

УДК 616-009.8

DOI 10.17802/2306-1278-2025-14-2-51-62

ФАКТОРЫ РИСКА УХУДШЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПОСЛЕ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРАКТОМИИ

О.А. Осипова¹, А.В. Сердюкова¹, Б.Ю. Гололобов¹, Э.В. Фесенко², А.В. Барыкина^{3,4}, А.С. Пономарев^{5,6}, А.У. Гехаев^{7,8}, О.А. Трубникова⁹, И.Н. Кухарева⁹, Е.А. Воронина¹⁰

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», ул. Победы, 85, Белгород, Российская Федерация, 308015; ² Академия постдипломного образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», 91, Волоколамское шоссе, Москва, Российская Федерация, 125371; ³ Автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», Волоколамское шоссе, 116, стр. 1, Москва, Российская Федерация, 125371; ⁴ Областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа», ул. Некрасова, 8/9, Белгород, Российская Федерация, 308007; ⁵ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Ретина, 3, Екатеринбург, Российская Федерация, 620028; ⁶ Общество с ограниченной ответственностью «Бьюти Лайф», ул. Энгельса, 36, Екатеринбург, Российская Федерация, 620026; ⁷ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова», ул. А. Шерипова, 32, Грозный, Российская Федерация, 364907; ⁸ Государственное бюджетное учреждение «Республиканский онкологический диспансер», ул. Леонова 81, Грозный, Российская Федерация, 364029; ⁹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», бульвар имени академика Л.С. Барбараша, стр. 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002; ¹⁰ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», ул. Красная, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650000

Основные положения

• Влияние каротидной эндартерэктомии на когнитивный статус пациентов остается спорным, так как пациенты с атеросклерозом сонных артерий страдают хронической церебральной недостаточностью, некоторые перенесли транзиторные ишемические атаки, ишемический инсульт, имеют факторы риска прогрессирования атеросклеротического процесса.

Актуальность Для профилактики первичного и вторичного ишемического инсульта у пациентов со стенозирующими и деформирующими поражениями брахиоцефальных сосудов уже более 65 лет выполняется каротидная эндартерэктомия. Многочисленные исследования показывают, что реваскуляризация сонной артерии не только защищает от инсульта, но и может привести к изменению когнитивных функций. Однако, влияние каротидной эндартерэктомии на когнитивный статус пациентов остается спорным, так как пациенты с атеросклеротическим поражением сонных артерий страдают хронической сосудистой и церебральной недостаточностью, некоторые перенесли транзиторные ишемические атаки, ишемический инсульт, поэтому имеющиеся данные неоднозначны и достаточно противоречивы.

Цель Определения предикторов ухудшения когнитивных функций у пациентов с гемодинамически значимым атеросклерозом сонных артерий через 6 месяцев после каротидной эндартерэктомии.

Материалы и методы Проведено исследование 110 пациентов с атеросклерозом сонных артерий, которым выполнена каротидная эндартерэктомия. При госпитализации оценен когнитивный статус, изучены показатели липидного профиля, матриксной металлопротеиназы-9 (ММП-9), моноцитарного хемоаттрактантного белка-1 (MCP-1), рассчитан индекс системного иммунного воспаления (SII), соотношение нейтрофилов и лейкоцитов (NLR), тромбоцитов к лимфоцитам (PLR). Через 6 месяцев выявлена группа пациентов со снижением когнитивных функций.

Для корреспонденции: Ольга Александровна Осипова, osipova_75@inbox.ru, адрес: ул. Победы, 85, Белгород, Российская Федерация, 308015

Corresponding author: Olga A. Osipova, osipova_75@inbox.ru; address: 85, Pobedy St., Belgorod, Russian Federation, 308015

Результаты	Пациенты в группе с ухудшением когнитивных функций чаще страдали сахарным диабетом ($p = 0,025$), в анамнезе перенесли нарушение мозгового кровообращения ($p = 0,006$), распространено табакокурение ($p < 0,001$), имели повышенный уровень ЛПНП ($p = 0,015$). В этой группе отмечалось повышение показателей системного воспаления и фиброза: NLR на 8,1% ($p = 0,037$), SII на 15,8% ($p = 0,004$), ММП-9 на 51,7% ($p < 0,001$), МСР-1 на 21,2% ($p < 0,001$).
Заключение	В исследовании установлено, что основными факторами риска ухудшения нейropsychического статуса через полгода после каротидной эндартерэктомии по данным анализа являются сахарный диабет, перенесенное ОНМК, когнитивные функции до оперативного лечения, уровень ММП-9 и МСР-1 при поступлении в стационар.
Ключевые слова	Атеросклероз сонных артерий • Каротидная эндартерэктомия • Когнитивная функция

Поступила в редакцию: 26.12.2024; поступила после доработки: 03.02.2025; принята к печати: 13.03.2025

RISK FACTORS FOR COGNITIVE IMPAIRMENT AFTER CAROTID ENDARTERECTOMY

O.A. Osipova¹, A.V. Serdyukova¹, B.Yu. Gololobov¹, E.V. Fesenko², A.V. Barykina^{3,4},
A.S. Ponomarev^{5,6}, A.U. Gehaev^{7,8}, O.A. Trubnikova⁹, I.N. Kukhareva⁹

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Belgorod State University", 85, Pobedy St., Belgorod, Russian Federation, 308015; ² Academy of Postgraduate Education of the Federal State Budgetary Institution «Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency», 91, Volokolamsk Hwy, Moscow, Russian Federation, 125371; ³ Autonomous nonprofit organization "Research medical center "Gerontology", 116, bld. 1, Volokolamsk Hwy., Moscow, Russian Federation, 125371; ⁴ Regional State Budgetary Healthcare Institution «Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph», 8/9, Nekrasova St., Belgorod, Russian Federation, 308007; ⁵ Ural State Medical University, 3, Repina St., Ekaterinburg, Russian Federation, 620028; ⁶ Beauty Life Limited Liability Company, 36, St. Engels, Yekaterinburg, Russian Federation, 620026; ⁷ Kadyrov Chechen State University, 32, A. Sheripova St., Grozny, Russian Federation, 364907; ⁸ State Budgetary Institution «Republican Oncology Dispensary», 81, St. Leonova, Grozny, Russian Federation, 364029; ⁹ Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", Kemerovo, Russian Federation, 6, blvd. named after Academic L.S. Barbarash, Kemerovo, Russian Federation, 650002; ¹⁰ Kemerovo State University, 6, Krasnaya St., Kemerovo, Russian Federation, 650000

Highlights

- The effect of carotid endarterectomy on the cognitive status of patients remains controversial, as patients with carotid artery atherosclerosis suffer from chronic cerebral insufficiency, some have suffered transient ischemic attacks, ischemic.

