

Научная статья

УДК 614.2

doi:10.25742/NRIPH.2023.04.009

**Амбулаторно-поликлиническая и стационарная помощь пациентам с патологией
брахиоцефальных артерий в целях профилактики инсульта в рамках программы
«Здоровая Москва»**

*Андрей Викторович Старшинин¹, Алексей Сергеевич Безымянный²,
Василий Михайлович Гринин³, Эльмира Нурисламовна Мингазова^{4✉}*

¹Департамент здравоохранения города Москвы, г. Москва, Российская Федерация;

²ГКУ «Дирекция по координации деятельности медицинских организаций Департамента здравоохранения
города Москвы», г. Москва, Российская Федерация;

³ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва,
Российская Федерация;

⁴ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья
имени Н. А. Семашко» Минобрнауки России, 105064, г. Москва, Российская Федерация;

⁴ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет», г. Казань, Российская Федерация;

⁴Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный
научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр
им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, г. Москва, Российская Федерация.

¹starshinav@mos.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3565-2124>

²dkd@zdrav.mos.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3685-9111>

³grinin_v_m@staff.sechenov.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2280-8559>

⁴elmira_mingazova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8558-8928>

Аннотация. Мультидисциплинарный и межсекторальный подход во взаимодействии поликлиник и стационаров г. Москвы в рамках лечения атеросклероза БЦА в программе «Здоровая Москва» позволяет комплексно использовать функциональные и кадровые ресурсы задействованных медицинских организациях государственной системы здравоохранения Москвы для реализации замкнутого цикла диагностики, лечения и дальнейшего ведения пациента с патологией БЦА. Созданные и реализованные в рамках профилактического обследования населения «Здоровая Москва» информационная база и комплексная платформа образовательных, социально-коммуникационных, медицинских и немедицинских ресурсов являются основой для разработки научно-практических подходов медико-социального планирования оздоровления населения, профилактику инсульта и сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: атеросклероз, стеноз, брахиоцефальные артерии, инсульт, профилактика, Департамент здравоохранения г. Москвы, «Здоровая Москва».

Для цитирования: Старшинин А. В., Безымянный А. С., Гринин В. М., Мингазова Э. Н. Амбулаторно-поликлиническая и стационарная помощь пациентам с патологией брахиоцефальных артерий в целях профилактики инсульта в рамках программы «Здоровая Москва» // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. 2023. № 4. С. 54—60. doi:10.25742/NRIPH.2023.04.009.

Original article

Outpatient and inpatient care for patients with pathology of the brachiocephalic arteries in order to prevent stroke as part of the Healthy Moscow program

Andrey V. Starshinin¹, Alexey S. Bezmyanny², Vasily M. Grinin³, Elmira N. Mingazova^{4✉}

¹The Moscow Department of Health, Moscow, Russian Federation;

²Directorate for the coordination of the activities of medical organizations of the Moscow Department of Health, Moscow, Russian Federation;

³I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russian Federation;

⁴N. A. Semashko National Research Institute of Public Health, 105064, Moscow, Russian Federation;

⁴Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation;

⁴Biomedical University of Innovation and Continuing Education of the State Scientific Center of the Russian Federation — A. I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russian Federation.

¹starshininav@mos.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3565-2124>

²dkd@zdrav.mos.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3685-9111>

³grinin_v_m@staff.sechenov.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2280-8559>

⁴elmira_mingazova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8558-8928>

Annotation. A multidisciplinary and intersectoral approach in the interaction of polyclinics and hospitals in Moscow as part of the treatment of atherosclerosis of the BCA in the Healthy Moscow program allows the comprehensive use of the functional and human resources of the involved medical organizations of the Moscow public health system to implement a closed cycle of diagnosis, treatment and further management of a patient with BCA pathology. Created and implemented as part of the Healthy Moscow preventive survey of the population, the information base and the integrated platform of educational, social and communication, medical and non-medical resources are the basis for the development of scientific and practical approaches to medical and social planning for the improvement of the population, prevention of stroke and cardiovascular diseases.

Key words: atherosclerosis, stenosis, brachiocephalic arteries, stroke, prevention, Moscow Department of Health, «Healthy Moscow».

For citation: Starshinin A. V., Bezmyanny A. S., Grinin V. M., Mingazova E. N. Outpatient and inpatient care for patients with pathology of the brachiocephalic arteries in order to prevent stroke as part of the Healthy Moscow program. *Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*. 2023;(4):54–60. (In Russ.). doi:10.25742/NRIPH.2023.04.009.

Введение

В настоящее время благодаря техническому и социально-экономическому развитию увеличивается продолжительность жизни человека. Одно из основных направлений повышения ожидаемой продолжительности жизни населения — профилактика заболеваний сердечно-сосудистой системы. Инсульт считается второй по частоте причиной инвалидности среди современного населения мира. За последние 40 лет распространенность случаев инсульта удваивалась с течением каждого десятилетия [1–3].

