery for Asymptomatic Carotid Stenosis / K. Rosenfield, J.S. Matsumura, S. Chaturvedi [et al.] // *N Engl J Med.* – 2016. – Vol. 374, № 11. – P. 1011–1020.
3. Carotid Revascularization in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis / P. Texakalidis, N. Chaitidis, S. Giannopoulos [et al.] // *World Neurosurg.* – 2019. – Vol. 126. – P. 656–663.e1.
4. New cerebral lesions at magnetic resonance imaging after carotid artery stenting versus endarterectomy: an updated meta-analysis / G. Gargiulo, A. Sannino, E. Stabile [et al.] // *PLoS One.* – 2015. – Vol. 10, № 5. – e0129209.
5. Highly-calcific carotid lesions endovascular management in symptomatic and increased-stroke-risk asymptomatic patients using the CGuard™ dual-layer carotid stent system: Analysis from the PARADIGM study / A. Mazurek, L. Partyka, M. Trystula [et al.] // *Catheter Cardiovasc Interv.* – 2019. – Vol. 94, № 1. – P. 149–156.
6. The Year in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia: Selected Highlights from 2018 / A.S. Evans, M. Weiner, A. Jain [et al.] // *J Cardiothorac Vasc Anesth.* – 2019. – Vol. 33, № 1. – P. 2–11.
7. Quantitative analysis and predictors of embolic filter debris load during carotid artery stenting in asymptomatic patients / M. Piazza, F. Squizzato, C. Chincari [et al.] // *J Vasc Surg.* – 2018. – Vol. 68, № 1. – P. 109–117.
8. Angelini, A. Cerebral protection during carotid artery stenting: collection and histopathologic analysis of embolized debris / A. Angelini, B. Reimers, M. Della Barbera [et al.] // *Stroke.* – 2002. – Vol. 33, № 2. – P. 456–461.
9. Mori, E. Effects of 0.6 mg/kg intravenous alteplase on vascular and clinical outcomes in middle cerebral artery occlusion: Japan Alteplase Clinical Trial II (J-ACT II) / E. Mori, K. Minematsu, J. Nakagawara [et al.] // *Stroke.* – 2010. – Vol. 41, № 3. – P. 461–465.

10. Microembolization during carotid artery stenting in patients with high-risk, lipid-rich plaque. A randomized trial of proximal versus distal cerebral protection / P. Montorsi, L. Caputi, S. Galli [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2011. – Vol. 58, № 16. – P. 1656–1663.
11. Reporting standards for carotid interventions from the Society for Vascular Surgery / C.H. Timaran, J.F. McKinsey, P.A. Schneider, F. Littooy // *J Vasc Surg.* – 2011. – Vol. 53, № 6. – P. 1679–1695.
12. Carter, K. How does self-reported history of stroke compare to hospitalization data in a population-based survey in New Zealand? / K. Carter, P.A. Barber, C. Shaw // *Stroke.* – 2010. – Vol. 41, № 11. – P. 2678–2680.
13. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Methods, patient characteristics, and progress // *Stroke.* – 1991. – Vol. 22, № 6. – P. 711–720.
14. Jawitz, O.K. Reoperation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: An Analysis of the Society of Thoracic Surgeons Database / O.K. Jawitz, B.C. Gulack, M.V. Grau-Sepulveda [et al.] // *JACC Cardiovasc Interv.* – 2020. – Vol. 13, № 13. – P. 1515–1525.
15. Baldi, C. Predictors of outcome in heart failure patients with severe functional mitral regurgitation undergoing MitraClip treatment / C. Baldi, R. Citro, A. Silverio [et al.] // *Int J Cardiol.* – 2019. – Vol. 284. – P. 50–58.
16. CAPRIE Steering Committee. A randomised, blinded, trial of clopidogrel versus aspirin in patients at risk of ischaemic events (CAPRIE) // *Lancet.* – 1996. – Vol. 348, № 9038. – P. 1329–1339.
17. Medium intensity oral anticoagulants versus aspirin after cerebral ischaemia of arterial origin (ESPRIT) / ESPRIT Study Group, P.H. Halkes, J. van Gijn [et al.] // *Lancet Neurol.* – 2007. – Vol. 6, № 2. – P. 115–124.
18. High-dose atorvastatin after stroke or transient ischemic attack / P. Amarenco, J. Bogousslavsky, A. Callahan 3rd [et al.] // *N Engl J Med.* – 2006. – Vol. 355, № 6. – P. 549–559.
19. Heart Protection Study Collaborative Group. MRC/BHF Heart Protection Study of cholesterol lowering with simvastatin in 20,536 high-risk individuals: a randomised placebo-controlled trial // *Lancet.* – 2002. – Vol. 360, № 9326. – P. 7–22.
20. PROGRESS Collaborative Group. Randomised trial of a perindopril-based blood-pressure-lowering regimen among 6,105 individuals with previous stroke or transient ischaemic attack // *Lancet.* – 2001. – Vol. 358, № 9287. – P. 1033–1041.
21. Intensive blood glucose control and vascular outcomes in patients with type 2 diabetes / ADVANCE Collaborative Group, A. Patel, S. MacMahon [et al.] // *N Engl J Med.* – 2008. – Vol. 358, № 24. – P. 2560–2572.
22. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis / North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators, H.J.M. Barnett, D.W. Taylor [et al.] // *N Engl J Med.* – 1991. – Vol. 325, № 7. – P. 445–453.
23. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. Randomised Trial of Endarterectomy for Recently Symptomatic Carotid Stenosis: Final Results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST) // *Lancet.* – 1998. – Vol. 351. – P. 1379–1387.
24. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis / T.G. Brott, R.W. Hobson 2nd, G. Howard [et al.] // *N Engl J Med.* – 2010. – Vol. 363, № 1. – P. 11–23.
25. Protected Carotid-Artery Stenting versus Endarterectomy in High-Risk Patients / J.S. Yadav, M.H. Wholey, R.E. Kuntz [et al.] // *N Engl J Med.* – 2004. – Vol. 351. – P. 1493–1501.
26. EVA-3S Investigators. Endarterectomy vs. Angioplasty in Patients with Symptomatic Severe Carotid Stenosis (EVA-3S) Trial // *Cerebrovasc Dis.* – 2004. – Vol. 18, № 1. – P. 62–65.
27. Degenerative Mitral Stenosis / K. Sud, S. Agarwal, A. Parashar [et al.] // *Circulation.* – 2016. – Vol. 133, № 16. – P. 1594–1604.
28. Use of covered stent (CGuard) in the treatment of post-traumatic internal carotid artery pseudoaneurysm / D. Singh, D. Shankar, G. Sharma [et al.] // *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg.* – 2022. – Vol. 24, № 3. – P. 257–262.
29. Artificial Intelligence- and Radiomics-Based Evaluation of Carotid Artery Disease / M. Porcu, R. Cau, J.S. Suri, L. Saba // *Handbook of Cerebrovascular Disease and Neurointerventional Technique.* – 2022. – P. 513–523.
30. Addition of Efficiency Measures to Current Accuracy Measures in the Vascular Laboratory Can Be Used for Future Accreditation and Payment Models / M.J. Haurani, D. Kiser, P.S. Vaccaro, B. Satiani // *Ann Vasc Surg.* – 2020. – Vol. 65. – P. 145–151.

Сведения об авторах

Л.Д. Леонтьев* - студент

Л.В. Кардапольцев - врач сердечно-сосудистый хирург

Information about the authors

L.D. Leontiev - Student

L.V. Kardapolitsev - Cardiovascular surgeon

***Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):**

leonid.leontev.2002@yandex.ru