Background	Carotid endarterectomy has been performed for more than 65 years to prevent primary and secondary ischemic stroke in patients with stenosing and deforming lesions of brachiocephalic vessels. Numerous studies show that revascularization of the carotid artery not only protects against stroke, but can also lead to changes in cognitive functions. However, the effect of carotid endarterectomy on the cognitive status of patients remains controversial, since patients with atherosclerotic lesions of the carotid arteries suffer from chronic vascular and cerebral insufficiency, some have suffered transient ischemic attacks, ischemic stroke, therefore the available data are ambiguous and quite contradictory.
Aim	To determine the risk factors for cognitive impairment in patients after carotid endarterectomy after 6 months.
Methods	A study of 110 patients with atherosclerosis of the carotid arteries who underwent carotid endarterectomy was conducted. Upon hospitalization, cognitive status was assessed, echocardiography, lipid profile, matrix metalloproteinase-9 (MMP-9),

monocytic chemoattractant protein-1 (MCP-1) were studied, the index of systemic immune inflammation (SII), the ratio of neutrophils and leukocytes (NLR), platelets to lymphocytes (PLR) were calculated. After 6 months, a group of patients with decreased cognitive function was identified.

Results

The following factors of cognitive decline were determined: type 2 diabetes mellitus ($p < 0.025$), a history of cerebral circulatory disorder ($p < 0.006$), elevated LDL ($p < 0.05$). In the group with impaired cognitive function, an increase in indicators of systemic inflammation and fibrosis was determined: NLR by 8.1% ($p < 0.05$), PLR by 4.5% ($p > 0.05$), (SII) by 15.8% ($p < 0.01$), MMP-9 by 51.7% ($p < 0.001$), MCP-1 by 21.2% ($p < 0.001$). After 6 months in this group, it was found that the emission fraction decreased by 10.3% ($p < 0.01$). The average LDL level was 16.7% higher ($p < 0.05$).

Conclusion

Risk factors for cognitive impairment six months after carotid endarterectomy were diabetes mellitus, tobacco smoking, uncontrolled hypertension, multifocal atherosclerosis, a history of stroke, dyslipidemia, increased levels of fibrosis markers and indicators of systemic inflammation.

Keywords

Carotid artery atherosclerosis • Carotid endarterectomy • Cognitive functions

Received: 26.12.2024; received in revised form: 03.02.2025; accepted: 13.03.2025

Список сокращений

ДИ	– доверительный интервал	MCP-1	– хемоаттрактантный белок-1
КЭА	– каротидная эндартерэктомия	MMSE	– Mini Mental State Examination (краткая шкала оценки психического статуса)
ЛПНП	– липопротеины низкой плотности	MoCa	– Монреальская шкала оценки когнитивных функций
ММП-9	– матриксная металлопротеиназа-9	NLR	– количественное соотношение нейтрофилов и лимфоцитов
ОНМК	– острое нарушение мозгового кровообращения	PLR	– количественное соотношение тромбоцитов и лимфоцитов
ОШ	– отношение шансов	SII	– системный иммунно-воспалительный индекс
ПОКД	– послеоперационная когнитивная дисфункция		
ТИА	– транзиторная ишемическая атака		

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания остаются ведущей причиной смертности во всем мире [1]. Более чем две трети из них составляют ишемический инсульт, ишемическая болезнь сердца и заболевания периферических артерий. Инсульт является наиболее распространенной причиной инвалидности и смертности в мире. По данным отчета The 2016 Global Burden of Disease, опубликованном в 2019 г., каждые четвертый человек перенесет инсульт в течение жизни. Ежегодно в мире прогнозируется развитие 9,6 млн инсультов с ростом заболеваемости по мере старения населения, при этом 85 % случаев приходится на долю ишемического инсульта [2]. На долю первичных инсультов приходится около 70%, около 5–10% пациентов имеют рецидивы. Важным фактором развития патологии головного мозга является атеросклероз с поражением артерий головы и шеи, а также артериальная гипертензия [3].

Снижение перфузии головного мозга играет важную роль в инициировании оксидантного стресса, приводящего к повреждению и гибели нейронов. Среди множества протеолитических ферментов, принимающих участие в поврежде-

нии мозга, большое внимание отводится интерлейкинам и семейству матриксных металлопротеиназ (ММП), в том числе ММП-9. В своем исследовании Tobin M. K. установил, что инфаркт мозга может вызывать отсроченное повреждение головного мозга за счет нейровоспаления [4]. А у пациентов, страдающих сосудистой деменцией, в цереброспинальной жидкости определяются повышенные концентрации ММП-9 [5].

Каротидная эндартерэктомия (КЭА) является одним из эффективных методов лечения у пациентов с тяжелым каротидным стенозом. Ранее из-за большой разнородности дизайна исследований и отсутствия стандартизации тестов оценки когнитивных функций однозначные выводы об эффективности КЭА сделать было сложно, однако последнее время появляется всё больше научных доказательств того, что КЭА эффективна в борьбе с ухудшением нейрокognитивных функций. В то же время ряд исследований показали, что у пациентов, перенесших оперативное лечение на сонных артериях, частота встречаемости послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) составляет от 6 до 30% [6]. Снижение когнитивных способностей

через 3 месяца может быть фактором риска плохой долгосрочной выживаемости. ПОКД является сложным и многофакторным заболеванием, взаимодействие между предрасполагающими и провоцирующими факторами играет жизненно важную роль в развитии ПОКД [7].

Медико-социальная значимость послеоперационной когнитивной дисфункции определяет необходимость поиска способов ее диагностики и разработки стратегий профилактики [8].

Цель исследования: определения предикторов ухудшения когнитивных функций у пациентов с гемодинамически значимым атеросклерозом сонных артерий через 6 месяцев после каротидной эндартерэктомии.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе отделения сосудистой хирургии ОГБУЗ БОКБ Святителя Иоасафа, г. Белгород. Набор и наблюдение пациентов осуществлялся в период с 2021–2023 г. Включено 110 исследуемых, в возрасте от 46 до 75 лет (средний возраст $65,4 \pm 6,02$), с поражением брахиоцефальных артерий: стеноз внутренней сонной артерии 70–99% по NASCET (Североамериканское исследование симптомной каротидной эндартерэктомии-North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) при отсутствии эпизодов перенесенной транзиторной ишемической атаки (ТИА) или острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), а также стеноз внутренней сонной артерии по данным экспертного УЗИ БЦА от 50 до 60% по NASCET с учетом морфологической нестабильности атеросклеротической бляшки (изъязвление, кровоизлияние в бляшку, флотация интимы, пристеночный тромб) с учетом неврологической симптоматики – ТИА или ОНМК. Всем пациентам выполнено оперативное лечение с помощью двух методик: классическая с синтетической заплаткой и эверсионная каротидная эндартерэктомия. В дальнейшем пациенты получали базовую медикаментозную терапию, включающую ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, антагонисты кальция, статины, эзетимиб, антиагрегантную терапию.