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) и транзиторная ишемическая атака являются одними из ведущих причин заболеваемости, инвалидности и смертности в Российской Федерации и мире. Ишемические инсульты составляют 70–80% всех ОНМК, при этом 20–30% из них связаны со стенозирующим атеросклерозом брахиоцефальных артерий (БЦА). Распространенность первичной инвалидности при инсульте в 2018 г. составила более 3 тыс. чел на 10 тыс. чел., из них примерно 30% нуждаются в постоянном уходе, около 20% имеют ограничения мобильности. Смертность от инсульта в трудоспособном возрасте увеличивается. В 2022 г. смертность от инсульта среди трудоспособного населения составила около 36 % в сравнении с 26,7% в 2021 г. При этом отмечается рост смертности мужчин трудоспособного возраста от геморрагического инсульта (ГИ) [4].

Цель исследования: настоящее исследование проведено в целях анализа организационного взаимодействия поликлинических и стационарных ор-

ганизаций г. Москвы в рамках лечения атеросклероза брахиоцефальных артерий как инструмент профилактики инсульта и данных зарубежных исследований на аналогичную тему.

Материалы и методы исследования

Были использованы нормативные материалы Департамента здравоохранения г. Москвы, научные данные современных статей изучаемой тематике, применены библиографический и аналитический методы:

В настоящее время значительная часть ресурсов системы здравоохранения тратится на лечение последствий ишемических нарушений мозгового кровообращения и последующую реабилитацию пациентов. В связи с этим возможность ранней диагностики наличия патологий БЦА с целью профилактики ишемических инсультов является наиболее актуальной для системы здравоохранения.

Согласно Приказу Департамента здравоохранения города Москвы от 22.04. 2022 г. № 399 «О проведении профилактических обследований взрослого населения в парковых зонах, скверах, зонах отдыха города Москвы в 2022 г.» и Приказу Департамента здравоохранения города Москвы от 16.05.2023 № 527 «О внесении изменений в приказ Департамента здравоохранения города Москвы от 2 мая 2023 г. № 472», продолжается диспансеризация в парковых зонах для всех желающих москвичей в возрасте от 18 лет.

Программа обследований в рамках проекта «Здоровая Москва» направлена на выявление наиболее распространенных заболеваний, включая патологии

БЦА. В 2022 г. в целях профилактики ишемических нарушений мозгового кровообращения, улучшения качества жизни пациентов с окклюзионно-стенотическими поражениями прецеребральных сосудов, а также снижения смертности населения в г. Москве г. был реализован пилотный проект по организации хирургического лечения пациентов с установленной патологией прецеребральных артерий в ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ».

Пилотный проект был запущен на базе двух городских поликлиник Департамента здравоохранения г. Москвы (ГБУЗ «Городская поликлиника № 5 ДЗМ», ГБУЗ «Городская поликлиника № 64 ДЗМ»), а также двух павильонов «Здоровая Москва» (Парк «Фестивальный», ПКМО «Сокольники»). Издан Приказ Департамента здравоохранения города Москвы от 06.09.2022 № 859 «Об организации хирургического лечения пациентов с патологией прецеребральных артерий в медицинских организациях государственной системы здравоохранения города Москвы».

В рамках исполнения приказа в качестве предварительной организационной работы ГКУ «Дирекция по координации деятельности медицинских организаций ДЗМ» и ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ» проводились обучающие курсы по маршрутизации пациентов для медицинских работников, участвующих в пилотном проекте. ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» организовывал образовательные курсы для врачей ультразвуковой диагностики по определению степени стеноза экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий. В ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ» также были проведены организационные мероприятия с медицинским персоналом для первоочередного приема данных пациентов.

В 2023 г. в павильонах «Здоровая Москва» проводятся профилактические обследования при участии специалистов мобильных бригад из 45 государственных бюджетных учреждений здравоохранения (ГБУЗ) Департамента здравоохранения г. Москвы. В рамках проекта «Здоровая Москва» в павильонах врачами городских поликлиник проводится более 10 исследований (базовый и профильные чек-апы.), включая общий анализ крови; экспресс-анализ крови на сахар и холестерин; электрокардиография и измерение артериального давления; определение индекса массы тела и риска развития различных заболеваний, включая инсульт.

При выявлении отклонений пациентов направляют на дополнительные обследования. По назначению врача УЗИ брахиоцефальных артерий делается в павильоне.

Стеноз брахиоцефальной артерии встречается в 0,5—2% случаев цереброваскулярной недостаточности по экстракраниальным причинам. Результатом этого является нарушение кровотока в правой верхней конечности и цереброваскулярного кровоснабжения. Стеноз брахиоцефальной артерии часто протекает бессимптомно. Окклюзии и тяжелые стенозы БЦА проявляются широким разнообразием клинических проявлений, с полушарными, верте-

бробазилярными симптомами ишемии правой верхней конечности. Симптомами также являются зрительные изменения, транзиторные ишемические атаки (ТИА), синкопальные эпизоды или, возможно, даже цереброваскулярные нарушения (ЦВС). Кроме того, из-за локализации стенозирующей окклюзионной болезни в брахиоцефальной артерии может возникнуть подключичный синдром обкрадывания [5—9].

