

Риск церебральной микроэмболии в зависимости от типа атеросклеротических бляшек сонных артерий по классификации RADS

А.В. Васильева^{1,2}

¹ Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Казань, Россия

² Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, Казань, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Целью исследования является оценка риска артерио-артериальной эмболии у больных с нарушениями мозгового кровообращения со стенозами сонных артерий различных степеней в зависимости от характеристик атеросклеротической бляшки (АСБ), согласно классификации Plaque-RADS. **Материалы и методы.** В исследование вошло 47 пациентов с симптомными стенозами сонных артерий (39 мужчин и 8 женщин в возрасте 61 ± 11 лет). Всем пациентам проводили дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий, магнитно-резонансную или компьютерную томографию головного мозга и транскраниальный доплеровский мониторинг в режиме эмболодетекции. На основании ультразвуковых данных АСБ распределили по классификации Plaque-RADS. **Результаты.** Выявлена взаимосвязь регистрации микроэмболии от категории АСБ согласно классификации Plaque-RADS. Наибольшую эмбологенность показали АСБ, относящиеся к категориям IVa, IVb, IVc. Меньшее количество микроэмболов зарегистрировано от бляшек категории RADS II. **Выводы.** Эмбологенность бляшек зависит не только от степени стеноза, вызываемого бляшкой, но и, в значительной степени, от структуры АСБ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атеросклеротические бляшки, церебральная микроэмболия, транскраниальное доплеровское мониторирование с микроэмболодетекцией, Plaque-RADS.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The risk of cerebral microembolism depends on the type of atherosclerotic plaques of the carotid arteries according to the RADS classification

A. Vasylyeva^{1,2}

¹ KSMA – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russia

² Republican Clinical Hospital Ministry of health Republic of Tatarsta, Kazan, Russia

SUMMARY

Introduction. The aim of the study is to assess the risk of arterio-arterial embolism in patients with cerebral circulatory disorders with stenosis of the internal carotid arteries (ICA) of various degrees, depending on the characteristics of atherosclerotic plaque (ASB), its risk level according to the Plaque-RADS classification. **Materials and methods.** The study included 47 patients with symptomatic ICA stenosis (39 men and 8 women aged 61 ± 11 years). All patients underwent duplex scanning of the brachiocephalic arteries, magnetic resonance or computed tomography of the brain and transcranial Doppler monitoring in the mode of embolodetection. Based on the ultrasound data, ASB was classified according to the Plaque-RADS classification. **Results.** The relationship between the registration of microembolism and the ASB category according to the Plaque-RADS classification was revealed. The greatest embologenicity was shown by ASBs belonging to categories IV a, IV b, IV c. A smaller number of microemboli were isolated by plaques of the RADS category II. **Conclusions.** Plaque embologenicity depends not only on the degree of plaque-induced stenosis, but also, to a large extent, on the structure of the ASB.

KEYWORDS: atherosclerotic plaques, cerebral microembolism, transcranial doppler monitoring with microemboli detection, Plaque – RADS.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

В последние годы наблюдается неуклонный рост cerebrovasкулярных заболеваний [1]. Исследования Европейского общества кардиологов продемонстрировали, что смертность от инсульта составила у мужчин и женщин – 21 и 26% соответственно, при этом в 2019 году было выявлено 2,1 миллиона новых случаев инсульта среди больных в 57 странах Европы, по прогнозам к 2047 году количество пациентов с инсультом увеличится почти на 1/3 [2].

Атеросклероз является наиболее частой причиной ишемического инсульта (ИИ) [3] и прогрессирования хро-

нической недостаточности мозгового кровообращения (дисциркуляторной энцефалопатии).

Высокая медико-социальная значимость инсульта и его последствий, оказывающих существенное влияние на демографические показатели и качество жизни пациентов, обуславливает большую значимость достоверной оценки стенозирующих поражений брахиоцефальных артерий (БЦА), как одной из важнейших причин развития ИИ.

Согласно клиническим рекомендациям по ведению инсульта от 2021 г. [4] всем пациентам с ИИ рекомендуется проведение дуплексного сканирования (ДС) БЦА с цве-

товым доплеровским картированием (ЦДК) кровотока для визуализации атеросклеротической бляшки (АСБ), оценки ее морфологического состояния и поверхности, опасности повторной эмболии.