Пациентами было подписано информированное согласие на участие в исследовании. Критериями невключения в исследование считали: постинфарктный кардиосклероз, реваскуляризация миокарда в анамнезе, фракция выброса менее 50%, фибрилляция/трепетание предсердий, сердечная недостаточность IIБ и выше, хронические заболевания желудочно-кишечного тракта, бронхолегочной системы, мочевыделительной системы в стадии обострения, острая почечная недостаточность и хроническая болезнь почек стадии 4 и выше; критические стенозы митрального и аортального клапана, перенесенные оперативные вмешательства

в ближайшие 6 месяцев, сопутствующие острые воспалительные, инфекционные, онкологические заболевания, хронические заболевания в стадии декомпенсации, анемия средней и тяжелой степени тяжести по данным клинического анализа крови.

Количество мужчин в группе составило 78 (70,9%); женщин – 32 (29,1%) человек (табл. 1). Исследование проводилось в два этапа: I этап – за 2 дня

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика изучаемой группы больных
Table 1. Clinical and demographic characteristics of the studied group of patients

Показатель / Indicators	Группа / Group (n = 110)
Возраст, лет / Age, years	$65,4 \pm 6,02$ (мин / min – 46, макс / max – 75)
Мужчины, абс. (%) / Men, abs. (%)	78 (70,9%)
Женщины, абс. (%) / Women, abs. (%)	32 (29,1%)
Наличие ГБ, абс. (%) / Availability of hypertension, abs. (%)	110 (100%)
Наличие неконтролируемой АГ при поступлении, абс. (%) / The presence of uncontrolled AH at admission, abs. (%)	37 (33,6%)
ЧСС / HR	70 [67; 74]
I ФК ХСН по NYHA, абс. (%) / I FC CHF according to NYHA, abs. (%)	67 (60,9%)
II ФК ХСН по NYHA, абс. (%) / II FC CHF according to NYHA, abs. (%)	43 (39,1%)
ОНМК, абс. (%) / ACA, abs. (%)	43 (39,1%)
Стенокардия напряжения, абс. (%) / Angina pectoris, abs. (%)	18 (16,4%)
Сахарный диабет 2 типа, абс. (%) / Type 2 diabetes mellitus, abs. (%)	29 (26,4%)
Атеросклероз артерий нижних конечностей / Atherosclerosis of the arteries of the lower extremities	21 (19,1%)
Курение, абс. (%) / Smoking, abs. (%)	42 (38,2%)
Ожирение (в т. ч. абдоминальное), абс. (%) / Obesity (including abdominal), abs. (%)	28 (25,5%)
Индекс массы тела, $\text{кг}/\text{м}^2$ / Body mass index, kg/m^2	26,7
ОХС, ммоль/л / TC, mmol/L	4,2
ХС ЛНП, ммоль/л / LDL cholesterol, mmol/L	3,5
СКФ, $\text{мл}/\text{мин}/1,73 \text{ м}^2$ / GFR, $\text{mL}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$	76

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; ГБ – гипертоническая болезнь; ИМТ – индекс массы тела; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ОХС – общий холестерин; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; ФК – функциональный класс; ХС ЛНП – холестерин липопротеидов низкой плотности; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ЧСС – частота сердечных сокращений; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация кардиологов.

Note: ACA – acute cerebrovascular accident; AH – arterial hypertension; BMI – body mass index; CHF – chronic heart failure; FC – functional class; GFR – glomerular filtration rate; HR – heart rate; LDL cholesterol – low-density lipoprotein cholesterol; NYHA – New York Heart Association; TC – total cholesterol.

до оперативного лечения; II этап – через 6 месяцев после операции. После повторного тестирования и изучения когнитивных функций через 6 месяцев, все больные были разделены на 2 группы: 1 группа – 21 пациент, у которых произошло ухудшение когнитивных функций, 2 группа – 89 человек с улучшением когнитивных функций. Критериями улучшения когнитивных функций было принято улучшение общего балла по краткой шкале оценки психического статуса (MMSE – Mini-Mental State Examination) и Монреальской шкале оценки когнитивных функций (MoCa – Montreal Cognitive Assessment).

На I этапе в общем анализе крови проводился подсчет лейкоцитарной формулы и количества тромбоцитов с целью определения соотношения нейтрофилов и лейкоцитов (NLR – neutrophil to lymphocyte ratio) по формуле: нейтрофилы (количественно)/лимфоциты (количественно), тромбоцитарно-лимфоцитарное (PLR – platelet-to-lymphocyte ratio) соотношение определялось по формуле: тромбоциты/лимфоциты (количественно). Системный иммунно-воспалительный индекс (SII – Systemic Immune-Inflammation Index) рассчитывался по формуле $SII = \text{тромбоциты} \times \text{нейтрофилы} / \text{лейкоциты}$. В биохимическом исследовании крови определяли липидный спектр сыворотки крови – концентрацию общего холестерина (ОХ), липопротеидов низкой плотности (ЛПНП). Определение уровня хемоаттрактантного белка-1 (MCP-1 – Monocyte chemoattractant protein-1) и матриксной металлопротеиназы-9 (ММП-9) проводили иммуноферментным методом (ELISA) с использованием наборов для количественного определения, согласно инструкции производителя. Для проведения исследования выбраны высокочувствительные наборы «MCP-1-1-ИФА-БЕСТ» (Россия), Human MMP-9 (ELISA, США), Human TIMP-1 (ELISA, США). Оценка когнитивных функций проводилась по краткой шкале MMSE. Результаты теста трактовались следующим образом: 28–30 баллов – нет нарушений когнитивных функций; 24–27 баллов – преддементные когнитивные нарушения; 20–23 балла – деменция легкой степени выраженности; 11–19 баллов – деменция умеренной степени выраженности; 0–10 баллов – тяжелая деменция. А также по шкале MoCa, где оценка выше 26 баллов указывает на отсутствие когнитивных нарушений, оценка 24–26 балла указывает на умеренные, а оценка ниже 24 баллов – тяжелые когнитивные нарушения. Для определения функционального класса хронической сердечной недостаточности (ХСН) использовалась классификация Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA). Всем больным проводилось цветное триплексное сканирование внемозговых отделов БЦА аппаратом Logiq E9 («GE Healthcare», США, 2016) для определения локализации, степени атеросклеротического пора-

жения. Степень стеноза вычислялась по формуле NASCET – отношение разности величины диаметра ВСА дистальнее места стеноза к величине свободного (от интимы до интимы) просвета сосуда в области стеноза, выраженное в процентах [9].