Исследования показывают, что пациенты часто переносят мини-инсульты или транзиторные ишемические атаки (ТИА), до того, как у них будет настоящая атака инсульта. Благодаря прогрессу, достигнутому в технологиях здравоохранения и медицинской диагностике, появились возможности для более эффективного прогнозирования инсульта с помощью ультразвукового исследования [1,10—15].

Данные дуплексного УЗИ и компьютерно-томографической ангиографии, проводимые в рамках проекта «Здоровая Москва», позволяют выявить пациентов с клиническими проявлениями атеросклероза БЦА. С пациентами, у которых наблюдаются отклонения, работают врачи городского телемедицинского центра, которые записывают их на дальнейшие обследования, а также находятся на связи до постановки диагноза и начала лечения.

При наличии показаний пациент направляется на консультацию к врачу сердечно-сосудистому хирургу или к врачу-нейрохирургу в медицинскую организацию государственной системы здравоохранения Москвы, на базе которых функционируют Межокружные центры. Определены стационары, на базе которых функционируют Межокружные центры хирургического лечения патологии прецеребральных артерий, а также схема территориального закрепления медицинских организаций государственной системы здравоохранения города Москвы, оказывающих первичную медико-санитарную помощь взрослому населению города Москвы.

В случае выявления у пациентов стеноза брахиоцефальных артерий более 70 % пациенты проходят обследование в ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ». В 2022 г. медицинскими организациями, оказывающими первичную медико-санитарную помощь взрослому населению г. Москвы, выдано более 700 направлений пациентам, с подозрением на стеноз БЦА.

В целях выбора оптимальной тактики лечения профильными специалистами ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского» назначаются следующие виды дополнительного обследования: УЗДГ брахиоцефальных артерий; МСКТ брахиоцефальных артерий; ангиография брахиоцефальных артерий; УЗИ сосудов нижних конечностей; УЗИ брюшной полости; суточное мониторирование по холтеру; ЭхоКГ; МРТ головного мозга.

При выявлении у пациентов, находящихся на стационарном лечении в медицинских организациях Москвы, показаний для проведения вмешательства на экстракраниальных отделах церебральных артерий хирургическое лечение проводится на месте. Пациентам с острыми ишемическими цере-

бральными событиями (транзиторной ишемической атакой или ишемическим инсультом в бассейне внутренней сонной артерии), находящимся на стационарном лечении в медицинских организациях, при отсутствии в них соответствующих профильных отделений, организуется консультация врача сердечно-сосудистого хирурга и/или врача-нейрохирурга Межкрупного центра в соответствии с территориальным принципом.

При выявлении показаний к проведению хирургического лечения на БЦА пациент переводится в Межкрупный центр, согласно территориальному принципу. Перевод пациентов между медицинскими организациями осуществляется силами Государственного бюджетного учреждения города Москвы «Станция скорой и неотложной медицинской помощи им. А. С. Пучкова» Департамента здравоохранения г. Москвы.

Окклюзионные поражения могут потребовать лечения посредством срединной стернотомии и шунтирования, а неокклюзионные поражения — лечения с помощью эндоваскулярных вмешательств. Дуплексное сканирование позволяет выявить реверсию кровотока в правой позвоночной артерии, уменьшение кровотока в подключичной артерии и несколько паттернов нарушения кровотока в правой сонной артерии, включая медленный кровоток, частичное реверсирование кровотока во время сердечного цикла и даже полное реверсирование кровотока во внутренней сонной артерии, что очень важно [16—19].

Хирургическое лечение стеноза БЦА показано, когда симптомы выражены или множественны, не отвечают на консервативное лечение (лечение сопутствующих заболеваний), когда при фибробронхоскопии выявляется компрессия трахеи более 70%. Малоинвазивная эндоваскулярная терапия является более простым, безопасным и эффективным методом лечения стеноза БЦА. Однако стентирование сосудов имеет ограничения. Например, в случаях с недостаточной защитой головного мозга частота послеоперационных инфарктов головного мозга выше. Кроме того, стоимость такого лечения выше. Хотя эндоваскулярная установка стента влечет за собой значительные преимущества и меньший риск травматического воздействия на пациента, ее следует рассматривать только при наличии опыта хирурга и соответствующих ресурсов в медицинской организации. При этом техническая сложность остается существенным ограничением этой процедуры. С усовершенствованием интервенционных устройств и методов частота сопутствующих осложнений значительно снизилась, и поэтому все большее число пациентов выбирают сосудистую интервенционную терапию [5—7, 20–22].

Инсульт является заболеванием, требующим постоянного медицинского наблюдения и мониторинга из-за высокой частоты его рецидивов и смертности. Рецидив инсульта после транзиторной ишемической атаки обычно бывает через 7—90 дней. В рамках профилактической работы по предотвращению инсульта предлагаются разные подходы. Так,

алгоритм сортировки данных атак с учетом времени от появления симптомов в качестве прогностической переменной и горячая линия по транзиторным ишемическим атакам могут снизить частоту рецидивов инсульта [23]. Создание когорты пациентов с транзиторной ишемической атакой с последующим дистанционным наблюдением, а также пассивным последующим наблюдением в течение более длительного периода на основе базы данных медицинских организаций на уровне районов Москвы является важным звеном в системе профилактики инсульта, реализуемым в проекте «Здоровая Москва».