В настоящее время известно, что основным механизмом развития инсульта является не гемодинамический, а тромбоэмболический. Важным стал вопрос не только степени сужения, вызванной данной бляшкой, но и ее потенциальная эмболическая опасность. Поэтому все больше внимания уделяется качественной оценке АСБ, в частности, признакам ее нестабильности. К характеристикам бляшки, связанным с повышенным риском инсульта (так называемой «уязвимой», «нестабильной» бляшки) относятся – тонкая фиброзная покрышка, богатое липидами некротическое ядро, кровоизлияние в бляшку, разрыв фиброзной покрышки бляшки и тромбоз на поверхности, неоваскуляризация бляшки и ее кальцификация [5].

В рекомендациях американского общества эхокардиографии по получению, количественной оценке и характеристике фокусированных 2D и 3D ультразвуковых изображений бляшек сонной артерии с целью стратификации риска сердечно-сосудистых заболеваний от 2020 г. [6] степень стеноза не учитывается, а основным критерием для разграничения низкого и промежуточного риска развития сердечно-сосудистых заболеваний является высота бляшки. Разделение же промежуточного и высокого рисков основано на оценке критериев нестабильности АСБ (эхогенность и неоваскуляризация).

В Российском консенсусе по диагностике и лечению пациентов со стенозом сонных артерий Российского кардиологического общества от 2022 [7] впервые в нашей стране отмечается, что пациентам со стенозами менее 50% требуется прицельная оценка морфологии АСБ по данным визуализации, так как эмбологенная бляшка в сонной артерии является потенциальной причиной эмболического инсульта.

В 2024 году была предложена новая классификация риска инсульта – «Carotid Plaque-RADS» [8], созданная для надежной и стандартизированной системы оценки морфологии бляшки, которая может использоваться в различных методах визуализации сосудов для прогнозирования вероятности первичных или повторных цереброваскулярных событий.

Оценка бляшки-RADS предлагает морфологическую оценку в дополнение к преобладающему количественному параметру «стеноз». В классификации RADS бляшки варьируются от I категории (указывает на полное отсутствие бляшки) до IV категории (представляет осложненную бляшку).

В соответствии с этой классификацией выделяют изменения сосудистой стенки, при которых риск развития цереброваскулярных заболеваний отсутствует (RADS I), является низким (RADS II), умеренным (IIIa, IIIb, IIIc) и высоким (IVa, IVb, IVc). К бляшкам умеренного риска относятся неосложненные бляшки высотой > 3 мм, которые могут состоять из умеренных или богатых липидами некротических ядер, кальцинатов, заживших язв и волокнистой ткани, при этом признаки осложнений, такие как

тромбоз, разрыв покрышки бляшки или кровоизлияние в нее отсутствуют. При этом бляшки IIIa имеют толстую фиброзную покрышку, у бляшек IIIb покрышка тонкая.

К бляшкам RADS IIIc относят бляшки, независимо от их высоты, при наличии такого осложнения, как изъязвление, как исход зажившего разрыва покрышки.

В группу Plaque RADS IV включены бляшки, также независимо от их высоты, осложненные кровоизлиянием IVa (диагностика только с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ), разрывом фиброзной капсулы IVb (возможна оценка с помощью ультразвука только при наличии аппаратуры с высокими разрешающими способностями), тромбом на поверхности IVc. Это бляшки с высоким риском развития ипсилатерального ИИ.

УЗИ является достаточно достоверным инструментом для диагностики бляшек по классификации RADS, так как позволяет определить ее эхогенность и состояние поверхности, толстую фиброзную покрышку, измерить ее высоту и степень стенозирования сосуда. В ряде случаев для того, чтобы отнести бляшку в ту или другую категорию требуется дополнительное использование других методов, в частности, верификация кровоизлияния в бляшку с помощью МРТ. Именно этим, по нашему мнению, обусловлено недостаточно активное внедрение в практику рискованной классификации Plaque RADS. Однако, требуется уточнение критериев нестабильности бляшек, которые можно выявить с помощью доступных методов ультразвуковой диагностики.

Детекция микроэмболических сигналов (МЭС) при транскраниальной доплерографии дает уникальную возможность в режиме реального времени определять как источник церебральной ишемии, так и его эмболическую активность [9]. Процедура мониторинга заключается в длительной записи доплерограммы интракраниальных артерий, чаще всего средней мозговой артерии (СМА).