При статистической обработке результатов использована программа IBM SPSS Statistics 26.0.0. Для описания качественных признаков применяли абсолютные и относительные показатели (n (%)). Сравнение динамики показателей в точках 1 и 2 производилось при помощи критерия Вилкоксона – при непараметрическом распределении и при помощи парного t-критерия Стьюдента – при правильном распределении. Для четырехпольных таблиц рассчитывалось отношение шансов (ОШ) и 95% доверительный интервал (ДИ). Критерием статистической значимости принимался при $p < 0,05$. Исследование влияния независимых переменных на зависимую переменную проводилось при помощи регрессионного анализа. Модель оценки факторов, влияющих на прогноз, определялась исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка.

Результаты

Нами установлено, что у пациентов изучаемой группы при оценке когнитивного статуса средний балл по шкале MMSE при поступлении составил 27 (25; 27) и был достоверно ниже ($p < 0,001$), чем через 6 месяцев после каротидной эндартерэктомии 28 (27; 29). В первой группе с ухудшением когнитивных функций средний балл до и после операции составил 25 (24; 27), у пациентов второй группы с улучшением когнитивных функций до операции 27 (25; 27), после операции 29 (27; 29), ($p < 0,001$). По шкале MoCa в общей группе до каротидной эндартерэктомии средний балл составил 25 (24; 26), после операции 27 (26; 28), ($p < 0,001$). До операции в 1 и 2 группе средний MoCa балл составил 25 (24; 26), после операции через 6 месяцев был в двух группах достоверно выше ($p = 0,045$), в 1 группе – 26 (26; 27), а во 2 группе – 27 (26; 28).

Нами установлено, что пациенты первой группы (с ухудшением когнитивных функций) чаще страдали сахарным диабетом ($\Delta 26,3\%$, $p = 0,025$), неконтролируемой артериальной гипертензией ($\Delta 13,1\%$, $p = 0,023$), атеросклерозом артерий нижних конечностей ($\Delta 15,3\%$, $p = 0,039$), в анамнезе перенесли нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) ($\Delta 34,1\%$, $p = 0,006$), чаще было распространено табакокурение ($\Delta 23,7\%$, $p < 0,001$), имели более высокий уровень ЛПНП и целевые цифры достигали на момент поступления в стационар всего 14,3% ($\Delta 11,5\%$, $p = 0,015$) по сравнению с пациентами с улучшением когнитивной функции (табл. 2).

Показатели системного воспаления, ММП-9 и MCP-1 в изучаемых группах больных на I этапе исследования представлены в табл. 3.

При анализе полученных данных в нашем исследовании, установлено, что пациенты с ухудшением когнитивных функций имели достоверно выше индекс NLR на 8,1% ($p = 0,037$) и SII на 15,8% ($p = 0,004$), в сравнении с группой пациентов с улучшением когнитивных функций, по индексу PLR достоверных различий не было.

При анализе маркеров фиброза определены достоверно значимые различия. У пациентов, которые имели ухудшение когнитивных функций после

проведения каротидной эндакрэктомии показатели концентрации ММП-9 до операции оказались значимо выше (на 51,7%), чем у пациентов с положительной динамикой в послеоперационном периоде ($p < 0,001$). Также установлен в группе с ухудшением когнитивной функции более высокий уровень хемокина MCP-1, на 22,2% ($p < 0,001$).

Показания и объем оперативного вмешательства определялись индивидуально сосудистым хирургом на основании характера поражения ВСА (длина

Таблица 2. Сравнение показателей в подгруппах с улучшением и ухудшением когнитивной функции
Table 2. Comparison of indicators in subgroups with improvement and deterioration of cognitive function

Показатель / Parameter	Динамика когнитивной функции / Dynamics of cognitive function		p
	Ухудшение / Decline (n = 21)	Улучшение / Improvement (n = 89)	
Возраст, лет / Age, years	67 [60,5; 71]	65 [61; 70,5]	0,687
ИМТ / BMI	25,6 [24,2; 27,4]	27,1 [24,5; 30,1]	0,319
Женщины/мужчины / Women/men	3 / 18	29 / 60	0,115
Наличие неконтролируемой АГ при поступлении, абс. / The presence of uncontrolled AH at admission, abs. (%)	7 (33,3)	18 (20,2)	0,023*
Курение, абс. / Smoking, abs. (%)	12 (57,1)	30 (33,7)	< 0,001*
II ФК ХСН по NYHA, абс. / NYHA CHF FC II, abs. (%)	8 (38,1)	35 (39,3)	1,0
Ожирение (в т.ч. абдоминальное), абс. / Obesity (including abdominal), abs. (%)	5 (23,8)	23 (25,8)	0,627
ОНМК, абс. / ACA, abs. (%)	14 (66,7)	29 (32,6)	0,006*
Сахарный диабет 2 тип, абс. / Type 2 diabetes mellitus, abs. (%)	10 (47,6)	19 (21,3)	0,025*
Стенокардия напряжения, абс. / Angina pectoris, abs. (%)	4 (19,1)	14 (15,7)	0,324
Наличие ХБП, абс. / The presence of CKD, abs. (%)	17 (81)	64 (71,9)	0,432
Целевой уровень ХС ЛНП, абс. (%) при поступлении / Target level of LDL cholesterol, abs. (%) upon admission	3 (14,3)	23 (25,8)	0,015*
Атеросклероз артерий нижних конечностей / Atherosclerosis of the arteries of the lower extremities	7 (33,3)	16 (18)	0,039*

Примечание: * статистически значимая достоверность; АГ – артериальная гипертензия; ИМТ – индекс массы тела; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ФК – функциональный класс; ХС ЛНП – холестерин липопротеидов низкой плотности; ХБП – хроническая болезнь почек; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация кардиологов.

Note: * statistically significant reliability; ACA – acute cerebrovascular accident; AH – arterial hypertension; BMI – body mass index; CHF – chronic heart failure; CKD – chronic kidney disease; FC – functional class; LDL cholesterol – low-density lipoprotein cholesterol; NYHA – New York Heart Association.

Таблица 3. Сравнение показателей системного воспаления и фиброза в подгруппах с улучшением и ухудшением когнитивной функции при поступлении

Table 3. Comparison of indicators of systemic inflammation and fibrosis in subgroups with improvement and deterioration of cognitive function at admission

Показатель / Parameter	Динамика когнитивных функций / Dynamics of cognitive function		p
	Ухудшение / Decline (n = 21)	Улучшение / Improvement (n = 89)	
Индекс NLR / NLR Index	1,98 [1,67; 2,29]	1,82 [1,58; 2,16]	0,037*
Индекс PLR / The PLR index	95,51 [77,38; 130,59]	100 [78,69; 126,18]	0,935
Индекс SII / The SII index	511,9 [393,7; 633,92]	448,86 [361,6; 587,9]	0,004*
ММП-9, нг/мл / MMP-9, ng/mL	285,32 [164,72; 314,47]	137,82 [124,42; 155,45]	< 0,001*
MCP-1, пг/мл / MCP-1, pg/mL	331,54 [316,71; 340,41]	261,21 [234,15; 295,32]	< 0,001*

Примечание: * статистически значимая достоверность; ММП-9 – матриксная металлопротеиназа-9; MCP-1 – хемоаттрактантный белок-1; NLR – количественное соотношение нейтрофилов и лимфоцитов; PLR – количественное соотношение тромбоцитов и лимфоцитов; SII – системный иммуновоспалительный индекс.

