

© Team of authors, 2026 / © Коллектив авторов, 2026

3.1.15. Cardiovascular surgery, 3.1.10. Neurosurgery / 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия, 3.1.10. Нейрохирургия

## Systemic and interdisciplinary approach to atherosclerosis of the great arteries with a focus on the brachiocephalic area – based on the results of an interdisciplinary consensus reached at the 13th Congress on Diseases of the Head and Neck on June 5, 2025

M.M. Tanashyan <sup>1</sup>, I.V. Reshetov <sup>2,3</sup>, T.V. Balakhonova <sup>4</sup>, V.A. Lukyanchikov <sup>1</sup>, K.V. Antonova <sup>1</sup>, A.A. Raskurazhev <sup>1</sup>, M.R. Kuznetsov <sup>2</sup>, A.V. Chupin <sup>5</sup>, D.Yu. Usachev <sup>6</sup>

<sup>1</sup>Russian Center of Neurology and Neurosciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Prof. L.L. Levshin Institute of Cluster Oncology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia

<sup>3</sup>N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia

<sup>4</sup>E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

<sup>5</sup>A.V. Vishnevsky National Medical Research Center for Surgery, Moscow, Russia

<sup>6</sup>N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Contacts: Raskurazhev Anton Alekseevich – e-mail: raskurazhev@neurology.ru

## Системный и междисциплинарный подход к проблеме атеросклероза магистральных сосудов с фокусом на брахиоцефальную зону – по результатам междисциплинарного консенсуса, прошедшего на XIII конгрессе по заболеваниям органов головы и шеи 05.06.2025 г.

М.М. Танашян <sup>1</sup>, И.В. Решетов <sup>2,3</sup>, Т.В. Балахонова <sup>4</sup>, В.А. Лукьянчиков <sup>1</sup>, К.В. Антонова <sup>1</sup>, А.А. Раскуражев <sup>1</sup>, М.Р. Кузнецов <sup>2</sup>, А.В. Чупин <sup>5</sup>, Д.Ю. Усачев <sup>6</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ Российский центр неврологии и нейронаук, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт кластерной онкологии им. проф. Л.Л. Левшина ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

<sup>4</sup>ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>5</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» МЗ РФ, Москва, Россия

<sup>6</sup>ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия

Контакты: Раскуражев Антон Алексеевич – e-mail: raskurazhev@neurology.ru

## 基于 2025 年 6 月 5 日第十三届头颈部疾病大会多学科共识：主干动脉粥样硬化疾病的系统化多学科诊疗思路 – 以头臂血管区域为研究重点

M.M. Tanashyan <sup>1</sup>, I.V. Reshetov <sup>2,3</sup>, T.V. Balakhonova <sup>4</sup>, V.A. Lukyanchikov <sup>1</sup>, K.V. Antonova <sup>1</sup>, A.A. Raskurazhev <sup>1</sup>, M.R. Kuznetsov <sup>2</sup>, A.V. Chupin <sup>5</sup>, D.Yu. Usachev <sup>6</sup>

<sup>1</sup>俄罗斯神经学与神经科学中心, 莫斯科, 俄罗斯

<sup>2</sup>俄罗斯卫生部谢切诺夫第一莫斯科国立医科大学 (谢切诺夫大学) L.L. Levshin 集群肿瘤学研究所, 莫斯科, 俄罗斯

<sup>3</sup>俄罗斯卫生部谢切诺夫第一莫斯科国立医科大学 (谢切诺夫大学) N.V. Sklifosovsky 临床医学院, 莫斯科, 俄罗斯

<sup>4</sup>俄罗斯卫生部 E.I. Chazov 国家心血管医学研究中心, 莫斯科, 俄罗斯

<sup>5</sup>俄罗斯莫斯科维什涅夫斯基国家外科医学研究中心

<sup>6</sup>N.N. Burdenko 俄罗斯联邦卫生部神经外科国家医学研究中心, 莫斯科, 俄罗斯

通讯作者: Anton Alekseevich Raskurazhev – e-mail: raskurazhev@neurology.ru

Atherosclerosis of the brachiocephalic arteries is a systemic pathological process that plays a leading role in the development of ischemic stroke and chronic cerebrovascular disease. This expert consensus, developed with a multidisciplinary approach, summarizes current data on the pathophysiology of cerebral atherosclerosis, describes contemporary diagnostic and risk stratification tools, and analyzes the latest 2024–2025 recommendations on stroke prevention, highlighting interdisciplinary differences in invasive and conservative management strategies for asymptomatic and symptomatic carotid stenosis. It is emphasized that optimal stroke prevention requires personalized pharmacotherapy, active correction of risk factors, consideration of cerebro-metabolic health, and clinical decision-making within a multidisciplinary team. Promising directions in this field include the implementation of methods based on the integration of artificial intelligence, proteomics, and other omics technologies for more accurate risk assessment and personalized prevention.

**Keywords:** brachiocephalic artery atherosclerosis; ischemic stroke; carotid stenosis; risk stratification; multidisciplinary approach; stroke prevention

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

**Financing.** The work was completed without sponsorship.

**For citation:** Tanashyan M.M., Reshetov I.V., Balakhonova T.V., Lukyanchikov V.A., Antonova K.V., Raskurazhev A.A., Kuznetsov M.R., Chupin A.V., Usachev D.Yu. Systemic and interdisciplinary approach to atherosclerosis of the great arteries with a focus on the brachiocephalic area – based on the results of an interdisciplinary consensus reached at the 13th Congress on Diseases of the Head and Neck on June 5, 2025. *Head and Neck. Russian Journal.* 2026;14(3):159–168

**Doi:** 10.25792/HN.2026.14.3.159-168

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Атеросклероз брахиоцефальных артерий представляет собой системный патологический процесс, играющий ведущую роль в развитии ишемического инсульта и хронической цереброваскулярной патологии. В настоящем экспертном консенсусе с привлечением мультидисциплинарного подхода обобщены современные данные о патофизиологии церебрального атеросклероза, описаны современные возможности диагностики и стратификации риска, а также проанализированы актуальные рекомендации 2024–2025 гг. по профилактике инсульта и показаны расхождения в подходах к инвазивному и консервативному ведению асимптомного и симптомного каротидного стеноза у разных специалистов. Подчеркивается, что оптимальная профилактика инсульта требует персонализированной медикаментозной терапии, активной коррекции факторов риска, учета церебromетаболического здоровья и принятия клинических решений в рамках мультидисциплинарной команды. Перспективными направлениями в данной области являются внедрение методик, основанных на интеграции искусственного интеллекта, протеомных и других omics-технологий для более точной оценки риска и персонализированной профилактики.

**Ключевые слова:** атеросклероз брахиоцефальных артерий; ишемический инсульт; каротидный стеноз; стратификация риска; мультидисциплинарный подход; профилактика инсульта

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

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Танамян М.М., Решетов И.В., Балахонова Т.В., Лукьянчиков В.А., Антонова К.В., Раскуражев А.А., Кузнецов М.Р., Чупин А.В., Усачев Д.Ю. Системный и междисциплинарный подход к проблеме атеросклероза магистральных сосудов с фокусом на брахиоцефальную зону – по результатам междисциплинарного консенсуса, прошедшего на XIII конгрессе по заболеваниям органов головы и шеи 05.06.2025 г. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2026;14(3):159–168

**Doi:** 10.25792/HN.2026.14.3.159-168

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

Артериальная гипертензия – это системное заболевание, которое является основным фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. В настоящем экспертном консенсусе обобщены современные данные о патофизиологии артериальной гипертензии, описаны современные возможности диагностики и стратификации риска, а также проанализированы актуальные рекомендации 2024–2025 гг. по профилактике артериальной гипертензии и показаны расхождения в подходах к лечению артериальной гипертензии у разных специалистов. Подчеркивается, что оптимальное лечение артериальной гипертензии требует персонализированной медикаментозной терапии, активной коррекции факторов риска, учета индивидуальных особенностей пациента и принятия клинических решений в рамках мультидисциплинарной команды. Перспективными направлениями в данной области являются внедрение методик, основанных на интеграции искусственного интеллекта, протеомных и других omics-технологий для более точной оценки риска и персонализированной профилактики.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия; сердечно-сосудистые заболевания; стратификация риска; мультидисциплинарный подход; профилактика артериальной гипертензии

**Конфликт интересов:** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** Исследование не получило внешнего финансирования.