В ряде исследований, включая систематические обзоры и метаанализы, установлено, что МЭС при мониторинге СМА регистрируются у большого количества пациентов с симптомными стенозами сонных артерий, и наличие данных сигналов является предиктором возникновения острого ишемического нарушения мозгового кровообращения. По данным Tegos T.J. с соавт., время развития клинических проявлений после регистрации эмболии при симптомных бляшках в сонных артериях составило от 1 до 3 месяцев, а количество МЭС зависело не только от степени сужения просвета сосудов, но и от качественных характеристик бляшки [10].

Потенциально эмбологенными считаются бляшки гипэхогенные, гетерогенные и осложненные (с изъязвленной поверхностью, тромбозом на бляшке, надрывами ее покрышки, то есть относящиеся к Plaque RADS IIIb, IIIc, IVa, IVb и IVc) [12].

С учетом современных реалий вопрос проведения мониторинга мозгового кровотока с микроэмболодетекцией вновь стал очень актуальным в связи с потенциальной возможностью определить эмбологенность бляшки, и, соответственно, ее нестабильность и риск возникновения острых ишемических цереброваскулярных событий.

Целью данного исследования стало выявление взаимосвязи эмбологенности АСБ с их градацией по классификации Plaque RADS.

Материал и методы исследования

В исследование вошло 47 пациентов с острыми НМК атеротромботического подтипа в каротидном бассейне в возрасте 41–77 лет (средний возраст 61 ± 11 лет), из них 39 мужчин (83%) и 8 женщин (7%). Исследование проводилось в течение первых суток с момента возникновения очаговой неврологической симптоматики. Клинически у 29 пациентов (61,7%) диагностирован ИИ в каротидном бассейне, у 18 (38,3%) – транзиторная ишемическая атака в каротидном бассейне. Оценка неврологического состояния проводилась по шкале NIHSS (National Institute of Health Stroke Scale). Разброс баллов по этой шкале составил от 1 до 15.

Всем пациентам при поступлении помимо оценки неврологического статуса проводилась нейровизуализация с помощью компьютерной томографии или МРТ. Локализация очагов, их число и «возраст» при ИИ была различна, в том числе одиночные, либо множественные очаги, в коре и подкорковых структурах. Все «свежие» очаги локализовались в областях, кровоснабжаемых внутрен-

ней сонной артерии. Для подтверждения кровоизлияния в бляшку проводилось МРТ с захватом экстракраниальных сосудов.

С целью выявления поражений экстра- и интракраниальных артерий проводилось ДС на ультразвуковом сканере HD15 (фирмы Philips). Степень стеноза оценивалась методом планиметрии с использованием методики ECST. Выявленные АСБ каротидного синуса классифицировались по системе RADS [8]. К бляшкам RADS II относятся бляшки, высотой до 3 мм, без признаков осложнений. Бляшки RADS III представлены бляшками, толщиной ≥ 3 мм: RADS IIIa (рис. 1) имеют толстую покрывку (хорошо дифференцируется при ДС), RADS IIIb (рис. 2) – тонкую покрывку (не визуализируется при проведении ДС), RADS IIIc (рис. 3) – изъязвление покрывки (дефект на поверхности бляшки размерами более 2×2 мм с покрывкой в основании кратера). Бляшки RADS IV имеют признаки осложнения: RADS – внутрибляшечное кровоизлияние, RADS IVb – разрыв фиброзной покрывки, RADS IVc – внутрисосудистый тромб на поверхности АСБ (рис. 4).

При этом первичная оценка осуществлялась на основании данных ультразвукового сканирования, а для подтверждения степени IVa использовалась МРТ. Всем