Note: * statistically significant reliability; MMP-9 – matrix metalloproteinase-9; MCP-1 – chemoattractant protein-1; NLR – quantitative ratio of neutrophils and lymphocytes; PLR – quantitative ratio of platelets and lymphocytes; SII – systemic immune-inflammatory index.

атеросклеротической бляшки, степень выраженности кальциноза, диаметр ВСА) и анатомического взаимоотношения в операционной ране (уровень бифуркации общей сонной артерии, взаимоотношение с подъязычным нервом, ветвями лицевого нерва и др.) согласно клиническим рекомендациям [10].

Характеристики оперативного вмешательства представлены в табл. 4.

Анализируя характеристики оперативного вмешательства, достоверных различий в группах с ухудшением и улучшением когнитивных функций не было.

Следует отметить, что ни у одного из включенных в исследование пациентов в раннем послеоперационном периоде и в течение 6 месяцев наблюдения не была диагностирована ТИА или ОНМК.

В исследовании предпринята попытка прогнозирования ухудшения когнитивных функций через 6 месяцев после планового оперативного вмешательства – КЭА.

С помощью однофакторного регрессионного анализа были определены независимые клинические и инструментально-лабораторные предикторы ухудшения когнитивных функций (табл. 5).

По результатам однофакторного анализа в качестве независимых предикторов в модели логистической регрессии были выбраны переменные из вышеуказанной табл. 5. Таким образом, вероятность ухудшения когнитивной функции у больных с атеросклерозом сонных артерий после КЭА при наличии СД была в 3,35 раза выше (ОШ = 3,349; 95% ДИ: 1,24–9,06, $p = 0,017$), после перенесенного ОНМК в 4,15 раза (ОШ = 4,15; 95% ДИ: 1,51–11,42, $p = 0,006$), при повышенном уровне ММП-9 в 1,03 раза (ОШ = 1,03; 95% ДИ: 1,02–1,04, $p < 0,001$) и повышении МСР-1 в 1,02 раза (ОШ = 1,02; 95% ДИ: 1,01–1,03, $p = 0,001$). Полученная с использованием метода пошагового исключения предикторов модель бинарной логистической регрессии была статистически значимой ($p < 0,001$). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 66,9% наблюдаемой дисперсии показателя «исход».

Обсуждение

Как правило, для пациентов, страдающих стенозирующим поражением брахиоцефальных сосудов для профилактики первичного и вторичного ише-

Таблица 4. Характеристики оперативного вмешательства
Table 4. Characteristics of surgical intervention

Показатель / Parameter	Динамика когнитивных функций / Dynamics of cognitive function		p
	Ухудшение / Decline (n = 21)	Улучшение / Improvement (n = 89)	
Классическая методика с синтетической заплатой / Classical technique with synthetic patch, n (%)	10 (47,6%)	46 (51,7%)	0,589
Эверсионная методика / Eversion method, n (%)	11 (52,4%)	43 (48,35)	0,599
Временное внутрисосудистое шунтирование / Temporary intraluminal bypass surgery, n (%)	4 (19%)	14 (15,7%)	0,377
Время пережатия сонной артерии, сек / Carotid artery compression time, seconds	1482 ± 196,6	1421 ± 224,2	0,365

Таблица 5. Предикторы ухудшения когнитивных функций через полгода после операции по данным однофакторного и многофакторного регрессионного анализа

Table 5. Predictors of cognitive impairment six months after surgery according to univariate and multifactorial regression analysis

Фактор / The factor	ОШ / OR	5–95% ДИ / 5–95% CI	p
Однофакторный регрессионный анализ / Single-factor regression analysis			
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	3,35	1,24–9,06	0,017*
Перенесенное ОНМК / Transferred ACA	4,15	1,51–11,42	0,006*
Когнитив при поступлении / Cognitive Assessment at Admission (MMSE)	0,67	0,47–0,93	0,019*
ММП-9 / MMP-9	1,03	1,02–1,04	<0,001*
МСР-1 / MCP-1	1,02	1,01–1,03	0,001*
Многофакторный регрессионный анализ / Multivariate regression analysis			
Перенесенное ОНМК / Transferred ACA	16,95	2,94–97,65	0,002*
ММП-9 / MMP-9	1,03	1,02–1,05	< 0,001*

Примечание: * статистически значимая достоверность; p – статистическая значимость; ДИ – доверительный интервал; ММП-9 – матричная металлопротеиназа-9; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ОШ – отношение шансов; МСР-1 – моноцитарный хемотаксический протеин-1.

Note: * statistically significant reliability; p – statistical significance; CI – confidence interval; MCP-1 – monocytic chemotactic protein-1; MMP-9 – matrix metalloproteinase-9; OR – odds ratio.

мического инсульта уже более 65 лет выполняется каротидная эндартерэктомия [11]. Оценка влияния каротидной эндартерэктомии на когнитивный статус пациентов остается дискуссионной, так как пациенты с атеросклеротическим поражением сонных артерий страдают хронической сосудисто-мозговой недостаточностью и многие из них уже перенесли ишемический инсульт, транзиторные ишемические атаки, часто имеют тяжелый коморбидный статус поэтому существующие данные неоднозначны и достаточно противоречивы [12, 13].

В настоящее время прослеживается отчетливая тенденция к сокращению числа грубых поражений головного мозга в послеоперационном периоде. На первый план выступают более тонкие, но не менее значимые в социальном аспекте расстройства когнитивной сферы [14].

Послеоперационное снижение когнитивных функций может быть определено как послеоперационное ухудшение в двух или более когнитивных областях, происходящее в послеоперационном периоде. Это малозаметное заболевание, которое необходимо диагностировать с помощью специальных тестов после исключения других неврологических осложнений.

Как показали результаты проведенного нами исследования у пациентов со стенозирующим атеросклерозом сонных артерий после проведенного оперативного лечения в объеме КЭА у 19% отмечалось снижение когнитивных функций в течение 6 месяцев наблюдения. В группе с ухудшением когнитивных функций установлен достоверно выше уровень маркеров фиброза и системного воспаления таких как NLR, SII, ММП-9, МСР-1 на дооперационном этапе. Также пациенты этой группы чаще страдали сахарным диабетом, атеросклерозом артерий нижних конечностей, курили, имели высокий уровень ЛПНП, перенесли в анамнезе ОНМК и не достигали целевых цифр артериального давления.