В настоящее время растет признание роли сосудов в развитии возрастных когнитивных нарушений и деменции. Выявление риска и поддержание когнитивного здоровья всегда актуально для нашего стареющего населения. Новые данные показывают, что гипоперфузия при бессимптомном заболевании может привести к значительным когнитивным нарушениям у пожилого населения, и вполне вероятно, что большинство «возрастных» когнитивных изменений могут отражать сосудистые нарушения и нейроваскулярные дисфункции. В то время как за последние 30 лет достижения в области нервно-сосудистых заболеваний, в том числе хирургии и радиологии, подтолкнули к значительному сокращению числа ишемических инсультов, наука далека от каких-либо значимых вмешательств для предотвращения сосудистых когнитивных нарушений. Новые данные, связывающие стеноз сонных артерий с когнитивными нарушениями, побуждают медиков искать новые подходы к пожилым пациентам с сосудистыми факторами риска, у которых есть риск снижения когнитивных функций [24].

В этой связи организационно-методическое взаимодействие медицинских организаций государственной системы здравоохранения города Москвы по вопросам оказания медицинской помощи пациентам с нарушениями БЦА, в том числе выявленными в рамках программы «Здоровая Москва» представляется крайне важной. Необходим анализ оказания специализированной медицинской помощи пациентам с патологией прецеребральных артерий в медицинских организациях Москвы и своевременное представление в Департамент здравоохранения города Москвы предложений по совершенствованию организации оказания помощи данной группе пациентов.

В настоящее время ни одно рандомизированное контролируемое исследование не отражает всего преимущества двойной антитромбоцитарной терапии по сравнению с монотерапией после стентирования супрааортальных атеросклеротических поражений. Моделирование риска с включением изображений головного мозга и каротидных бляшек будет приобретать все большее значение при отборе пациентов для вмешательств [25, 26]. Известно, что при атеросклерозе БЦА изменение степени и объема стеноза, эхопрозрачности бляшки, поверхности бляшки, внутривенечного кровоизлияния, богатого липидами некротического ядра, тонкой фиброзной капсулы, воспаления, неоваскуляризации, ми-

кроэмболических сигналов, цереброваскулярного резерва, внутречерепных коллатералей, немых инфарктов головного мозга, диффузионно взвешенные визуализируемые поражения и поражения белого вещества являются важными предикторами риска сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта [27—33].

Существующие оптические методы обнаружения макромолекулярных индикаторов атерогенеза в стенке БЦА плохо проникают в глубину и, следовательно, требуют визуализации уплотненных артериальных сегментов анфас. Поглощение изображения в недеформированных изогнутых и разветвленных сосудах полезно для понимания развития заболевания. Методика, устраняющая необходимость в трудоемкой подготовке образцов, связанной со стандартной визуализацией анфас, позволяет более точно сопоставить гемодинамическое напряжение сдвига стенки с проницаемостью макромолекул в областях с высокой кривизной или разветвлениями, например, в коронарных артериях [13]. В этой связи в настоящее время набирает популярность такой неинвазивный метод, как электроэнцефалограмма (ЭЭГ), которая является экономически эффективным и недорогим инструментом. Механизмы прогнозирования инсультов на основе обработанных данных ЭЭГ позволяют измерять мозговые волны, чтобы предсказать признаки инсульта на ранних стадиях [1,2,10,34]. Алгоритмы прогнозирования и процедуры обработки данных ЭЭГ требуют много времени. Методология, согласно которой можно быстро применять модели глубокого обучения к не обработанным данным ЭЭГ, позволяет не использовать частотные свойства ЭЭГ. Экспериментальные результаты демонстрируют осуществимость неинвазивных методов, которые могут легко измерять только мозговые волны для прогнозирования и мониторинга инсульта в режиме реального времени в повседневной жизни. Использование методов машинного обучения позволяет разработать модели диагностики и прогнозирования в реальном времени на основе гемодинамических данных. Эти модели способны диагностировать подтип инсульта при 30-минутном наблюдении, предсказывать исход в течение первых 3 часов наблюдения и предсказывать рецидив инсульта всего за 15 минут наблюдения. Также модели диагностики ишемического инсульта на основе транскриптомики с помощью машинного обучения и искусственной нейронной сети используются для скрининга и анализа дифференциально экспрессируемых генов (ДЭГ). Так, идентифицированные 69 ДЭГ, участвующие в иммунных и воспалительных реакциях, могут быть использованы для прогнозирования инсультов [2,3].

Совместный клинический и организационный опыт работы поликлиник и стационаров в рамках проекта «Здоровая Москва» предоставляет ценный материал для дальнейших изысканий в области методологии выявления патологии БЦА, повышения эффективности лечения сосудистых патологий, создания основы для научно-практических подходов

разработки и реализации комплекса медико-профилактических мероприятий.