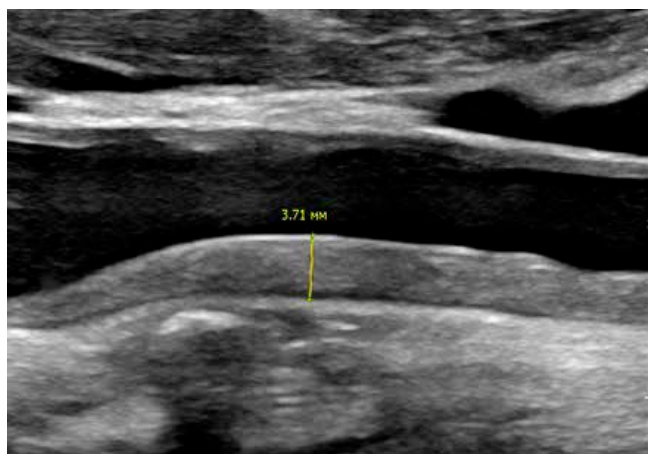


Рисунок 1. Plaque RADS IIIa с толстой покрывкой (указана стрелками) в общей сонной артерии, толщиной 3,71 мм



Рисунок 2. Plaque RADS IIIb с тонкой (визуально не определяемой) покрывкой в бифуркации общей сонной артерии и синусе внутренней сонной артерии, толщиной 3,47 мм



Рисунок 3. Plaque RADS IIIc с участком изъязвления размером 3,1 x 2,0 мм

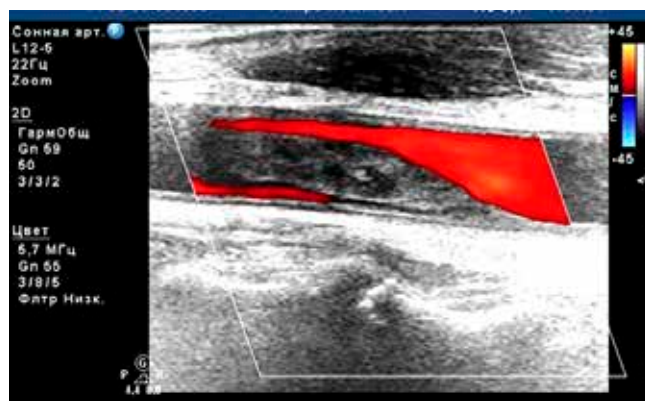


Рисунок 4. Plaque RADS IVc. Фиксированный по задней стенке общей сонной артерии в области АСБ тромб, омываемый потоком крови

больным выполнялся билатеральный мониторинг СМА в течение 60 минут с автоматической регистрацией МЭС. Их идентификация осуществлялась методом автоматической детекции специальным программным обеспечением, с последующим визуальным контролем по цветовой шкале градаций и в соответствии с критериями, принятыми на 9 Международном симпозиуме по церебральной гемодинамике в 1995 г. [12] на аппарате Multidop (фирма «DWL»).

В исследование не входили лица: 1) с отсутствием височного акустического окна со стороны ипсилатеральной АСБ, не позволяющее провести транскраниальное исследование мозгового кровотока, что было определено при проведении транскраниального дуплексного сканирования; 2) с протезированными клапанами, с вегетациями на клапанах, миксомами, тромбами в ушке левого предсердия, которые выявляли при проведении эхокардиографических исследований и которые могли привести к регистрации микроэмболии.

Помимо вышеперечисленного осуществлялись лабораторные исследования периферической крови с определением уровня МНО, электрокардиография, холтеровское мониторирование ЭКГ.

Статистический анализ

Расчеты выполнены на персональном компьютере с помощью программы STATISTICA 8.0. Изучаемые параметры представлены в виде средних (М) и абсолютных цифровых значений, а также медианы (Ме). Корреляционный анализ проводили методом Пирсона и ранговым методом Спирмена.

Результаты исследования

У всех пациентов, включенных в исследование, при ДС БЦА были выявлены АСБ в сонных артериях, при этом двухстороннее поражение наблюдалось у 41 пациента (87%). Всего было обнаружено 88 бляшек. У 5 пациентов (10,6%) – окклюзия одной внутренней сонной артерии. Разброс степени стенозирования составил 20–90%, при этом на стенозы «высоких степеней» (с редукцией просвета более чем на 70%) пришлось 11 АСБ (12,5%), в том числе у 4-х пациентов (8,5%) большие проценты стенозирования встречались с двух сторон.