Исследование Hua-Ping Zhang продемонстрировало снижение когнитивных функций у пациентов с односторонним каротидным стенозом на ранней стадии после КЭА и восстановительный эффект через 3 месяца после КЭА. Ранние когнитивные нарушения в послеоперационном периоде могут быть связаны с временной гипоперфузией во время операции и послеоперационной гиперперфузией [15].

John G. G. в своем исследовании среди пожилых пациентов продемонстрировал, что более высокие уровни общего содержания ММП-9 до операции связаны с худшими когнитивными результатами [16].

В исследовании Bahaa Sussar установлено, что каротидные вмешательства улучшают когнитивные функции у молодых пациентов со стенозирующим атеросклерозом сонных артерий. Однако у пожилых мужчин старше 80 лет когнитивных преимуществ не наблюдалось [17].

Sridharan N.D. в своем обзоре когнитивных функций у бессимптомных больных после КЭА изучил 13 исследований. В 7 исследованиях с участием 272 пациентов в возрасте от $67,3 \pm 4,8$ до $76,35$ лет и продолжительностью наблюдения от 1 до 12 месяцев общая когнитивная функция улучшилась после КЭА. Однако в 6 исследованиях с общей выборкой 230 человек, средний возраст которых составлял от $68,6 \pm 6,9$ до $74,4 \pm 6,1$ лет, а продолжительность наблюдения – от 24 часов до 3 лет, не было выявлено изменений или ухудшения когнитивных функций после оперативного лечения. На основании этого он сделал заключение, что отсутствие стандартизации конкретных когнитивных тестов и сроков оценки когнитивных функций после КЭА не позволяет сделать однозначные выводы [18].

В клиническом исследовании Neyer et al. изучали когнитивную дисфункцию у пациентов с ожирением и без ожирения после неосложненной каротидной эндартерэктомии. Результаты показали, что у пациентов с присутствием аллеля апополипротеина E и ожирением чаще наблюдались нейрокогнитивные нарушения после КЭА [19].

Заключение

Полученные в настоящем исследовании результаты свидетельствуют о том, что основными факторами риска ухудшения нейропсихического статуса через полгода после каротидной эндартерэктомии являются сахарный диабет, перенесенное ОНМК, когнитивные функции до оперативного лечения, уровень ММП-9 и МСР-1 при поступлении в стационар. Актуальным является дальнейшее изучение, выявление факторов риска, влияющих на когнитивные функции, а также поиск способов комплексного подхода в профилактике ПОКД.

Конфликт интересов

О.А. Осипова заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Сердюкова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Б.Ю. Гололобов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Э.В. Фесенко заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Барыкина заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.С. Пономарев заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.У. Гехаев заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.А. Трубникова заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.Н. Кухарева заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.А. Воронина входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Осипова Ольга Александровна, доктор медицинских наук, профессор профессор кафедры госпитальной терапии медицинского института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-7321-6529

Сердюкова Анна Викторовна, аспирант кафедры госпитальной терапии медицинского института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-4068-880X

Гололобов Богдан Юрьевич, аспирант кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья (базовая) по специальности геронтология и гериатрия медицинского института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0006-8639-8479

Фесенко Эльвира Витальевна, кандидат медицинских наук, доцент заведующая кафедрой терапии, гериатрии и антивозрастной медицины академии постдипломного образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-2187-5060

Барыкина Анастасия Викторовна, научный сотрудник отдела клинической геронтологии автономной некоммерческой организации «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», Москва, Российская Федерация; врач функциональной диагностики областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа», Белгород, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0009-2147-4532

Пономарев Алексей Сергеевич, кандидат медицинских наук доцент кафедры анатомии человека культуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Екатеринбург, Российская Федерация; заведующий отделением мануальной терапии, остеопатии и восстановительной медицины многопрофильной клиники антивозрастной и регенеративной медицины «Счастливая Нация» общества с ограниченной ответственностью «Бьюти Лайф», Екатеринбург, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-2830-0334

Гехаев Алихан Умакрович, кандидат медицинских наук ассистент кафедры госпитальной хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова», Грозный, Российская Федерация; заведующий отделением опухолей головы и шеи государственного бюджетного учреждения «Республиканский онкологический диспансер», Грозный, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0009-8536-1190

Трубникова Ольга Александровна, доктор медицинских наук заведующая лабораторией нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-

Author Information Form

Osipova Olga A., PhD, Professor, Professor of the Department of Hospital Therapy of the Medical Institute, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-7321-6529

Serdyukova Anna V., postgraduate student of the Department of Hospital Therapy of the Medical Institute, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-4068-880X

Gololobov Bogdan Yu., postgraduate student of the Department of Health Organization and Public Health (basic) of the Medical Institute, specialty Gerontology and Geriatrics, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; **ORCID** 0009-0006-8639-8479

Fesenko Elvira V., PhD, associate professor, Head of Department of Internal Diseases, Geriatrics and Anti-aging Medicine, Academy of Postgraduate Education of the Federal State Budgetary Institution «Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency», Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-2187-5060

Barykina Anastasia V., Researcher at the Department of Clinical Gerontology, Autonomous nonprofit organization “Research medical center “Gerontology”, Moscow, Russian Federation; functional diagnostics doctor of the Regional State Budgetary Healthcare Institution «Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph», Belgorod, Russian Federation; **ORCID** 0009-0009-2147-4532

Ponomarev Alexey S., PhD, Associate Professor of the Department of Human Anatomy of Culture, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation; Head of the Department of Manual Therapy, Osteopathy and Restorative Medicine of the multidisciplinary clinic «Happy Nation», Beauty Life Limited Liability Company, Yekaterinburg, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-2830-0334

Gekhaev Alikhan U., PhD, assistant Department of Hospital Surgery, Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russian Federation; Head of the Department of Head and Neck Tumors, State Budgetary Institution «Republican Oncology Dispensary», Grozny, Russian Federation; **ORCID** 0009-0009-8536-1190

Trubnikova Olga A., PhD, Head of the Laboratory of Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo,

исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-8260-8033

Кухарева Ирина Николаевна, кандидат медицинских наук старший научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-6813-7017

Воронина Елена Анатольевна, доктор медицинских наук заведующая кафедрой социальной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», Кемерово, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-8915-533X

Russian Federation, Kemerovo, Russian Federation; ORCID 0000-0001-8260-8033

Kukhareva Irina N., PhD, Senior researcher of the Laboratory of Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation, Kemerovo, Russian Federation; ORCID 0000-0002-6813-7017

Voronina Elena A., PhD, Head of the Department of Social Medicine of the Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation; ORCID 0000-0001-8915-533X

Вклад авторов в статью

ООА – вклад в концепцию и дизайн исследования, анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

САВ – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ГБЮ – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ФЭВ – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

БАВ – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ПАС – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ГАУ – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ТОА – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

КИИ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ВЕА – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

ООА – contribution to the concept and design of the study, data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