**Для цитирования:** Tanashyan M.M., Reshetov I.V., Balakhonova T.V., Lukyanchikov V.A., Antonova K.V., Raskurazhev A.A., Kuznetsov M.R., Chupin A.V., Usachev D.Yu. Systemic and interdisciplinary approach to atherosclerosis of the great arteries with a focus on the brachiocephalic area – based on the results of an interdisciplinary consensus reached at the 13th Congress on Diseases of the Head and Neck on June 5, 2025. *Head and Neck. Russian Journal.* 2026;14(3):159–168

**Doi:** 10.25792/HN.2026.14.3.159-168

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала (таблиц, рисунков, фотографий пациентов) – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

## Введение

Атеросклероз играет ключевую роль в патогенезе многих сердечно-сосудистых заболеваний. Велика его роль в возникновении ишемического инсульта как одного из ведущих факторов, определяющих глобальное бремя цереброваскулярной патологии [1, 2]. Согласно данным различных когортных исследований атеросклеротические поражения крупных артерий головного мозга (сонных и позвоночных) ответственны за 15–50% всех случаев ишемического инсульта, а у пожилых пациентов этот показатель еще выше [3]. Статистические исследования показывают, что к 2050 г. абсолютное число инсультов вырастет (прогнозируется 21,43 миллиона случаев инсульта, 159,31 миллиона выживших, 12,05 миллиона смертей и 224,86 миллиона лет жизни, скорректированных по инвалидности (DALY) во всем мире [4]) в результате старения населения и распространенности сосудистых факторов риска, несмотря на некоторую стабилизацию стандартизированных показателей заболеваемости.

Эпидемиологические исследования последних лет фиксируют высокую распространенность каротидного атеросклероза: в популяционных скринингах доля лиц с выявляемыми атеросклеротическими изменениями внутренней сонной артерии среди взрослых превышает 20–30% [5]. При этом частота выявления атеросклеротической бляшки в сонной артерии и каротидного стеноза растет экспоненциально с возрастом – у лиц старше 65 лет значимые поражения выявляются более чем у 40%, причем выраженность процесса коррелирует с наличием диабета, гипертонии и дислипидемии [6]. В последние годы отмечено увеличение числа пациентов с множественными атеросклеротическими поражениями.

Особое значение атеросклероза сонных и позвоночных артерий связано не только с риском первого ишемического инсульта, но и с высокой частотой повторных сосудистых катастроф. Согласно данным клинических исследований и регистров 2024–2025 гг., у пациентов с атеротромботическим генезом инсульта риск рецидива в течение ближайших 12 месяцев превышает 10–13% [7], а среди факторов риска рецидива упоминается количество пораженных артерий, степень резидуального воспаления и неадекватный контроль уже установленных факторов риска [8]. Наиболее неблагоприятный прогноз – у лиц с множественными стенозами и нестабильными атеросклеротическими бляшками; значимость вопроса подтверждена результатами проспективных исследований с КТ/МР-ангиографией и оценкой морфологии бляшек [9]. Результаты когортных исследований свидетельствуют о том, что совокупный атеросклеротический индекс (Cervicocerebral Atherosclerosis Burden [CAB]), рассчитываемый по количеству стенозов и пораженных артерий, напрямую связан с общей и сосудистой смертностью после инсульта – у пациентов из высшего квартиля CAB риск смерти достигает 61% за 7 лет наблюдения [9].

Роль атеросклероза как системного процесса и его вклад в сосудистую катастрофу активно обсуждается в кардиологии, неврологии, эндокринологии, онкологии и сосудистой хирургии. Кардиологи рассматривают атеросклероз как ведущий фактор не только инсульта, но и инфаркта миокарда, рекомендуют жесткий контроль липидов, давления и внедрение новых классов препаратов (PCSK9 ингибиторы, агонисты ГПП-1) [10]. Эндокринологи подчеркивают значение сахарного диабета и ожирения в ускорении прогрессирования церебральных сосудистых поражений [11]. Онкологи и кардиоонкологи фиксируют более высокий риск атеросклеротических событий у пациентов

с злокачественными опухолями (каротидный стеноз высоких степеней [ $>70\%$ ] может развиваться у трети пациентов после облучения головы/шеи), особенно получающих противоопухолевую терапию с кардиотоксическим эффектом; рекомендации по этой группе включают ранний скрининг и профилактику [12].

Сосудистые хирурги руководствуются международными консенсусами (в т.ч. ESVS), где оптимальные сроки, объем хирургического вмешательства и критерии выбора техники (эндартерэктомия vs стентирование) формируются с учетом степени стеноза, симптомности стеноза и индивидуального риска [13]. В практических рекомендациях неврологов акцентируется мультидисциплинарный подход и необходимость регулярного мониторинга динамики бляшек, вторичной профилактики и стратификации риска. Современные протоколы объединяют междисциплинарные усилия, включая регулярный скрининг, коррекцию факторов риска, раннюю реваскуляризацию у высокорисковых пациентов и персонализированный выбор медикаментозной терапии [3].

Таким образом, формирование стратегии лечения и профилактики инсульта при церебральном атеросклерозе требует комплексного подхода с учетом современных эпидемиологических данных, междисциплинарных клинических рекомендаций и участия специалистов всех смежных областей медицины. Использование новых биомаркеров, методов стратификации риска и протоколов длительного наблюдения остается инновационным направлением, способствующим снижению смертности и частоты рецидивов ишемических инсультов.

## Патофизиология атеросклероза

Современные исследования позволили значительно углубить понимание молекулярных механизмов развития церебрального атеросклероза – сложного многоступенчатого процесса, включающего эндотелиальную дисфункцию, воспаление, окислительный стресс и нарушение сосудистого гомеостаза [14]. Эндотелиальная дисфункция рассматривается как ключевое звено инициации атеросклеротического процесса в церебральных артериях и характеризуется структурными и функциональными изменениями эндотелиальных клеток, что приводит к повышению проницаемости сосудистой стенки вследствие нарушения межклеточных соединений и расширения межклеточных промежутков [15, 16]. Эти изменения облегчают инфильтрацию липопротеинов и моноцитов в субэндотелиальное пространство, создавая условия для формирования атеросклеротических бляшек. Функционально эндотелиальная дисфункция проявляется снижением продукции и биодоступности оксида азота (NO), который играет критическую роль в вазодилатации, ингибировании агрегации тромбоцитов и предотвращении адгезии лейкоцитов [17].

Воспалительные механизмы занимают центральное место в патогенезе церебрального атеросклероза и его прогрессировании [18]. Хроническое воспаление способствует инициации и прогрессированию атерогенеза в церебральных сосудах через сложные механизмы, индуцируя окислительный стресс, модификацию липопротеинов и стимулирование их захвата макрофагами, что усугубляет формирование и рост бляшек [19]. Современные исследования выделяют роль специфических воспалительных цитокинов, таких как интерлейкин-6 (IL-6) и фактор некроза опухоли-альфа (TNF- $\alpha$ ), которые стимулируют пролиферацию и миграцию гладкомышечных клеток сосудов, способствуя развитию фиброзных капсул и дестабилизации бляшки. Ключевые воспалительные пути включают ось CCL2-

CCR2, которая стимулирует прогрессирование атеросклероза путем привлечения макрофагов, и ось CXCL12-CXCR4, участвующую в ремоделировании сосудов [20].

Метаболические основы церебрального атеросклероза включают нарушение липидного обмена, где повышенные уровни холестерина липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) играют значительную роль. Окисленные ЛПНП могут захватываться макрофагами в артериальной стенке, трансформируя их в пенные клетки, характерные для атеросклеротических бляшек. Недавние исследования идентифицировали отношение не-ЛПВП холестерина к ЛПВП холестерину (NHHR) как новый липидный биомаркер для оценки церебрального атеросклероза [16].