Всего 56 (63,6%) бляшек относились ко II категории RADS, 4 бляшки (4,5%) – к RADS IIIa, 15 бляшек (17%) – к RADS IIIb, 5 бляшек (5,7%) – к RADS IIIc, 1 бляшка (1,1%) – к RADS IVa (МРТ верифицированное кровоизлияние в толщу бляшки), 3 бляшки (3,4%) –

Таблица 1
Распределение бляшек по степеням риска в зависимости от распространенности поражения

Распространенность	Степень риска RADS	Количество Абс. (%)
Одностороннее поражение	Низкая (II)	4 (8,5%)
	Умеренная (IIIa, IIIb, IIIc)	1 (2,1%)
	Высокая (IVa, IVb, IVc)	1 (2,1%)
	Всего	6 (13%)
Двухстороннее поражение	Низкая (II)	20 (42,7%)
	Низкая+умеренная (II+IIIa, IIIb, IIIc)	9 (19,1%)
	Низкая+высокая (II+IVa, IVb, IVc)	4 (8,5%)
	Умеренная (IIIa, IIIb, IIIc)	4 (8,5%)
	Умеренная+высокая (IIIa, IIIb, IIIc + IVa, IVb, IVc)	3 (6,4%)
	Высокая (IVa, IVb, IVc)	1 (2,1%)
	Всего	41 (87%)
Итого		88 (100%)

к RADS IVb, 4 бляшки (4,5%) – к RADS IVc. Распределение бляшек по степеням риска в зависимости от сторонности поражения представлено в таблице 1.

В процессе статистической обработки выявлена положительная ассоциация между процентом стеноза и категорией Plaque-RADS ($r=0,53$, $p<0,05$).

При проведении двухканального мониторинга кровотока по СМА с микроэмболодетекцией в течение 60 минут было выявлено, что 28 АСБ (31,8%) являлись эмбологенными. Общее количество МЭС, зарегистрированных во время исследования, составило 244 сигнала. При этом транзиторные высокоинтенсивные сигналы имели схожие биофизические характеристики и относились к «плотным атероземболам» [11, 13].

Распределение МЭС в зависимости от степени стеноза представлено в таблице 2.

Среди бляшек с высокой степенью редукции просвета, на которые приходится 12,5%, эмбологенными были 64,4%, и на них пришлось 29,9% от общего числа МЭС, при этом среднее количество МЭС в группе составило 10. Среднее число МЭС, зарегистрированных у пациентов с умеренной степенью стеноза, а их в данном исследовании было 59%, составило 10, а эмбологенными были 30,8%. «Эмболоактивными» были 20% бляшек со стенозами менее 50%, среднее число МЭС в этой группе – 3.

Таблица 2
Соотношение микроэмболов в зависимости от степени стеноза

Степени стеноза	Число бляшек Абс (%)	Число бляшек, продуцирующих МЭС Абс (%)	Число МЭС Абс, Ме	Суммарное количество МЭС Абс (%)
«Высокая степень» (70% и выше)	11 (12,5%)	7 (64,4%)	1–32(10)	70 (29,9%)
«Умеренная степени» (50–69%)	52 (59%)	16 (30,8%)	1–18(10)	159 (65%)
«Низкая степени» (до 50%)	25 (29,4%)	5 (20%)	2–5(3)	15 (6,1%)
Итого	88(100%)	28		244 (100%)

Таблица 3
Соотношение МЭС в зависимости от градации стенозов по Plaque RADS

Plaque RADS	Число бляшек Абс. (%)	Число бляшек, продуцирующих МЭС Абс. (%)	Число МЭС Абс. (Ме)	Суммарное количество МЭС Абс. (%)
II	56 (64%)	5 (8,9%)	1–2 (3)	8 (3,3%)
IIIa	4 (4,5%)	2 (50%)	1 (1)	2 (0,8%)
IIIb	15 (17%)	9 (60%)	1–5 (2)	23 (9,4%)
IIIc	5 (5,7%)	4 (80%)	4–15 (10)	36 (14,8%)
IVa	1 (1,1%)	1 (100%)	5 (5)	5 (2,1%)
IVb	3 (3,4%)	3 (100%)	17–32 (25)	72 (29,5%)
IVc	4 (4,5%)	4 (100%)	14–47 (33)	98 (40,2%)
Общее количество	88(100%)	28 (31,8%)	1–47 (12)	244 (100%)

Распределение МЭС в зависимости от градации стенозов по Plaque RADS представлено в таблице 3.