CAB – contribution to the concept and design of the study, data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

GBY – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

FEV – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

BAV – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

PAS – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

GAU – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

TOA – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

KIN – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

VEA – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушенко В. А., Иркиенко Е. К. Сердечно-сосудистая заболеваемость - одна из важнейших проблем здравоохранения. Медицина и организация здравоохранения. 2019;4(1):56-63
2. GBD 2016 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol.* 2019 May;18(5):439-458. doi: 10.1016/S1474-4422(19)30034-1. Epub 2019 Mar 11. PMID: 30871944; PMCID: PMC6494974
3. Дауреханов А.М., Шонбаева А.К. Особенности локализации и степень атеросклероза мозговых сосудов в зависимости от возраста и артериальной гипертензии. Вестник КазНМУ. 2018;1
4. Tobin MK, Bonds JA, Minshall RD, Pelligrino DA, Testai FD, Lazarov O. Neurogenesis and inflammation after ischemic stroke: what is known and where we go from here. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2014 Oct;34(10):1573-84. doi: 10.1038/jcbfm.2014.130. Epub 2014 Jul 30. PMID: 25074747; PMCID: PMC4269726.
5. Bernocchi F, Bonomi CG, Assogna M, Moreschini

A, Mercuri NB, Koch G, Martorana A, Motta C. Astrocytic-derived vascular remodeling factors are independently associated with blood brain barrier permeability in Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging*. 2024 Sep;141:66-73. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2024.05.002. Epub 2024 May 14. PMID: 38823205.

6. Relander K, Hietanen M, Nuotio K, Ijäs P, Tikkala I, Saimanen E, Lindsberg PJ, Soenne L. Cognitive Dysfunction and Mortality After Carotid Endarterectomy. *Front Neurol*. 2021 Jan 14;11:593719. doi: 10.3389/fneur.2020.593719. PMID: 33519678; PMCID: PMC7840953.

7. Барбараш О.Л., Петрова М.М., Чумакова Г.А., Давидович И.М., Трубникова О.А., Куприянова Т.В., Еремина О.В., Прокопенко С.В., Каскаева Д.С., Деменко Т.Н. Когнитивные расстройства при сердечно-сосудистых заболеваниях. Новосибирск: Наука; 2020.

8. Малева О.В., Соснина А.С., Учасова Е.Г., Иванов С.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. Факторы развития ранних послеоперационных когнитивных нарушений у пациентов после коронарного шунтирования и каротидной эндартерэктомии. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(5):3166.

9. Fox, A.J., Singh, N. Clinical trials for carotid stenosis revascularization and relation to methods of stenosis quantification. *Neurovascular Imaging* 1, 2 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40809-015-0002-1>

10. Чернявский М.А., Иртыго О.Б., Янишевский С. Н., Алиева А. С., Самочерных К.А., Абрамов К.Б., Вавилова Т.В., Лукьянчиков В.А., Курапеев Д.И., Ванюркин А.Г., Чернова Д.В., Шелуханов Н.К., Козленок А.В., Кавтеладзе З.А., Малеванный М.В., Виноградов Р.А., Хафизов Т. Н., Иванова Г. Е., Жуковская Н.В., Фокин А. А., Игнатъев И. М., Карпенко А. А., Игнатенко П.В., Астапов Д.А., Семенов В.Ю., Порханов В.А., Крылов В.В., Уса - чев Д.Ю., Светликов А.В., Алякин Б. Г., Акчуринов Р. С., Чернявский А.М., Коград А. О., Шляхто Е.В. Российский консенсус по диагностике и лечению пациентов со стенозом сонных артерий. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(11):5284. doi:10.15829/1560-4071-2022-5284.

11. Акжигитов Р.Г., Алякин Б.Г., Алферова В.В. и др. Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых: Клинические рекомендации. 2021. 181 с. EDN DJFPJB

12. Нуриманшин А.Ф., Богданов Р.Р., Хасанов А.Р., Хусаенова А.А. Послеоперационные когнитивные нарушения у пациентов, перенесших каротидную эндартерэктомию. *Хирургическая практика*. 2022;(4):23-34. <https://doi.org/10.38181/2223-2427-2022-4-23-31>

13. Белов Ю.В., Медведева Л.А., Загоруйко О.И., Комаров Р.Н., Дракина О.В. Нейрокогнитивные и психоэмоциональные расстройства у пациентов с атеросклерозом внутренних сонных артерий в послеоперационном периоде после каротидной эндартерэктомии. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2015;4(8):37-42. <https://doi.org/10.17116/kardio20158437-42>

14. Белов Ю.В., Медведева Л.А., Загоруйко О.И., Чарчян Э.Р., Дракина О.В. Когнитивные расстройства в раннем и отдаленном периодах у пациентов после каротидной эндартерэктомии. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018;(12):5 12.

15. Zhang HP, Ma XD, Chen LF, Yang Y, Xu BN, Zhou DB. Cognitive Function After Carotid Endarterectomy: Early Decline and Later Recovery. *Turk Neurosurg*. 2016;26(6):833-839. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.13382-14.1. PMID: 27438617.

16. Gaudet JG, Yocum GT, Lee SS, Granat A, Mikami M, Connolly ES Jr, Heyer EJ. MMP-9 levels in elderly patients with cognitive dysfunction after carotid surgery. *J Clin Neurosci*. 2010 Apr;17(4):436-40. doi: 10.1016/j.jocn.2009.07.103. Epub 2010 Jan 27. PMID: 20110172; PMCID: PMC2843407.

17. Succar B, Chou YH, Hsu CH, Rapcsak S, Trouard T, Zhou W. Cognitive effects of carotid revascularization in octogenarians. *Surgery*. 2023;174(4):1078-1082. doi: 10.1016/j.surg.2023.07.010.

18. Sridharan ND, Asaadi S, Thirumala PD, Avgerinos ED. A systematic review of cognitive function after carotid endarterectomy in asymptomatic patients. *J Vasc Surg*. 2022 Jun;75(6):2074-2085. doi: 10.1016/j.jvs.2021.12.059. Epub 2022 Jan 5. PMID: 34995717.

19. Heyer EJ, Mergeche JL, Stern Y, Malone HR, Bruce SS, Ward JT, Sander Connolly E. Apolipoprotein E-ε4 polymorphism and cognitive dysfunction after carotid endarterectomy. *J Clin Neurosci*. 2014 Feb;21(2):236-40. doi: 10.1016/j.jocn.2013.04.009. Epub 2013 Oct 16. PMID: 24139138; PMCID: PMC3947092.

REFERENCES

1. Glushchenko V. A., Irklienko E. K. Cardiovascular morbidity is one of the most important health problems. *Medicine and healthcare organization*. 2019;4(1):56-63. (In Russ.)