Характеристики нестабильных (в англ. терминологии “vulnerable”, “уязвимые”) атеросклеротических бляшек и их связь с развитием ишемического инсульта стали предметом интенсивных исследований с использованием высокоразрешающей магнитно-резонансной томографии. Показано, что до 30% ишемических инсультов происходят у пациентов с нестенозирующими, но уязвимыми бляшками, подчеркивая необходимость улучшенной стратификации риска. Ключевые характеристики уязвимых бляшек включают тонкую фиброзную капсулу, большое липидно-некротическое ядро, внутрибляшечное кровоизлияние, изъязвление и активное воспаление. Эти особенности сильно ассоциированы с повышенным риском инсульта и могут быть надежно идентифицированы с помощью современных методов визуализации, таких как МРТ, КТ, ПЭТ и ультразвук. Неровная поверхность бляшки в сочетании с умеренным стенозом оказались независимыми факторами риска развития ишемического инсульта, а комбинация повышенной интенсивности сигнала от бляшки с неровной поверхностью и умеренным стенозом может хорошо предсказывать возникновение тромбоземболических инсультов, вызванных внутричерепным атеросклерозом крупных артерий [21, 22].

## Диагностика и оценка риска церебрального атеросклероза

Современная диагностика атеросклероза брахиоцефальных артерий базируется на комплексном подходе, включающем неинвазивные методы визуализации, биохимические маркеры и новейшие системы стратификации риска [23]. Ультразвуковое дуплексное сканирование сонных артерий остается первой линией диагностики благодаря высокой доступности, безопасности и информативности [24]. Современные ультразвуковые протоколы позволяют не только измерять толщину комплекса интимомедии (КИМ), но и детально оценивать морфологические характеристики атеросклеротических бляшек, включая экзогенность, поверхностные изъязвления, внутрибляшечные кровоизлияния и степень стеноза. Исследования 2024–2025 гг. демонстрируют, что композитная оценка каротидных бляшек (Carotid Plaque Score, CPS) превосходит по прогностической значимости традиционные параметры стеноза и обеспечивает лучшую стратификацию сердечно-сосудистого риска [25]. CPS, основанный на количественной оценке бляшек в шести сегментах каротидного бассейна (правая и левая общие сонные артерии, бифуркация и внутренние сонные артерии), показал высокую корреляцию с данными МР-томографии и значимую ассоциацию с риском инсульта и сердечно-сосудистых осложнений.

Значительным достижением в области стандартизации диагностики стала разработка классификации Plaque-RADS (Plaque - Reporting and Data System), представленной ведущими

экспертами в 2023–2024 гг [24]. Система Plaque-RADS обеспечивает унифицированный подход к описанию морфологических характеристик каротидных бляшек с использованием различных методов визуализации – ультразвука, КТ-ангиографии и МРТ. Классификация включает пять категорий: Plaque-RADS 1 (отсутствие бляшки), Plaque-RADS 2 (эксцентричное утолщение стенки с максимальной толщиной <3 мм), Plaque-RADS 3 (утолщение  $\geq 3$  мм с подкатегориями 3a, 3b и 3c в зависимости от наличия липидно-некротического ядра и характеристик фиброзной капсулы), и Plaque-RADS 4 (осложненная бляшка с внутрибляшечным кровоизлиянием, разрывом капсулы или тромбозом). Валидационные исследования показали, что Plaque-RADS эффективно стратифицирует риск ипсилатеральных цереброваскулярных событий, при этом категории 3b и 4 ассоциированы с наиболее высоким риском инсульта. КТ-ангиографическая версия Plaque-RADS продемонстрировала особую эффективность в выявлении потенциально клинически значимых фенотипов бляшек у пациентов с эмболическим инсультом неуточненной этиологии [26].

Применение искусственного интеллекта (ИИ) может рассматриваться как инновационный дополнительный инструмент в диагностике и оценке риска атеросклероза. ИИ-технологии продемонстрировали достаточно хороший результат в автоматическом анализе изображений, количественной оценке атеросклеротических бляшек и предсказании сердечно-сосудистых событий [27, 28]. Метаанализ 2024 г., включивший 11 исследований с 1484 пациентами, показал, что ИИ-ассистированная КТ-ангиография достигает площади под ROC-кривой 0,96 для общей оценки атеросклеротических бляшек, 0,95 для выявления стеноза  $\geq 50\%$  и 0,96 для стеноза  $\geq 70\%$  [29]. ИИ-технологии также успешно применяются для анализа рутинных рентгенограмм грудной клетки с целью выявления субклинического атеросклероза и оценки 10-летнего риска сердечно-сосудистой смертности.

Протеомные биомаркеры представляют новое направление в диагностике и стратификации риска атеросклероза. Крупномасштабные исследования с использованием технологий высокопроизводительной протеомики выявили специфические белковые сигнатуры, отражающие системную атеросклеротическую нагрузку. В исследовании UK Biobank (44 788 участников) были разработаны четыре протеомные композиции на основе различных белковых панелей, которые продемонстрировали высокую дискриминационную способность (ROC-AUC до 0,92) в выявлении лиц с установленным атеросклеротическим заболеванием. Среди 41 200 лиц без исходного атеросклероза все четыре сигнатуры показали сильную ассоциацию с будущими сердечно-сосудистыми событиями в течение медианы наблюдения 13,7 лет, обеспечивая значимое улучшение дискриминации риска по сравнению с традиционной шкалой SCORE2. Таргетные протеомные исследования с использованием технологии DeepPRM-Stellar выявили специфические биомаркерные панели для различения острого ишемического инсульта от бессимптомного атеросклероза крупных артерий: трехбелковая панель (RNASE4, HBA1, ATF6B) с AUC 0,917 и шестибелковая панель (MRC1, HBA1, GUC2A, HBD, CLEC3B, FLNA) с AUC 0,971 [30].

Мультиомодальная стратификация риска рассматривается как перспективная парадигма современной диагностики, позволяющая интегрировать данные различных методов визуализации, клинических параметров и биомаркеров. Модель PACAS (Prevalence of Asymptomatic Carotid Artery Stenosis) продемонстрировала эффективность в выявлении пациентов с высоким риском тяжелого бессимптомного каротидного стеноза и предска-

зани долгосрочных исходов [31]. Современные экспертные консенсусы рекомендуют комплексную оценку, включающую системную атеросклеротическую нагрузку (Carotid plaque score  $\geq 2$ ), гемодинамические параметры (напряжение сдвига стенки  $< 4$  дин/см<sup>2</sup>), воспалительные маркеры и морфологические характеристики бляшек. Интеграция данных компьютерной гидродинамики (CFD) с высокоразрешающей МРТ обеспечивает персонализированную оценку механо-сигнальных путей и риска дестабилизации бляшек [32].

Потенциально клинически значимым направлением является разработка интегрированных диагностических платформ, сочетающих ИИ-анализ изображений, протеомные сигнатуры и клинические данные для персонализированной оценки риска. Современные сердечно-сосудистые биомаркеры, включая натрийуретические пептиды (NT-proBNP) и высокочувствительные тропонины, показывают превосходство над традиционными воспалительными маркерами (вЧСРБ) в предсказании атеросклеротических сердечно-сосудистых событий [33]. Индекс каротидных бляшек (carotid plaque score) рекомендуется для оптимизации назначения аспирина в первичной профилактике, особенно у пациентов промежуточного риска [34]. Будущие направления включают внедрение технологий machine learning для анализа больших данных, разработку носимых устройств для непрерывного мониторинга сосудистого статуса и создание алгоритмов персонализированной медицины, учитывающих генетические, эпигенетические и метаболомные профили пациентов [28].

## Современные рекомендации и консенсусные положения

Обновленные рекомендации 2024-2025 гг. по профилактике инсульта при атеросклерозе брахиоцефальных артерий отражают значительный прогресс в понимании патофизиологических механизмов и терапевтических подходов, однако сохраняют ряд спорных аспектов между различными медицинскими специальностями. Рекомендации Американской кардиологической ассоциации и Американской ассоциации по инсульту (AHA/ASA) 2024 г. по первичной профилактике инсульта представляют собой наиболее комплексный документ за последнее десятилетие, включающий новые подходы к гендерспецифической профилактике, управлению социальными детерминантами здоровья и применению инновационных фармакологических средств [35]. В то же время Европейские рекомендации по ведению атеросклероза сонных и позвоночных артерий (ESVS 2023) и консенсус Европейского общества кардиологов по управлению риском инсульта (ESC 2024) демонстрируют более консервативный подход к некоторым интервенционным стратегиям [13, 36]. Принципиальные различия касаются пороговых значений для реваскуляризации, интенсивности медикаментозной терапии и критериев отбора пациентов для хирургических вмешательств.