В группе пациентов с бляшками, относящимися по градации к бляшкам с высоким риском развития нарушений церебрального кровообращения (Plaque RADS IVa, IVb, IVc) «эмболоактивность» бляшек составила 100%, при этом среднее количество МЭС составило 33, а среднее число МЭС зарегистрированных в когорте всех пациентов, составило 11. В группе Plaque RADS II с низким риском развития цереброваскулярных событий «эмболоактивными» являются только 8,9% бляшек.

Обращает на себя внимание взаимосвязь количества МЭС, продуцируемых бляшками, относящихся к различным степеням риска. Так, на долю бляшек с низким риском развития цереброваскулярных событий (Plaque RADS II) приходится 64%, а число эмболов, ими продуцированных, составило всего 3%. Бляшки «умеренного» риска (Plaque RADS IIIa, IIIb, IIIc), составившие 27% явились источником 25% от общего количества МЭС. И, наконец, максимум доплеровских сигналов высокой интенсивности – 72% – отмечен у «высокорисковых» бляшек (Plaque RADS IVa, IVb, IVc), выявленных всего в 9% случаев (рис. 5). При проведении статистической обработки ранговым методом Спирмена достоверно определяется положительная взаимосвязь между количеством МЭС и категорией Plaque RADS ($r=0,43$, $p<0,05$), т.е. чем больше степень RADS, тем большее количество МЭС было зарегистрировано.

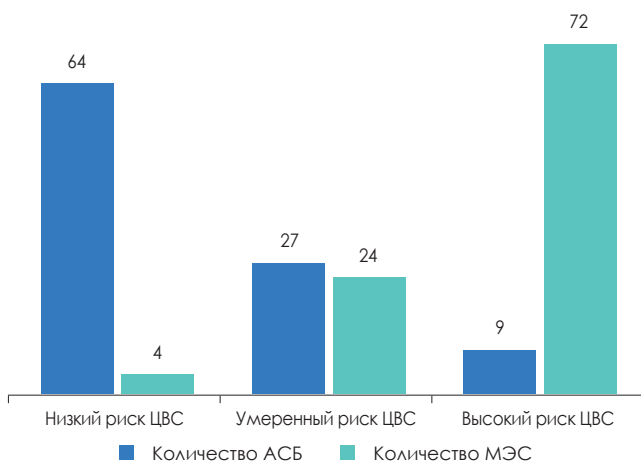


Рисунок 5. Зависимость количества МЭС от степени риска Plaque RADS, МЭС – микроэмболические сигналы, ЦВС – цереброваскулярные события, %

Обсуждение

В нашем исследовании наибольшую «эмболоактивность» показали бляшки с «высокой степенью» стеноза, что согласуется с результатами других авторов. Так в исследовании Levy C.R. et al [14], говорится, что при увеличении степени стеноза сонных артерий, наблюдается увеличение интенсивности микроэмболии. В своей работе Abbott A. et al. [15] аналогично свидетельствуют о корреляции между степенью стеноза и количеством МЭС.

Однако эмбологенными бляшками являются бляшки не только с «высокой степенью» стеноза, а с «умеренной» и даже «низкой». Это позволяет предположить, что «эмболоактивность» бляшки зависит не только от степени редукции просвета, которую она вызывает, а от их структурных особенностей. На это же указывает ряд исследователей, показавших, что бляшки имеющие различные признаки нестабильности имеют большую эмболическую активность. Так, Э.Я. Дубров с соавт. [16] показали, что обнаруживаемые при ультразвуковом исследовании изменения структуры АСБ и ее покрышки с наличием дополнительных образований на поверхности могут служить признаками вероятности микроэмболизации сосудов головного мозга. Имеются данные Delcker A. et al. [17], которые показывают, что количество МЭС зависит от морфологической структуры бляшки. Даже при незначительном стенозе наличие МЭС связано с неоднородной эхогенностью АСБ, наличием дополнительных образований на ее поверхности.

Наше исследование показало взаимосвязь между категорией Plaque RADS, к которой относится бляшка и ее «эмболоактивностью». Наиболее опасными в плане эмбологенности являются АСБ, имеющие такие характеристики нестабильности, как тонкая фиброзная покрышка, особенно с признаками ее несостоятельности, такими как надрывы и изъязвления покрышки, анэхогенное ядро бляшки. Именно эти бляшки относятся к бляшкам «высокого» риска соответственно новой рискowej классификации Plaque RADS: IVa, IVb, IVc. Результаты нашего исследования показали 100% эмбологенность этих бляшек у пациентов, что может быть рассмотрено как маркер нестабильности бляшки и предиктор развития НМК, обусловленного ей. Наименее эмбологенными являются АСБ, относящиеся к категории RADS II что соответствует низкому риску цереброваскулярных событий.