Таким образом, внедрение в практику комплексных программ профилактики, диагностики, отслеживания результатов анализов и лечения пациентов, а также обучения медицинского и немедицинского персонала, уникальных подходов к маршрутизации пациентов программы «Здоровая Москва» позволяет снизить заболеваемость и смертность от инсульта.

Ожидается, что современные подходы прогнозирования риска инсультов, включая измерение мозговых волн по данным ЭЭГ, приведут к значительным улучшениям в раннем выявлении инсульта с меньшими затратами и неудобствами по сравнению с другими методами, что будет значимым фактором при распространении опыта проекта «Здоровая Москва» в другие регионы с менее развитой системой здравоохранения.

Мультидисциплинарный и межсекторальный подход во взаимодействии поликлиник и стационаров г. Москвы в рамках лечения атеросклероза БЦА в программе «Здоровая Москва» позволяет комплексно использовать функциональные и кадровые ресурсы задействованных медицинских организациях государственной системы здравоохранения Москвы для реализации замкнутого цикла диагностики, лечения и дальнейшего ведения пациента с патологией БЦА.

Созданные и реализованные в рамках профилактического обследования населения «Здоровая Москва» информационная база и комплексная платформа образовательных, социально-коммуникационных, медицинских и немедицинских ресурсов являются основой для разработки научно-практических подходов медико-социального планирования оздоровления населения, профилактику инсульта и сердечно-сосудистых заболеваний.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kaur M., Sakhare S. R., Wanjale K., Akter F. Early Stroke Prediction Methods for Prevention of Strokes. *Behav Neurol.* 2022;2022:7725597. doi: 10.1155/2022/7725597
2. Choi Y. A., Park S. J., Jun J. A., et al. Deep Learning-Based Stroke Disease Prediction System Using Real-Time Bio Signals. *Sensors (Basel).* 2021;21(13):4269. doi: 10.3390/s21134269
3. Yang W. X., Wang F. F., Pan Y. Y., et al. Comparison of ischemic stroke diagnosis models based on machine learning. *Front Neurol.* 2022;13:1014346. doi: 10.3389/fneur.2022.1014346
4. Копылов Ф. Ю., Быкова А. А., Щекочихин Д. Ю. и др. Бессимптомный атеросклероз брахиоцефальных артерий — современные подходы к диагностике и лечению. *Терапевтический архив.* 2017;4:95—100. doi: 10.17116/terarkh201789495-100
5. Salih M., Abdel-Hafez O., Ibrahim R., et al. Effective Management of High-Grade Left Common Carotid and Brachiocephalic Arterial Stenosis With Endovascular Stenting. *Cureus.* 2021;13(2):e13474. doi: 10.7759/cureus.13474
6. Jasso-Ramírez, N.G., Elizondo-Omaña, R.E., Garza-Rico, I.A., et al. Anatomical and positional variants of the brachiocephalic trunk in a Mexican population. *BMC Med Imaging.* 2021;21(1):126. doi: 10.1186/s12880-021-00645-w
7. Xu F., Wang F., Liu Y. S. Brachiocephalic artery stenting through the carotid artery: A case report and review of the literature. *World J Clin Cases.* 2019;7(17):2644—2651. doi: 10.12998/wjcc.v7.i17.2644
8. Li C. H., Gao B. L., Wang J. W., et al. Hemodynamic Factors Affecting Carotid Sinus Atherosclerotic Stenosis. *World Neurosurg.* 2019;121:e262-e276. doi: 10.1016/j.wneu.2018.09.091