Наиболее дискуссионным остается вопрос ведения пациентов с асимптомным каротидным стенозом, где мнения различных специалистов кардинально расходятся. Неврологи традиционно придерживаются консервативного подхода, основанного на результатах исследования SPACE-2, подчеркивая эффективность современной медикаментозной терапии и снижение естественного риска инсульта при оптимальном контроле факторов риска. В ноябре 2025 г. вышли результаты исследования CREST-2 [37], которые показали, что у пациентов с асимптомными каротидными стенозами высоких градаций добавление стентирования каротидных артерий (КАС) к интенсивной

консервативной терапии статистически значимо снижало 4-х летний риск инсульта (2,8% против 6,0% соответственно). Для каротидной эндартерэктомии по сравнению с консервативной терапией таких различий выявлено не было (3,7% против 5,3% соответственно). Анализ современных когорт показывает снижение ежегодного риска инсульта при асимптомном каротидном стенозе до 1% в год при адекватной медикаментозной терапии, что ставит под сомнение необходимость рутинной реваскуляризации [38]. Сосудистые хирурги, напротив, продолжают отстаивать активную хирургическую тактику для выборочных пациентов с высокоградиентным стенозом ( $> 70\%$ ), особенно при наличии дополнительных факторов риска: молодой возраст, мужской пол, прогрессирование стеноза, билатеральное поражение и характеристики нестабильных бляшек [39]. Кардиологи занимают промежуточную позицию, подчеркивая важность комплексной стратификации сердечно-сосудистого риска и индивидуализации решений в рамках мультидисциплинарных команд [40].

Целевые значения артериального давления представляют еще одну область разногласий между различными международными рекомендациями. AHA/ASA 2024 рекомендуют достижение целевого АД  $< 130/80$  мм рт. ст. для всех пациентов с высоким сердечно-сосудистым риском, основываясь на данных метаанализов, демонстрирующих 26% относительное снижение риска инсульта при интенсивном контроле АД [35]. Европейские рекомендации ESO проявляют большую осторожность, особенно у пожилых пациентов и лиц с множественными сопутствующими заболеваниями, где чрезмерное снижение АД может привести к ухудшению церебральной перфузии. Российские рекомендации традиционно устанавливают менее жесткие целевые значения ( $< 140/90$  мм рт. ст.), что отражает различия в популяционных характеристиках и ресурсных возможностях системы здравоохранения [41]. Эндокринологи подчеркивают необходимость индивидуализации целевых значений АД у пациентов с сахарным диабетом, учитывая риск гипогликемии при агрессивном снижении давления и потенциальные нефропротективные эффекты умеренного контроля [42].

Применение ингибиторов PCSK9 в профилактике инсульта остается предметом активных дискуссий между кардиологами и неврологами [43]. AHA/ASA 2024 рекомендуют рассмотрение PCSK9-ингибиторов у пациентов очень высокого риска, основываясь на данных исследований ODYSSEY Outcomes и FOURIER, показавших 21-27% относительное снижение риска инсульта. Однако абсолютное снижение риска составляет менее 1%, что ставит вопросы о клинической значимости и экономической эффективности терапии. Европейские рекомендации ESO демонстрируют более скептическое отношение, отмечая «продолжающуюся неопределенность» относительно роли PCSK9-ингибиторов в специфической профилактике инсульта. Эндокринологи поддерживают использование этих препаратов у пациентов с семейной гиперхолестеринемией и множественными факторами риска, но подчеркивают необходимость оценки соотношения «стоимость-эффективность». С перспективы неврологов важным являются дополнительные доказательства специфического нейропротективного эффекта, поскольку существующие данные получены преимущественно в кардиологических исследованиях с инсультом как вторичной конечной точкой.

Продолжительность двойной антиагрегантной терапии после ишемического инсульта представляет компромисс между снижением риска рецидива и увеличением геморрагических осложнений. AHA/ASA рекомендуют комбинацию аспирина и кло-

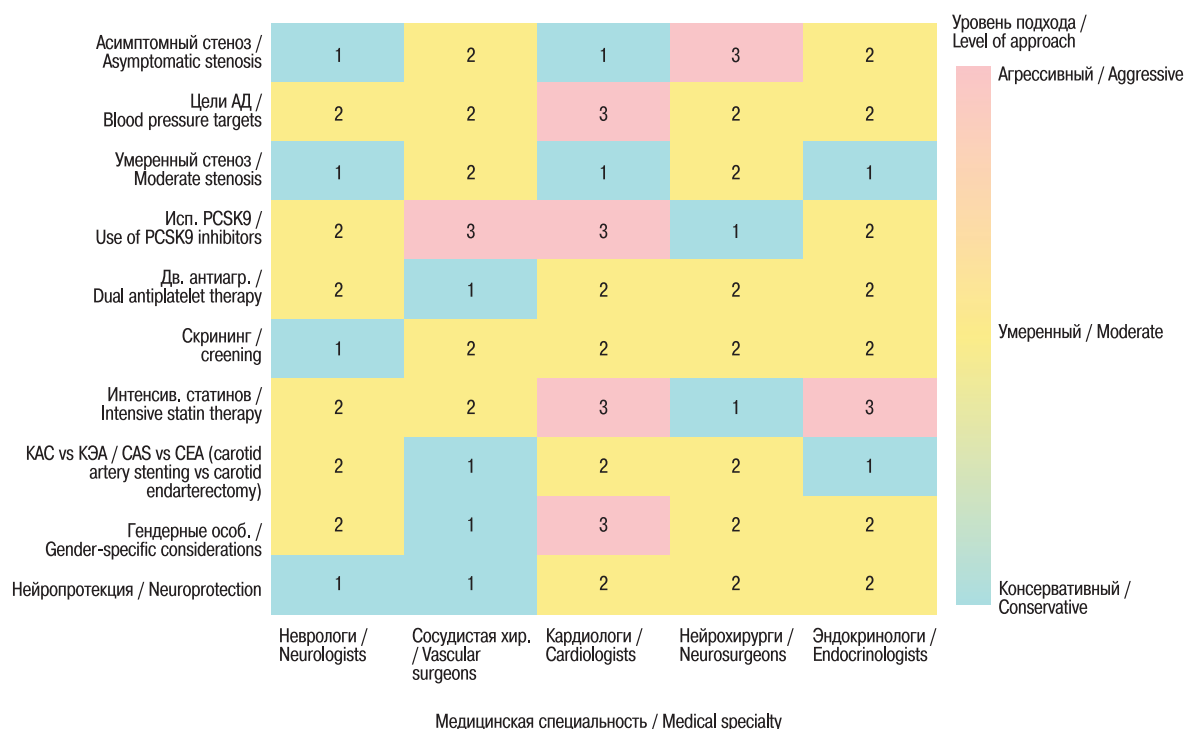


Рисунок. Разногласия экспертов в стратегиях профилактики инсульта

Figure. Expert disagreements in stroke prevention strategies

пидогреля на срок до 90 дней у пациентов с высоким риском рецидива (малый инсульт или ТИА высокого риска), основываясь на результатах исследований CHANCE и POINT. Европейские рекомендации ESO более консервативны, ограничивая двойную терапию 21-дневным периодом и подчеркивая важность оценки индивидуального геморрагического риска [44]. Сосудистые хирурги традиционно предпочитают краткосрочную двойную терапию в периоперационном периоде при эндоваскулярных вмешательствах, в то время как кардиологи рассматривают более длительные схемы у пациентов с сопутствующей ишемической болезнью сердца. Российские рекомендации, как правило, следуют европейскому подходу с предпочтением монотерапии аспирином и осторожным применением двойной схемы.

Рекомендации по ведению умеренного каротидного стеноза (50-69%) демонстрируют наиболее выраженные междисциплинарные различия. Так, АНА/ASA 2024 рекомендуют каротидную эндартерэктомию при симптомном умеренном стенозе с учетом пациент-специфических факторов, включая возраст и пол. Европейские рекомендации ESO поддерживают эндартерэктомию при симптомном умеренном стенозе независимо от возраста и пола, что отражает более либеральный подход к хирургическому лечению. Сосудистые хирурги, основываясь на технических возможностях и периоперационных рисках, индивидуализируют решения с учетом анатомических особенностей, сопутствующих заболеваний и опыта центра. Нейрохирурги фокусируются на технических аспектах вмешательства и периоперационном ведении, часто поддерживая более агрессивные подходы при наличии соответствующей экспертизы. Неврологи подчеркивают важность доказательной базы и предпочитают консервативную тактику до получения результатов продолжающихся рандомизированных исследований.