Заключение

Таким образом, в работе показана большая эмбологенность АСБ «высокого риска» (IVa, IVb, IVc) по категориям RADS по сравнению с бляшками, относящимися ко II и III категориям. Оценка эмбологенного потенциала бляшки наряду с определением категории по Plaque RADS может иметь решающее значение при принятии решения о первоочередности оперативного лечения АСБ в случаях равных по значению планиметрическим параметрам стенозов у одного пациента. Представляется очевидным, что эмбологенная АСБ «высокого риска» Plaque RADS нуждается в первоочередном оперативном пособии при прочих равных условиях.

Возможность получения достоверной информации об эмбологенности бляшки, что является критерием ее нестабильности, с помощью транскраниального мониторинга с микроэмболодетекцией, неинвазивность исследования, безусловно, должно привести к более широкому внедрению этой методики в ежедневную практику работы с пациентами со стенозами сонных артерий.

Список литературы / References

- Gebreyohannes, E.A. In-hospital mortality among ischemic stroke patients in Gondar University Hospital: A retrospective cohort study. / Gebreyohannes E.A., Bhagavathula A.S., Abebe T.B. // *Stroke Res Treat.* 2019; 2019: 7275063. <https://dx.doi.org/10.1155/2019/7275063>.
- Global Stroke Statistics 2019. / Kim J, Thayabaranathan T, Donnan GA, Howard G, Howard VJ, et al. // *Int J Stroke.* 2020 Oct; 15(8):pp 819–838.
- Бокарев, И.Н. Атеросклероз — проблема современности // *Тромбоз, гемостаз и реология.* 2000. – Т. 1. – С. 6–7. Bokarev, I.N. Atherosclerosis — the problem of modernity // *Thrombosis, hemostasis and rheology.* 2000. – Vol. 1. – pp. 6–7.
- Клинические рекомендации. Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых. Всероссийское общество неврологов, Национальная ассоциация по борьбе с инсультом, Ассоциация нейрохирургов России, межрегиональная общественная организация «Объединение нейроанестезиологов и нейрореаниматологов», общероссийская общественная организация «Союз реабилитологов России» // Рубрикатор клинических рекомендаций Минздрава России. 2021. ID: 171. Доступ: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171_2. Clinical recommendations. Ischemic stroke and transient ischemic attack in adults. All-Russian Society of Neurologists, National Association for Stroke Control, Association of Neurosurgeons of Russia, interregional public organization «Association of Neuroanesthesiologists and Neuro-resuscitators», All-Russian public organization «Union of Rehabilitologists of Russia» // Rubricator of clinical recommendations of the Ministry of Health of Russia. 2021. ID: 171. Access: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171_2.
- Fernandez-Alvarez ea. Novel imaging-Based Biomarkers for identifying Carotid Plaque Vulnerability. // *Biomolecules* 2023, 13, P. 12–36.
- Johry A.M. et al Recommendation for the assessment of Carotid Arterial Plaque by Ultrasound for the Characterization of Atherosclerosis and Evaluation of Cardiovascular Risk: From the American Society of Echocardiography. – 2020.
- Чернявский М.А., Иртыга О.Б., Янишевский С.Н. [и др.]. Российский консенсус по диагностике и лечению пациентов со стенозом сонных артерий // *Российский кардиологический журнал.* 2022. – 27 (11). – С. 76–86. Chernyavsky M.A., Irtyuga O.B., Yanishevsky S.N. [et al.]. Russian consensus on the diagnosis and treatment of patients with carotid artery stenosis // *Russian Journal of Cardiology.* 2022. – 27 (11). – Pp. 76–86.
- Luca Saba, Riccardo Cau, Alessandro Murgia, Andrew N Nicolaidis et al. Carotid Plaque-RADS: A Novel Stroke Risk Classification System // *JACC Cardiovasc Imaging.* 2024 Jan. – 17 (1). – P. 62–75.
- Кузнецов А. Н. Кардиогенная и артерио-артериальная церебральная эмболия, этиология, патогенез, клиника, диагностика, лечение и профилактика // автореф. дис. д-ра мед. наук. – СПб: ВМА, 2001. – 32 с. Kuznetsov A.N. Cardiogenic and arterio-arterial cerebral embolism, etiology, pathogenesis, clinic, diagnosis, treatment and prevention: // abstract of the dissertation of the Doctor of Medical Sciences. – St. Petersburg: VMA, 2001. – 32.