9. Han N., Ma Y., Li Y., et al. Imaging and Hemodynamic Characteristics of Vulnerable Carotid Plaques and Artificial Intelligence Applications in Plaque Classification and Segmentation. *Brain Sci.* 2023;13(1):143. doi: 10.3390/brainsci13010143
10. Soumyabrata D., Hewei W., Chidozie S. N., et al. A predictive analytics approach for stroke prediction using machine learning and neural networks. *Healthcare Analytics.* 2022;2:100032. doi: 10.1016/j.health.2022.100032
11. Epstein A., Schilter M., Vynckier J., et al. Chronic Covert Brain Infarctions and White Matter Hyperintensities in Patients With Stroke, Transient Ischemic Attack, and Stroke Mimic. *J Am Heart Assoc.* 2022;11(3):e024191. doi: 10.1161/JAHA.121.024191
12. Gać P., Poręba R. Significant Stenosis of the Brachiocephalic Trunk and Moderate Stenosis of the Left Circumflex Artery in Computed Tomography Angiography Images. *Diagnostics (Basel).* 2022;12(1):200. doi: 10.3390/diagnostics12010200
13. Dazzi M., Rowland E. M., Mohri Z., Weinberg P. D. 3D confocal microscope imaging of macromolecule uptake in the intact brachiocephalic artery. *Atherosclerosis.* 2020;310:93—101. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.07.002
14. Sadiq A., Goldsweig A. M., O'Leary E. L. Use of a Dual-Filter Embolic Protection Device for Brachiocephalic Artery Stenting. *Ann Vasc Surg.* 2020;65:282.e13–282.e15. doi: 10.1016/j.avsg.2019.10.065
15. Вишнякова А. Ю., Бердалин А. Б., Головин Д. А. и др. Особенности атеросклеротического поражения экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий при вертебрально-базиллярном ишемическом инсульте. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020;19(5):2399. doi: 10.15829/1728-8800-2020-2399
16. Del Valle C. E., Ferreira L. F. T., Bragato P. H., et al. Total reversal of internal carotid blood flow in a patient with severe stenosis of the brachiocephalic trunk. *J Vasc Bras.* 2020;19:e20190124. doi: 10.1590/1677—5449.190124
17. George J. M., Cooke P. V., Ilonzo N., et al. Management of Innominate Artery Occlusion With Severe Left Common Carotid Artery Stenosis. *Cureus.* 2021;13(11). doi: 10.7759/cureus.19592
18. Anantha-Narayanan M., Nagpal S., Mena-Hurtado C. Carotid, Vertebral, and Brachiocephalic Interventions. *Interv Cardiol Clin.* 2020;9(2):139—152. doi: 10.1016/j.iccl.2019.12.008
19. Zacharias N., Goodney P. P., DeSimone J. P., et al. Outcomes of Innominate Artery Revascularization Through Endovascular, Hybrid, or Open Approach. *Ann Vasc Surg.* 2020;69:190—196. doi: 10.1016/j.avsg.2020.06.005
20. Patel R. A. G., White C. J. Brachiocephalic and subclavian stenosis: Current concepts for cardiovascular specialists. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021;65:44—48. doi: 10.1016/j.pcad.2021.03.004
21. Robertson V., Poli F., Saratzis A., et al. A Systematic Review of Procedural Outcomes in Patients With Proximal Common Carotid or Innominate Artery Disease With or Without Tandem Ipsilateral Internal Carotid Artery Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;60(6):817—827. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.06.040
22. Kuwabara M., Sakamoto S., Okazaki T., et al. Usefulness of stent placement for innominate artery stenosis via the right brachial artery under protection by balloon guide catheter: a technical case report. *Acta Neurochir (Wien).* 2022;164(11):2875—2880. doi: 10.1007/s00701-022-05367-8
23. Jeerakathil T., Shuaib A., Majumdar S. R., et al. The Alberta Stroke Prevention in TIAs and mild strokes (ASPIRE) intervention: rationale and design for evaluating the implementation of a province-wide TIA triaging system. *Int J Stroke.* 2014;Suppl A100:135—143. doi: 10.1111/j.1747—4949.2012.00881.x
24. Lineback C. M., Stamm B., Sorond F., Caprio F. Z. Carotid disease, cognition, and aging: time to redefine asymptomatic disease? *Geroscience.* 2023;45(2):719—725. doi: 10.1007/s11357-022-00688-z
25. Hassan M., Mubarik A., Patel C., et al. Atheroma of the Innominate Artery Presenting as a Transient Ischemic Attack. *Cureus.* 2019;11(1). doi: 10.7759/cureus.3961
26. Bonati L. H., Jansen O., de Borst G. J., Brown M. M. Management of atherosclerotic extracranial carotid artery stenosis. *Lancet Neurol.* 2022;21(3):273—283. doi: 10.1016/S1474-4422(21)00359—8
27. Donners S. J. A., Toorop R. J., de Kleijn D. P. V., de Borst G. J. A narrative review of plaque and brain imaging biomarkers for stroke risk stratification in patients with atherosclerotic carotid artery disease. *Ann Transl Med.* 2021;9(15):1260. doi: 10.21037/atm-21-1166
28. Li H., Xu X., Luo B., Zhang Y. The Predictive Value of Carotid Ultrasonography With Cardiovascular Risk Factors-A «SPIDER» Promoting Atherosclerosis. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:706490. doi: 10.3389/fcvm.2021.706490
29. Sun C., Xi N., Sun Z., et al. The Relationship between Intracarotid Plaque Neovascularization and Lp (a) and Lp-PLA2 in Elderly Patients with Carotid Plaque Stenosis. *Dis Markers.* 2022;2022:6154675. doi: 10.1155/2022/6154675
30. Wu T., Kong X., Zhong Y., Chen L. Automatic detection of abnormal EEG signals using multiscale features with ensemble learning. *Front Hum Neurosci.* 2022;16:943258. doi: 10.3389/fnhum.2022.943258
31. George S. J., Johnson J. L. Investigation of Atherosclerotic Plaque Vulnerability. *Methods Mol Biol.* 2022;2419:521—535. doi: 10.1007/978-1-0716-1924-7_32
32. Bueno A., March J. R., Garcia P., et al. Carotid Plaque Inflammation Assessed by 18F-FDG PET/CT and Lp-PLA2 Is Higher in Symptomatic Patients. *Angiology.* 2021;72(3):260—267. doi: 10.1177/0003319720965419
33. Zhang F., Guo J., Yang F., Zhou Y. Lp-PLA2 evaluates the severity of carotid artery stenosis and predicts the occurrence of cerebrovascular events in high stroke-risk populations. *J Clin Lab Anal.* 2021;35(3):e23691. doi: 10.1002/jcla.23691
34. Lv P., Yang J., Wang J., et al. Ischemic stroke prediction of patients with carotid atherosclerotic stenosis via multi-modality fused network. *Front Neurosci.* 2023;17:1118376. doi: 10.3389/fnins.2023.1118376