Современные представления о профилактике ишемического инсульта у пациентов с церебральным атеросклерозом акцен-

тируют внимание на необходимости оценки церебromетаболического здоровья как ключевого компонента персонализированного подхода. Церебromетаболическое здоровье отражает интегративное состояние нейрометаболических процессов, включающее управление гликемией, липидным обменом, митохондриальную функцию, нейровоспаление и резистентность к инсулину. Нарушения в этих звеньях способствуют формированию уязвимой субпопуляции пациентов с высоким риском сосудистых катастроф, снижая эффективность стандартных протоколов профилактики. Оценка индивидуальных церебromетаболических профилей на основе современных биомаркеров, нейровизуализационных и клинико-лабораторных данных позволяет не только дифференцировать пациентов по риску, но и оптимизировать стратегии контроля факторов риска, а также внедрять метаболически ориентированные вмешательства. Такой подход способствует более эффективному предупреждению ишемического инсульта, улучшая когнитивный и функциональный прогноз пациентов с церебральным атеросклерозом [45].

Внедрение гендерспецифических рекомендаций представляет новое направление в профилактике инсульта, что отражено в новых гайдлайнах АНА/ASA 2024. Новые рекомендации включают скрининг неблагоприятных исходов беременности (гипертензия беременных, преждевременные роды, гестационный диабет), эндометриоза, преждевременной недостаточности яичников и ранней менопаузы как факторов риска инсульта. Эндокринологическое сообщество следует эти инициативы, подчеркивая связь между гормональными нарушениями и сердечно-сосудистым риском. В кардиологии гендерспецифические факторы интегрированы в общую стратификацию риска, в то время как неврологи и сосудистые хирурги пока не разработали специфических протоколов для учета этих факторов в клинической практике. Российские и европейские рекомендации

**Таблица. Спорные междисциплинарные аспекты профилактики инсульта у пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных артерий**  
**Table. Controversial interdisciplinary aspects of stroke prevention in patients with atherosclerosis of the brachiocephalic arteries**

Спорный аспект <i>Controversial aspect</i>	Неврология <i>Neurology</i>	Сосудистая хирургия <i>Vascular surgery</i>	Кардиология <i>Cardiology</i>	Нейрохирургия <i>Neurosurgery</i>	Эндокринология <i>Endocrinology</i>	Текущие разногласия <i>Current disagreements</i>
Асимптомный стеноз <i>Asymptomatic stenosis</i>	Консервативная терапия <i>Conservative therapy</i>	Активная хирургия >70% <i>Active surgical intervention at &gt;70%</i>	Индивидуальный подход <i>Individualized approach</i>	Отсутствие жестких показаний <i>No strict indications</i>	Метаболическая оптимизация <i>Metabolic optimization</i>	Добавление КАС (но не КЭА) снижает 4-х летний риск инсульта (CREST-2) CAS (but not CEA) reduced 4-year stroke risk (CREST-2)
Целевое АД <i>Target blood pressure</i>	<130/80 с осторожностью <i>&lt;130/80 with caution</i>	<130/80 выборочно <i>&lt;130/80 selectively</i>	<130/80 универсально <i>&lt;130/80 universally</i>	Периоперационный фокус <i>Perioperative focus</i>	Индивидуализация <i>Individualization</i>	Европейские vs американские различия <i>European vs American differences</i>
PCSK9 ингибиторы <i>PCSK9 inhibitors</i>	Неопределенная польза <i>Uncertain benefit</i>	Поддержка у высокого риска <i>Support in high-risk patients</i>	Активная рекомендация <i>Strong recommendation</i>	Ограниченные данные <i>Limited data</i>	Экономическая эффективность <i>Cost-effectiveness</i>	ESO неопределенность vs АНА поддержка <i>ESO uncertainty vs AHA support</i>
Двойная терапия <i>Dual antiplatelet therapy</i>	90 дней максимум <i>Maximum 90 days</i>	Краткосрочно после процедур <i>Short-term after procedures</i>	Индивидуальный риск <i>Individual risk</i>	Периоперационное ведение <i>Perioperative management</i>	Осторожность при СД <i>Caution in diabetes mellitus</i>	21-90 дней разброс <i>Range from 21 to 90 days</i>
Скрининг <i>Screening</i>	Не рекомендуется <i>Not recommended</i>	Селективный у высокого риска <i>Selective in high-risk patients</i>	Риск-ориентированный <i>Risk-based</i>	Технические возможности <i>Technical capabilities</i>	Метаболические факторы <i>Metabolic factors</i>	ESC 2024 селективность vs традиционный подход <i>ESC 2024 selectivity vs traditional approach</i>
Интенсивность статинов и таргет ЛПНП <i>Statin intensity and LDL target</i>	Высокая интенсивность; ЛПНП <1,8 ммоль/л (<70 мг/дл) <i>High intensity; LDL &lt;1.8 mmol/L (&lt;70 mg/dL)</i>	Рекомендуется высокая интенсивность статинов <i>High-intensity statins are recommended</i>	Очень высокая интенсивность; ЛПНП <1,4 ммоль/л (<55 мг/дл) <i>Very high intensity; LDL &lt;1.4 mmol/L (&lt;55 mg/dL)</i>	Нет специфических рекомендаций <i>No specific recommendations</i>	Всеобъемлющее управление липидами <i>Comprehensive lipid management</i>	Различия по целям ЛПНП: <1,4 vs <1,8 ммоль/л <i>Differences in LDL targets: &lt;1.4 vs &lt;1.8 mmol/L</i>
Выбор между КЭА и КАС <i>Choice between CEA and CAS</i>	Мультидисциплинарный подход <i>Multidisciplinary approach</i>	КЭА предпочтительнее для большинства пациентов <i>CEA is preferred for most patients</i>	Оценка на основе индивидуального риска <i>Assessment based on individual risk</i>	Технические и анатомические соображения <i>Technical and anatomical considerations</i>	Медицинская оптимизация перед вмешательством <i>Medical optimization before intervention</i>	Результаты ACST-2 показывают равную эффективность <i>ACST-2 results show equivalent efficacy</i>
Гендерные особенности <i>Gender-specific considerations</i>	Учитываются беременность и гормональные факторы <i>Pregnancy and hormonal factors are taken into account</i>	Не уделяют особого внимания <i>No particular emphasis</i>	Включают гендерные факторы в риск-оценку <i>Include gender factors in risk assessment</i>	Аналогично общим показаниям <i>Similar to general indications</i>	Акцент на гормональных нарушениях у женщин <i>Emphasis on hormonal disorders in women</i>	АНА/ASA широко освещает гендерные факторы; другие — ограничено <i>AHA/ASA covers gender factors extensively; others do so only to a limited extent</i>
Нейропротекция <i>Neuroprotection</i>	Недостаточно данных о когнитивных выгодах вмешательств <i>Insufficient data on the cognitive benefits of interventions</i>	Не рассматривается как основной показ <i>Not considered a primary indication</i>	Фокус на кардиоваскулярных исходах <i>Focus on cardiovascular outcomes</i>	Технический успех вмешательств <i>Technical success of interventions</i>	Интерес к профилактике сосудистой деменции <i>Interest in preventing vascular dementia</i>	Ограниченные доказательства когнитивной пользы вмешательств <i>Limited evidence of cognitive benefit from interventions</i>

практически не содержат гендерспецифических положений, что создает значительный разрыв в подходах к профилактике инсульта у женщин.

Роль противовоспалительной терапии в профилактике инсульта остается экспериментальной областью с ограниченными клиническими данными. АНА/ASA 2024 присвоили колхицину в низких дозах класс рекомендации 2b (неопределенная польза) для пациентов с недавним инфарктом миокарда на фоне статинотерапии, основываясь на сигналах эффективности в исследованиях COLCOT (74% относительное снижение инсульта) и CONVINCЕ. Однако доказательная база остается ограниченной, и большинство экспертов считают необходимыми дополнительные рандомизированные

исследования с инсультом как первичной конечной точкой. Кардиологи проявляют больший энтузиазм относительно противовоспалительной терапии, рассматривая ее как компонент комплексного подхода к атеросклеротическим заболеваниям. Неврологи остаются скептическими до получения специфических неврологических данных, а сосудистые хирурги фокусируются на периоперационных аспектах воспаления [46].