- Tegos T.J ea. Carotid plaque echogenicity and types of silent CT-brain infarcts. Is there an association in patients with asymptomatic carotid stenosis. // *Int Angiol.* 2001 Mar, 20(1):51–7.
- Шлык Е.В. Микроэмболия в церебральные артерии в остром периоде ишемического инсульта: // автореф. дис. канд. мед. наук. — Москва, НИИ цереброваскулярной патологии, 2012. Shlyk E.V. Microembolism in the cerebral arteries in the acute period of ischemic stroke: // abstract of the dissertation of the Candidate of Medical Sciences. — Moscow, Research Institute of Cerebrovascular Pathology, 2012.
- Consensus Committee of the Ninth International Cerebral Hemodynamics Symposium. Basic identification criteria of Doppler microembolic signal // *Stroke.* – 1995 – Vol. 26 – P. 1123.
- Васильева А. В., Терегулов Ю.Э. Мангушева М.М. и др Биофизические характеристики микроэмболов у пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения // *Практическая медицина* 03 (14), июль 2014. Vasilyeva A.V., Teregulov Yu.E. Mangusheva M.M. et al. Biophysical characteristics of microemboli in patients with acute cerebral circulatory disorders // *Practical Medicine* 03 (14), July 2014.
- Levy C.R., Malley H.M., Fell G. et al. Transcranial Doppler detected cerebral microembolism following carotid endarterectomy. High microembolic signal loads predict postoperative cerebral ischemia // *Brain.* 1997. V. 120. P. 621–629.
- Abbott A., Chambers B.R, Stork L. et al. Embolic signals and prediction of ipsilateral stroke of transient ischemic attack in asymptomatic carotid stenosis. A multicenter prospective cohort study // *Stroke.* 2005. V. 36. P. 1128–1133.
- Дубров Э.Я., Ахметов В. В., Алексеечкина О.А. с соавт. Ультразвуковые критерии эмбологенности атеросклеротической бляшки каротидных артерий // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2006. (1) с. 97–104. Dubrov E.Y., Akhmetov V.V., Alekseechikina O.A. et al. Ultrasound criteria for the embolicity of atherosclerotic plaque of the carotid arteries // *Ultrasound and functional diagnostics.* 2006. (1) pp. 97–104.
- Delcker A., Diener H.C., Wilhelm H. Cource oh cerebral microembolic signals in occlusion of the internal carotid artery // *J.Neurol.* 1997. V. 244. (5) P. 312–317.

Статья поступила / Received 20.07.2025

Получена после рецензирования / Revised 28.07.2025

Принята в печать / Accepted 28.07.2025

Информация об авторах

Васильева Анна Владимировна^{1,2} – ассистент кафедры функциональной диагностики, врач функциональной диагностики
E-mail: ann1443@mail.ru. ORCID: 0009-0008-3565-7084

¹ Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Казань, Россия

² Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, Казань, Россия

Контактная информация:

Васильева Анна Владимировна. E-mail: ann1443@mail.ru

Author information

Vasilyeva Anna^{1,2} – Assistant Lecturer of the Department of Functional Diagnostics, Doctor of Functional Diagnostics

¹ KSMA – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russia

² Republican Clinical Hospital Ministry of health Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

Contact information

Vasilyeva Anna. E-mail: ann1443@mail.ru

Для цитирования: Васильева А.В. Риск церебральной микроэмболии в зависимости от типа атеросклеротических бляшек сонных артерий по классификации RADS. Медицинский алфавит. 2025;(24):36–41. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-24-36-41>

For citation: Vasilyeva A.V. The risk of cerebral microembolism depends on the type of atherosclerotic plaques of the carotid arteries according to the RADS classification. Medical alphabet. 2025;(24):36–41. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-24-36-41>