REFERENCES

1. Kaur M., Sakhare S. R., Wanjale K., Akter F. Early Stroke Prediction Methods for Prevention of Strokes. *Behav Neurol.* 2022;2022:7725597. doi: 10.1155/2022/7725597
2. Choi Y. A., Park S. J., Jun J. A., et al. Deep Learning-Based Stroke Disease Prediction System Using Real-Time Bio Signals. *Sensors (Basel).* 2021;21(13):4269. doi: 10.3390/s21134269
3. Yang W. X., Wang F. F., Pan Y. Y., et al. Comparison of ischemic stroke diagnosis models based on machine learning. *Front Neurol.* 2022;13:1014346. doi: 10.3389/fneur.2022.1014346
4. Kopylov F. Yu., Bykova A. A., Shchekochikhin D. Yu. et al. Asymptomatic atherosclerosis of brachiocephalic arteries — modern approaches to diagnosis and treatment. *Therapeutic Archive. [Terapevticheskiy arkhiv].* 2017;(4):95—100 (in Russian). doi: 10.17116/terarkh201789495-100
5. Salih M., Abdel-Hafez O., Ibrahim R., et al. Effective Management of High-Grade Left Common Carotid and Brachiocephalic Arterial Stenosis With Endovascular Stenting. *Cureus.* 2021;13(2):e13474. doi: 10.7759/cureus.13474
6. Jasso-Ramírez, N.G., Elizondo-Omaña, R.E., Garza-Rico, I.A., et al. Anatomical and positional variants of the brachiocephalic trunk in a Mexican population. *BMC Med Imaging.* 2021;21(1):126. doi: 10.1186/s12880-021-00645-w
7. Xu F., Wang F., Liu Y. S. Brachiocephalic artery stenting through the carotid artery: A case report and review of the literature. *World J Clin Cases.* 2019;7(17):2644—2651. doi: 10.12998/wjcc.v7.i17.2644
8. Li C. H., Gao B. L., Wang J. W., et al. Hemodynamic Factors Affecting Carotid Sinus Atherosclerotic Stenosis. *World Neurosurg.* 2019;121:e262–e276. doi: 10.1016/j.wneu.2018.09.091
9. Han N., Ma Y., Li Y., et al. Imaging and Hemodynamic Characteristics of Vulnerable Carotid Plaques and Artificial Intelligence Applications in Plaque Classification and Segmentation. *Brain Sci.* 2023;13(1):143. doi: 10.3390/brainsci13010143
10. Soumyabrata D., Hewei W., Chidozie S. N., et al. A predictive analytics approach for stroke prediction using machine learning and neural networks. *Healthcare Analytics.* 2022;2:100032. doi: 10.1016/j.health.2022.100032
11. Epstein A., Schilter M., Vynckier J., et al. Chronic Covert Brain Infarctions and White Matter Hyperintensities in Patients With Stroke, Transient Ischemic Attack, and Stroke Mimic. *J Am Heart Assoc.* 2022;11(3):e024191. doi: 10.1161/JAHA.121.024191
12. Gać P., Poręba R. Significant Stenosis of the Brachiocephalic Trunk and Moderate Stenosis of the Left Circumflex Artery in Computed Tomography Angiography Images. *Diagnostics (Basel).* 2022;12(1):200. doi: 10.3390/diagnostics12010200
13. Dazzi M., Rowland E. M., Mohri Z., Weinberg P. D. 3D confocal microscope imaging of macromolecule uptake in the intact brachiocephalic artery. *Atherosclerosis.* 2020;310:93—101. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.07.002
14. Sadiq A., Goldsweig A. M., O'Leary E. L. Use of a Dual-Filter Embolic Protection Device for Brachiocephalic Artery Stenting. *Ann Vasc Surg.* 2020;65:282.e13–282.e15. doi: 10.1016/j.avsg.2019.10.065
15. Vishnyakova A. Yu., Berdalín A. B., Golovin D. A., et al. Brachiocephalic atherosclerosis in patients with posterior circulation ischemic stroke. *Cardiovascular Therapy and Prevention. [Serdech-*