Скрининг асимптомного каротидного стеноза представляет область, где позиции различных организаций кардинально расходятся. Традиционно большинство рекомендаций не поддерживали популяционный скрининг, основываясь на неблагоприятном соотношении “польза-вред” и стоимости. Однако ESC 2024 пред-

ложили “селективный скрининг” в группах высокого риска, что возможно является целесообразным в рамках концепции персонализированной медицины. Модель PACAS продемонстрировала возможность эффективной идентификации пациентов с высоким риском тяжелого бессимптомного стеноза, достигая дискриминационной способности 0,67. Сосудистые хирурги поддерживают расширение скрининга у пациентов с множественными факторами риска, в то время как эпидемиологи и организаторы здравоохранения подчеркивают необходимость экономического обоснования таких программ. Внедрение искусственного интеллекта и автоматизированного анализа изображений может помочь сократить ресурсы системы здравоохранения за счет системы поддержки принятия врачебных решений.

В значительной степени условно спорные аспекты профилактики инсульта у пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных артерий предложены на рисунке (более высокая цифра отражает более агрессивный рекомендательный подход) и в таблице.

## Заключение

Профилактика инсульта у пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных артерий требует комплексного и междисциплинарного подхода, объединяющего усилия неврологов, кардиологов, сосудистых хирургов, нейрохирургов, эндокринологов и других специальностей. Общий консенсус подчеркивает необходимость ранней диагностики с использованием современных методов визуализации и стратификации риска, включая систему Plaque-RADS и мультимодальные биомаркеры; а также учет параметров церебromетаболического здоровья. Медикаментозная терапия должна быть персонализирована: оптимальный контроль артериального давления, снижение ЛПНП согласно индивидуализированным таргетам, антиромботическая терапия и применение новых классов препаратов (PCSK9-ингибиторы, GLP-1 агонисты, SGLT2-ингибиторы) формируют основу профилактики.

Немедикаментозные меры – отказ от курения, сбалансированное питание, физическая активность и образовательные программы – служат не менее важным компонентом успеха. Решения о реваскуляризации при симптоматических и высокоградиентных бессимптомных стенозах должны приниматься мультидисциплинарными командами, учитывая индивидуальные характеристики пациента, состояние бляшек и сопутствующие заболевания.

Спорные вопросы, такие как пороговые значения для реваскуляризации асимптомного стеноза, продолжительность двойной антиромботической терапии и роль противовоспалительных средств, остаются предметом дальнейших исследований и междисциплинарного диалога. Перспектива внедрения искусственного интеллекта и «omics»-технологий открывает новые возможности для персонализированной медицины.

Внедрение предложенного консенсуса в клиническую практику позволит оптимизировать профилактику инсульта, снизить рецидивы и смертность, а также улучшить качество жизни пациентов. Дальнейшая координация исследований и постоянное обновление рекомендаций на основе новых доказательств обеспечат эффективность междисциплинарного подхода в борьбе с инсультом.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Feigin VL, Brainin M, Norrving B, Martins SO, Pandian J, Lindsay P, et al. World Stroke Organization: Global Stroke Fact Sheet 2025. *Int J Stroke Off J*

2. *Int Stroke Soc.* 2025 Feb;20(2):132–44. doi:10.1177/17474930241308142 PubMed PMID: 39635884; PubMed Central PMCID: PMC11786524.
3. Edited by Piradov M.A., Tanashyan M.M., Maksimova M.Yu. *Stroke: Innovative Technologies in Treatment and Prevention: A Guide for Physicians. 4th Edition, Updated and Revised.* Moscow: MEDpress-Inform. 2024, 328 p. [Под редакцией Пирадова М.А., Танашиян М.М., Максимовой М.Ю. *Инсульт: инновационные технологии в лечении и профилактике: руководство для врачей. 4-е издание, дополненное и переработанное.* М.: МЕДпресс-информ. 2024, 328 с. (In Russ.)].
4. Evans NR, Bhakta S, Chowdhury MM, Markus H, Warburton E. Management of carotid atherosclerosis in stroke. *Pract Neurol.* 2024 Sep 13;24(5):382–6. doi:10.1136/pn-2023-003918 PubMed PMID: 38589215.
5. Cheng Y, Lin Y, Shi H, Cheng M, Zhang B, Liu X, et al. Projections of the Stroke Burden at the Global, Regional, and National Levels up to 2050 Based on the Global Burden of Disease Study 2021. *J Am Heart Assoc.* 2024 Nov 22;e036142. doi:10.1161/JAHA.124.036142
6. Li W, Wang Y, Chen S, Zhao J, Su Q, Fan Y, et al. Evaluation of Carotid Artery Atherosclerosis and Arterial Stiffness in Cardiovascular Disease Risk: An Ongoing Prospective Study From the Kailuan Cohort. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:812652. doi:10.3389/fcvm.2022.812652 PubMed PMID: 35586658; PubMed Central PMCID: PMC9108697.
7. Raitakari OT, Koskinen JS, Pahkala K, Rovio S, Mykkanen J, Karttunen N, et al. Prevalence of carotid atherosclerosis in 3–92-year-old Finns. The 3-generational cardiovascular risk in young Finns study. *Atherosclerosis.* 2025 Sep;408:120426. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2025.120426
8. Mohan KM, Wolfe CDA, Rudd AG, Heuschmann PU, Kolominsky-Rabas PL, Grieve AP. Risk and cumulative risk of stroke recurrence: a systematic review and meta-analysis. *Stroke.* 2011 May;42(5):1489–94. doi:10.1161/STROKEAHA.110.602615 PubMed PMID: 21454819.
9. Navarro JC, Pandian JD, Suwanwela NC, Lee TH, Tan KS, Venketasubramanian N. Outcomes of Symptomatic Intracranial Large Artery Stenoses: A Prospective Cohort Study from the Asian Registry of Intracranial Atherosclerosis. *Cerebrovasc Dis Extra.* 2025;15(1):30–8. doi:10.1159/000543144 PubMed PMID: 39701055; PubMed Central PMCID: PMC11842093.
10. Lainelehto K, Pienimäki J, Savilahti S, Huhtala H, Numminen H, Putaala J. Cervicocerebral Atherosclerosis Burden Increases Long-Term Mortality in Patients With Ischemic Stroke or Transient Ischemic Attack. *J Am Heart Assoc.* 2024 Jul 2;13(13):e032938. doi:10.1161/JAHA.123.032938
11. Wang X, Yang X, Qi X, Fan G, Zhou L, Peng Z, et al. Anti-atherosclerotic effect of incretin receptor agonists. *Front Endocrinol.* 2024 Oct 18;15:1463547. doi:10.3389/fendo.2024.1463547
12. Marx N, Federici M, Schütt K, Müller-Wieland D, Ajjan RA, Antunes MJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiovascular disease in patients with diabetes. *Eur Heart J.* 2023 Oct 14;44(39):4043–140. doi:10.1093/eurheartj/ehad192
13. Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, Asteggiano R, Aznar MC, Bergler-Klein J, et al. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). *Eur Heart J.* 2022 Nov 1;43(41):4229–361. doi:10.1093/eurheartj/ehac244
14. Naylor R, Rantner B, Ancetti S, De Borst GJ, De Carlo M, Halliday A, et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2023 Clinical Practice Guidelines on the Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2023 Jan;65(1):7–111. doi:10.1016/j.ejvs.2022.04.011
15. Zhu C, Lu J, Zhang J, Li W, Han J. Current perspectives on the pathogenesis of cerebral atherosclerosis. *J Inflamm Lond Engl.* 2025 Oct 7;22(1):42. doi:10.1186/s12950-025-00465-7 PubMed PMID: 41057855; PubMed Central PMCID: PMC12506065.