2. GBD 2016 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol*. 2019 May;18(5):439-458. doi: 10.1016/S1474-4422(19)30034-1. Epub 2019 Mar 11. PMID: 30871944; PMCID: PMC6494974

3. Daurekhanov A.M., Shonbaeva A.K. Features of localization and degree of atherosclerosis of cerebral vessels depending on age and arterial hypertension. *Bulletin of KazNMU*. 2018; 1 (In Russ.)

4. Tobin MK, Bonds JA, Minshall RD, Pelligrino DA, Testai FD, Lazarov O. Neurogenesis and inflammation after ischemic stroke: what is known and where we go from here. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2014 Oct;34(10):1573-84. doi: 10.1038/jcbfm.2014.130. Epub 2014 Jul 30. PMID: 25074747; PMCID: PMC4269726.

5. Bernocchi F, Bonomi CG, Assogna M, Moreschini A, Mercuri NB, Koch G, Martorana A, Motta C. Astrocytic-derived vascular remodeling factors are independently associated with blood brain barrier permeability in Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging*. 2024 Sep;141:66-73. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2024.05.002. Epub 2024 May 14. PMID:

38823205.

6. Relander K, Hietanen M, Nuotio K, Ijäs P, Tikkala I, Saimanen E, Lindsberg PJ, Soenne L. Cognitive Dysfunction and Mortality After Carotid Endarterectomy. *Front Neurol*. 2021 Jan 14;11:593719. doi: 10.3389/fneur.2020.593719. PMID: 33519678; PMCID: PMC7840953.

7. Barbarash O.L., Petrova M.M., Chumakova G.A., Davidovich I.M., Trubnikova O.A., Kupriyanova T.V., Eremina O.V., Prokopenko S.V., Kaskayeva D.S., Demenko T.N. Cognitive disorders in cardiovascular diseases. *Novosibirsk: Nauka Publ.*, 2020. (In Russ.)

8. Малева О.В., Соснина А.С., Учасова Е.Г., Иванов С.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. Факторы для раннего послеоперационного когнитивного нарушения у пациентов после коронарного шунтирования и каротидной эндартерэктомии. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(5):3166. (In Russ.)

9. Fox, A.J., Singh, N. Clinical trials for carotid stenosis revascularization and relation to methods of stenosis quantification. *Neurovascular Imaging* 1, 2 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40809-015-0002-1>

10. Chernyavsky M.A., Irtyuga O.B., Yanishevsky S.N., Alieva A.S., Samochernykh K. A., Abramov K.B., Vavilova T. V., Lukyanchikov V. A., Kurapeev D. I., Vanyurkin A. G., Chernova D. V., Shelukhanov N. K., Kozlyonok A. V., Kavteladze Z.A., Malevanny M.V., Vinogradov R.A., Khafizov

T.N., Ivanova G.E., Zhukovskaya N.V., Fokin A.A., Ignatiev I.M., Karpenko A.A., Ignatenko P.V., Astapov D.A., Semenov V. Yu., Porkhanov V.A., Krylov V. V., Usachev D. Yu., Svetlikov A. V., Ale - kyan B.G., Akchurin R.S., Chernyavsky A.M., Konradi A.O., Shlyakhto E.V. Russian consensus statement on the diagnosis and treatment of patients with carotid stenosis. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(11):5284. doi:10.15829/1560-4071-2022-5284 (In Russ.)

11. Akzhigitov RG, Alekhan BG, Alferova VV, et al. Ischemic stroke and transient ischemic attack in adults: Clinical recommendations. 2021. 181 p. (In Russ.)

12. Nurimanshin A.F., Bogdanov R.R., Khasanov A.R., Khusaenova A.A. Postoperative cognitive impairment in patients undergoing carotid endarterectomy. *Surgical practice*. 2022;(4):23-34. <https://doi.org/10.38181/2223-2427-2022-4-23-31> (In Russ.)

13. Belov Yu.V., Medvedeva L.A., Zagorulko O.I., Komarov R.N., Drakina O.V. Neurocognitive and psychoemotional disorders in patients with atherosclerosis of the internal carotid arteries in the postoperative period after carotid endarterectomy. *Cardiology and cardiovascular surgery*. 2015;4(8):37-42. <https://doi.org/10.17116/kardio20158437-42> (In Russ.)

14. Belov YuV, Medvedeva LA, Zagorulko OI, Charchian ÉR, Drakina OV. Early and long-term cognitive disorders after carotid endarterectomy. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2018;(12):5-12. (In Russ.)

15. Zhang HP, Ma XD, Chen LF, Yang Y, Xu BN, Zhou DB. Cognitive Function After Carotid Endarterectomy: Early Decline and Later Recovery. *Turk Neurosurg*. 2016;26(6):833-839. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.13382-14.1. PMID: 27438617.

16. Gaudet JG, Yocum GT, Lee SS, Granat A, Mikami M, Connolly ES Jr, Heyer EJ. MMP-9 levels in elderly patients with cognitive dysfunction after carotid surgery. *J Clin Neurosci*. 2010 Apr;17(4):436-40. doi: 10.1016/j.jocn.2009.07.103. Epub 2010 Jan 27. PMID: 20110172; PMCID: PMC2843407.

17. Succar B, Chou YH, Hsu CH, Rapcsak S, Trouard T, Zhou W. Cognitive effects of carotid revascularization in octogenarians. *Surgery*. 2023;174(4):1078-1082. doi: 10.1016/j.surg.2023.07.010.

18. Sridharan ND, Asaadi S, Thirumala PD, Avgerinos ED. A systematic review of cognitive function after carotid endarterectomy in asymptomatic patients. *J Vasc Surg*. 2022 Jun;75(6):2074-2085. doi: 10.1016/j.jvs.2021.12.059. Epub 2022 Jan 5. PMID: 34995717.

19. Heyer EJ, Mergeche JL, Stern Y, Malone HR, Bruce SS, Ward JT, Sander Connolly E. Apolipoprotein E-ε4 polymorphism and cognitive dysfunction after carotid endarterectomy. *J Clin Neurosci*. 2014 Feb;21(2):236-40. doi: 10.1016/j.jocn.2013.04.009. Epub 2013 Oct 16. PMID: 24139138; PMCID: PMC3947092.

Для цитирования: Осипова О.А., Сердюкова А.В., Гололобов Б.Ю., Фесенко Э.В., Барыкина А.В., Пономарев А.С., Гехаев А.У., Трубникова О.А., Кухарева И.Н., Воронина Е.А. Факторы риска ухудшения когнитивных функций после каротидной эндартерэктомии. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2025;14(2): 51-62. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-2-51-62

To cite: Osipova O.A., Serdyukova A.V., Gololobov B.Yu., Fesenko E.V., Barykina A.V., Ponomarev A.S., Gehaev A.U., Trubnikova O.A., Kukhareva I.N. Risk factors for cognitive impairment after carotid endarterectomy. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2025;14(2): 51-62. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-2-51-62