- no-sosudistaya terapiya i profilaktika]. 2020;19(5):2399 (in Russian). doi: 10.15829/1728-8800-2020-2399
16. Del Valle C. E., Ferreira L. F. T., Bragato P. H., et al. Total reversal of internal carotid blood flow in a patient with severe stenosis of the brachiocephalic trunk. *J Vasc Bras.* 2020;19:e20190124. doi: 10.1590/1677—5449.190124
 17. George J. M., Cooke P. V., Ilonzo N., et al. Management of Innominate Artery Occlusion With Severe Left Common Carotid Artery Stenosis. *Cureus.* 2021;13(11). doi: 10.7759/cureus.19592
 18. Anantha-Narayanan M., Nagpal S., Mena-Hurtado C. Carotid, Vertebral, and Brachiocephalic Interventions. *Interv Cardiol Clin.* 2020;9(2):139—152. doi: 10.1016/j.iccl.2019.12.008
 19. Zacharias N., Goodney P. P., DeSimone J. P., et al. Outcomes of Innominate Artery Revascularization Through Endovascular, Hybrid, or Open Approach. *Ann Vasc Surg.* 2020;69:190—196. doi: 10.1016/j.avsg.2020.06.005
 20. Patel R. A. G., White C. J. Brachiocephalic and subclavian stenosis: Current concepts for cardiovascular specialists. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021;65:44—48. doi: 10.1016/j.pcad.2021.03.004
 21. Robertson V., Poli F., Saratzis A., et al. A Systematic Review of Procedural Outcomes in Patients With Proximal Common Carotid or Innominate Artery Disease With or Without Tandem Ipsilateral Internal Carotid Artery Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;60(6):817—827. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.06.040
 22. Kuwabara M., Sakamoto S., Okazaki T., et al. Usefulness of stent placement for innominate artery stenosis via the right brachial artery under protection by balloon guide catheter: a technical case report. *Acta Neurochir (Wien).* 2022;164(11):2875—2880. doi: 10.1007/s00701-022-05367-8
 23. Jeerakathil T., Shuaib A., Majumdar S. R., et al. The Alberta Stroke Prevention in TIAs and mild strokes (ASPIRE) intervention: rationale and design for evaluating the implementation of a province-wide TIA triaging system. *Int J Stroke.* 2014;Suppl A100:135—143. doi: 10.1111/j.1747—4949.2012.00881.x
 24. Lineback C. M., Stamm B., Sorond F., Caprio F. Z. Carotid disease, cognition, and aging: time to redefine asymptomatic disease? *Geroscience.* 2023;45(2):719—725. doi: 10.1007/s11357-022-00688-z
 25. Hassan M., Mubarak A., Patel C., et al. Atheroma of the Innominate Artery Presenting as a Transient Ischemic Attack. *Cureus.* 2019;11(1). doi: 10.7759/cureus.3961
 26. Bonati L. H., Jansen O., de Borst G. J., Brown M. M. Management of atherosclerotic extracranial carotid artery stenosis. *Lancet Neurol.* 2022;21(3):273—283. doi: 10.1016/S1474-4422(21)00359—8
 27. Donners S. J. A., Toorop R. J., de Kleijn D. P. V., de Borst G. J. A narrative review of plaque and brain imaging biomarkers for stroke risk stratification in patients with atherosclerotic carotid artery disease. *Ann Transl Med.* 2021;9(15):1260. doi: 10.21037/atm-21-1166
 28. Li H., Xu X., Luo B., Zhang Y. The Predictive Value of Carotid Ultrasonography With Cardiovascular Risk Factors-A «SPIDER» Promoting Atherosclerosis. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:706490. doi: 10.3389/fcvm.2021.706490
 29. Sun C., Xi N., Sun Z., et al. The Relationship between Intracarotid Plaque Neovascularization and Lp (a) and Lp-PLA2 in Elderly Patients with Carotid Plaque Stenosis. *Dis Markers.* 2022;2022:6154675. doi: 10.1155/2022/6154675
 30. Wu T., Kong X., Zhong Y., Chen L. Automatic detection of abnormal EEG signals using multiscale features with ensemble learning. *Front Hum Neurosci.* 2022;16:943258. doi: 10.3389/fnhum.2022.943258
 31. George S. J., Johnson J. L. Investigation of Atherosclerotic Plaque Vulnerability. *Methods Mol Biol.* 2022;2419:521—535. doi: 10.1007/978-1-0716-1924-7_32
 32. Bueno A., March J. R., Garcia P., et al. Carotid Plaque Inflammation Assessed by 18F-FDG PET/CT and Lp-PLA2 Is Higher in Symptomatic Patients. *Angiology.* 2021;72(3):260—267. doi: 10.1177/0003319720965419
 33. Zhang F., Guo J., Yang F., Zhou Y. Lp-PLA2 evaluates the severity of carotid artery stenosis and predicts the occurrence of cerebrovascular events in high stroke-risk populations. *J Clin Lab Anal.* 2021;35(3):e23691. doi: 10.1002/jcla.23691
 34. Lv P., Yang J., Wang J., et al. Ischemic stroke prediction of patients with carotid atherosclerotic stenosis via multi-modality fused network. *Front Neurosci.* 2023;17:1118376. doi: 10.3389/fnins.2023.1118376

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.07.2023; одобрена после рецензирования 26.10.2023; принята к публикации 03.11.2023.
The article was submitted 25.07.2023; approved after reviewing 26.10.2023; accepted for publication 03.11.2023.