15. Kopych V, Da Costa ADS, Park K. Endothelial Dysfunction in Atherosclerosis: Experimental Models and Therapeutics. *Biomater Res.* 2025;29:0252. doi:10.34133/bmr.0252 PubMed PMID: 41069871; PubMed Central PMCID: PMC12504828.
16. Feng Y, Li C, Chen J, Xiao X, Mao Q, Zhao H, et al. Endothelial dysfunction in atherosclerosis: from classical pathways to emerging mechanisms. *Vessel Plus.* 2025 Jul 21. doi:10.20517/2574-1209.2025.39
17. Yang L, Li X, Ni L, Lin Y. Treatment of endothelial cell dysfunction in atherosclerosis: a new perspective integrating traditional and modern approaches. *Front Physiol.* 2025 Mar 26;16:1555118. doi:10.3389/fphys.2025.1555118
18. Ajoolabady A, Pratico D, Lin L, Mantzoros CS, Bahijri S, Tuomilehto J, et al. Inflammation in atherosclerosis: pathophysiology and mechanisms. *Cell Death Dis.* 2024 Nov 11;15(11):817. doi:10.1038/s41419-024-07166-8
19. Liu M, Chen R, Zheng Z, Xu S, Hou C, Ding Y, et al. Mechanisms of inflammatory microenvironment formation in cardiometabolic diseases: molecular and cellular perspectives. *Front Cardiovasc Med.* 2025 Jan 14;11:1529903. doi:10.3389/fcvm.2024.1529903
20. Pacinella G, Ciaccio AM, Tuttolomondo A. Molecular Links and Clinical Effects of Inflammation and Metabolic Background on Ischemic Stroke: An Update Review. *J Clin Med.* 2024 Dec 10;13(24):7515. doi:10.3390/jcm13247515
21. Shao S, Wang T, Zhu L, Gao Y, Fan X, Lu Y, et al. Correlation of intracranial and extracranial carotid atherosclerotic plaque characteristics with ischemic stroke recurrence: a high-resolution vessel wall imaging study. *Front Neurol.* 2025 Jan 15;15:1514711. doi:10.3389/fneur.2024.1514711
22. Zhang D, Li W, Li Y, Gao H, Ma H. The characteristics of atherosclerotic plaque associated with onset of acute ischemic stroke: a high-resolution magnetic resonance imaging study. *Neurol Asia.* 2025 Mar;30(1):1–8. doi:10.54029/2025hfk
23. Barison A, Timoteo AT, El Messaoudi S, Borodzicz-Jazdzzyk S, Moscatelli S, Mandoli GE, et al. Cardiovascular imaging in 2024: review of current research and innovations. *Eur Heart J Imaging Methods Pract.* 2025 Jan;3(1):qyaf066. doi:10.1093/ehjimp/qyaf066 PubMed PMID: 40469529; PubMed Central PMCID: PMC12134531.
24. Saba L, Cau R, Murgia A, Nicolaidis AN, Wintermark M, Castillo M, et al. Carotid Plaque-RADS. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2024 Jan;17(1):62–75. doi:10.1016/j.jcmg.2023.09.005
25. Chew C, Dardari Z, Razavi A, Nasir K, Matsushita K, Santilli F, et al. Abstract 4139017: Carotid Plaque Score by Ultrasound and its Prediction of Carotid Plaque Burden by MRI and Cardiovascular Events. *Circulation.* 2024 Nov 12;150(Suppl\_1). doi:10.1161/circ.150.suppl\_1.4139017
26. Song JW, Phi HQ, Koneru M, Cao Q, Rubin J, Sakai Y, et al. Prevalence of High-Risk CTA-Based Carotid Plaque-RADS Subtypes in Patients With Embolic Stroke of Undetermined Source. *Stroke.* 2025 Mar;56(3):737–40. doi:10.1161/STROKEAHA.124.048305
27. Klüner LV, Chan K, Antoniadou C. Using artificial intelligence to study atherosclerosis from computed tomography imaging: A state-of-the-art review of the current literature. *Atherosclerosis.* 2024 Nov;398:117580. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2024.117580
28. Kolaszyńska O, Lorkowski J. Artificial Intelligence in Cardiology and Atherosclerosis in the Context of Precision Medicine: A Scoping Review. *Merodio J, editor. Appl Bionics Biomech.* 2024 Apr 30;2024:1–17. doi:10.1155/2024/2991243
29. Jie P, Fan M, Zhang H, Wang O, Lv J, Liu Y, et al. Diagnostic value of artificial intelligence-assisted CTA for the assessment of atherosclerosis plaque: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2024 Sep 3;11:1398963. doi:10.3389/fcvm.2024.1398963
30. Georgakis M, Zhang L, Omarov M, Xu L, Das B, Luo H, et al. Proteomic Signatures as Biomarkers of Atherosclerosis Burden [Internet]. In Review; 2025 [cited 2025 Oct 13]. Available from: <https://www.researchsquare.com/article/rs-6837440/v1> doi:10.21203/rs.3.rs-6837440/v1
31. Poorthuis MHF, Hageman SHJ, Fiolet ATL, Kappelle LJ, Bots ML, Steg PhG, et al. Prediction of Severe Baseline Asymptomatic Carotid Stenosis and Subsequent Risk of Stroke and Cardiovascular Disease. *Stroke.* 2024 Nov;55(11):2632–40. doi:10.1161/STROKEAHA.123.046894
32. Chang X, Zhu H, Guo Z, Shi H, Tian Y, Hao Q, et al. Expert Consensus on the Diagnosis and Management of Carotid Atherosclerotic Plaque: Pathophysiology, Clinical Management, and Preventive Approaches. *Int J Med Sci.* 2025 May 30;22(11):2738–56. doi:10.7150/ijms.107479
33. Neumann JT, De Lemos JA, Apple FS, Leong DP. Cardiovascular biomarkers for risk stratification in primary prevention. *Eur Heart J.* 2025 Aug 7;ehaf517. doi:10.1093/eurheartj/ehaf517
34. Dzaye O, Razavi AC, Dardari ZA, Nasir K, Matsushita K, Mok Y, et al. Carotid Ultrasound-Based Plaque Score for the Allocation of Aspirin for the Primary Prevention of Cardiovascular Disease Events: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis and the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *J Am Heart Assoc.* 2024 Jun 18;13(12):e034718. doi:10.1161/JAHA.123.034718
35. Bushnell C, Kernan WN, Sharrief AZ, Chaturvedi S, Cole JW, Cornwell WK, et al. 2024 Guideline for the Primary Prevention of Stroke: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2024 Dec;55(12). doi:10.1161/STR.0000000000000475
36. Musialek P, Grunwald IQ, Siddiqui AH. ESC consensus statement on stroke risk management in carotid atherosclerotic disease: 10 key points. *Eur Heart J.* 2025 Sep 26;ehaf614. doi:10.1093/eurheartj/ehaf614
37. Broti TG, Howard G, Lal BK, Voeks JH, Turan TN, Roubin GS, et al. Medical Management and Revascularization for Asymptomatic Carotid Stenosis. *N Engl J Med.* 2026 Jan 15;394(3):219–31. doi:10.1056/NEJMoa2508800
38. Korshunov DA, Kulbak VA, Chupin AV. Advisability of carotid endarterectomy in asymptomatic patients. *Pirogov Russ J Surg.* 2024 Mar 13;(3):45. doi:10.17116/hirurgia202403145
39. Paraskevas KI, Musialek P, Lip GYH, Chaturvedi S. Selective Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis: An Appraisal of the 2024 European Society of Cardiology (ESC) Guidelines Position. *Am J Med.* 2025 Feb;138(2):209–11. doi:10.1016/j.amjmed.2024.10.033
40. Meschia JF, William M. Feinberg Lecture: Asymptomatic Carotid Stenosis: Current and Future Considerations. *Stroke.* 2024 Aug;55(8):2184–92. doi:10.1161/STROKEAHA.124.046956
41. Kobalava ZhD, Konradi AO, Nedogoda SV, Shlyakhto EV, Arutyunov GP, Baranova EI, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Hypertension in adults. *Russ J Cardiol.* 2024 Sep 9;29(9):6117. doi:10.15829/1560-4071-2024-6117
42. Dedov II, Shestakova MV, Sukhareva OYu. Algorithms for specialized medical care for patients with diabetes mellitus 2025 [Internet]. Ministry of Health of the Russian Federation / Endocrinology Research Center; 2025. Available from: <https://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/algosd.pdf>. [Дедов ИИ, Шестякова МВ, Сухарева ОЮ. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом 2025 [Internet]. Министерство здравоохранения Российской Федерации / Эндокринологический научный центр; 2025. Available from: <https://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/algosd.pdf> In Russ.].
43. Razavi AC, Troy AL, Patel J, Mehta LS, Spitz JA, Lloyd-Jones D, et al. Future of Stroke Prevention. *JACC Adv.* 2025 Jun;4(6):101724. doi:10.1016/j.jaccadv.2025.101724
44. Dawson J, Béjot Y, Christensen LM, De Marchis GM, Dichgans M, Hagberg G, et al. European Stroke Organisation (ESO) guideline on pharmacological interventions for long-term secondary prevention after ischaemic stroke or transient ischaemic attack. *Eur Stroke J.* 2022 Sep;7(3). doi:10.1177/23969873221100032

45. Tanashyan MM, Antonova AV. Cerebrometabolic Health. *Ann Clin Exp Neurol*. 2025 Jun 26;19(2):62–73. doi:10.17816/ACEN.1359
46. Georgakis MK, Melton P, Živković L, Korczak A, Katsanos AH. Anti-Inflammatory Therapies for Atherosclerotic Stroke Prevention. *Neurology*. 2025 Nov 11;105(9):e214214. doi:10.1212/WNL.0000000000214214

Поступила 13.03.2026

Получены положительные рецензии 25.03.26

Принята в печать 30.03.26

Received 13.03.2026

Positive reviews received 25.03.26

Accepted 30.03.26

**Вклад авторов:** Танашиян М.М., Решетов И.В. — разработка концепции статьи, формирование ее структуры и ключевых положений, научное руководство, критический анализ содержания и финальная редакция рукописи; Балахонова Т.В., Лукьянчиков В.А. и Антонова К.В. — экспертная проработка отдельных тематических разделов, участие в обсуждении концепции статьи, анализ литературы и критическое редактирование текста; Раскуражнев А.А. — анализ литературы, подготовка первичного дrafта рукописи, техническая и литературная доработка текста, интеграция замечаний соавторов и оформление итоговой версии рукописи. Кузнецов М.Р., Чупин А.В., Усачев Д.Ю. — экспертиза мнений.

**Author contributions:** M.M. Tanashyan, I.V. Reshetov — development of the article concept, formulation of its structure and key provisions, scientific supervision, critical analysis of the content, and final revision of the manuscript; T.V. Balakhonova, V.A. Lukyanchikov, and K.V. Antonova — expert development of individual thematic sections, participation in discussing the article concept, literature analysis, and critical revision of the text; A.A. Raskurazhev — literature analysis, preparation of the initial draft of the manuscript, technical and literary editing of the text, integration of the co-authors' comments, and preparation of the final version of the manuscript. Kuznetsov M.R., Chupin A.V., Usachev D.Yu. — expert opinion.

### Информация об авторах:

Танашиян Маринэ Мовсесовна — д.м.н., профессор, академик РАН, зам. директора по научной работе, руководитель 1-го неврологического отделения Института клинической и профилактической неврологии, ФГБНУ Российский центр неврологии и нейронаук. Адрес: 125310, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5883-8119>. E-mail: [mtanashyan@neurology.ru](mailto:mtanashyan@neurology.ru)

Решетов Игорь Владимирович — д.м.н., профессор, академик РАН, директор Института кластерной онкологии имени профессора Л.Л. Левшина, заведующий кафедрой онкологии, радиотерапии и реконструктивной хирургии, Первый МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Адрес: 119435, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>. E-mail: [reshetov\\_i\\_v@staff.sechenov.ru](mailto:reshetov_i_v@staff.sechenov.ru)

Балахонова Татьяна Валентиновна — д.м.н., профессор, руководитель Лаборатории ультразвуковых методов исследования сосудов, главный научный сотрудник, ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России. Адрес: 121552, Москва, ул. Академика Чазова, д. 15А. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7273-6979>. E-mail: [tvbdoc@gmail.com](mailto:tvbdoc@gmail.com)

Лукьянчиков Виктор Александрович — д.м.н., заместитель директора Института функциональной нейрохирургии, врач-нейрохирург, ФГБНУ Российский центр неврологии и нейронаук. Адрес: 125310, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4518-9874>. E-mail: [vik-luk@yandex.ru](mailto:vik-luk@yandex.ru)

Антонова Ксения Валентиновна — д.м.н., ведущий научный сотрудник 1-го неврологического отделения Института клинической и профилактической неврологии, врач-эндокринолог, ФГБНУ Российский центр неврологии и

нейронаук. Адрес: 125310, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2373-2231>. E-mail: [kseniya.antonova@mail.ru](mailto:kseniya.antonova@mail.ru)

Раскуражнев Антон Алексеевич — к.м.н., врач-невролог, руководитель лаборатории нейрофармакологической фМРТ, ФГБНУ Российский центр неврологии и нейронаук. Адрес: 125310, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0522-767X>. E-mail: [raskurazhev@neurology.ru](mailto:raskurazhev@neurology.ru)

Кузнецов Максим Робертович — д.м.н., профессор, Институт кластерной онкологии имени Л.Л. Левшина Сеченовского Университета. Адрес: 119435, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6; e-mail: [mrkuznetsov@mail.ru](mailto:mrkuznetsov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6926-6809>

Чупин Андрей Валерьевич — д.м.н., профессор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» МЗ РФ. Адрес: 115093, Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27

Усачев Дмитрий Юрьевич — академик РАН, д.м.н., профессор, директор ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России. Адрес: 125047, Москва, ул. Фадеева 5 стр. 1. e-mail: [dousachev@nsi.ru](mailto:dousachev@nsi.ru)

### Information about the authors:

Marine M. Tanashyan — Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Science, Head of the 1st Neurological Department, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Russian Center of Neurology and Neurosciences. Address: 125310, Moscow, Volokolamskoye Shosse, 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5883-8119>. E-mail: [mtanashyan@neurology.ru](mailto:mtanashyan@neurology.ru)

Igor V. Reshetov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Levshin Institute of Cluster Oncology, Head of the Department of Oncology, Radiotherapy and Reconstructive Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Address: 6 Bolshaya Pirogovskaya Street, Moscow, 119435. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>. E-mail: [reshetov\\_i\\_v@staff.sechenov.ru](mailto:reshetov_i_v@staff.sechenov.ru)

Tatyana V. Balakhonova — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Laboratory of Vascular Ultrasound Methods, Chief Research Fellow, National Medical Research Centre of Cardiology named after Academician E.I. Chazov. Address: 15A Akademika Chazova Street, Moscow, 121552. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7273-6979>. E-mail: [tvbdoc@gmail.com](mailto:tvbdoc@gmail.com)

Viktor A. Lukyanchikov — Dr. Sci. (Med.), Deputy Director of the Institute of Functional Neurosurgery, Neurosurgeon, Russian Center of Neurology and Neurosciences. Address: 125310, Moscow, Volokolamskoye Shosse, 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4518-9874>. E-mail: [vik-luk@yandex.ru](mailto:vik-luk@yandex.ru)

Ksenia V. Antonova — Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, 1st Neurological Department, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Endocrinologist, Russian Center of Neurology and Neurosciences. Address: 125310, Moscow, Volokolamskoye Shosse, 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2373-2231>. E-mail: [kseniya.antonova@mail.ru](mailto:kseniya.antonova@mail.ru)

Anton A. Raskurazhev — PhD in Medicine, Neurologist, Head of Laboratory of Neuropharmacological fMRI, Russian Center of Neurology and Neurosciences. Address: 125310, Moscow, Volokolamskoye Shosse, 80. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0522-767X>. E-mail: [raskurazhev@neurology.ru](mailto:raskurazhev@neurology.ru)

Maksim R. Kuznetsov — Dr. Med. Sci., Professor, L.L. Levshin Institute of Cluster Oncology, Sechenov University. Address: 6 Bolshaya Pirogovskaya Street, Moscow, 119435; e-mail: [mrkuznetsov@mail.ru](mailto:mrkuznetsov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6926-6809>

Andrey V. Chupin — MD, Professor, A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Ministry of Health of the Russian Federation. Address: 115093, Moscow, Bolshaya Serpukhovskaya Street, 27

Dmitry Yu. Usachev — Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery of the Russian Ministry of Health. Address: 125047, Moscow, 5 Fadeeva Street, Building 1. e-mail: [dousachev@nsi.ru](mailto:dousachev@nsi.ru)