

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОГРАФИИ В ВЫЯВЛЕНИИ ПРИЗНАКОВ НЕСТАБИЛЬНОСТИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ БЛЯШЕК СОННЫХ АРТЕРИЙ

Зайцев Д. Е., Труфанов Г. Е.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр
имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Зайцев Дмитрий Евгеньевич,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: d005d@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 31.03.2019
и принята к печати 18.06.2019.

Резюме

Актуальность. Изучение возможностей ультразвукового метода в диагностике атеросклеротического поражения сонных артерий для определения тактики ведения пациентов с различными типами атеросклеротических бляшек. **Цель.** Оценка возможностей ультразвукового триплексного исследования в выявлении признаков нестабильности атеросклеротических бляшек сонных артерий.

Материалы и методы. В исследование включено 360 пациентов в возрасте от 28 до 95 лет, поступивших в СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» с диагнозами транзиторная ишемическая атака и острое нарушение мозгового кровообращения. Всем пациентам было выполнено ультразвуковое триплексное исследование брахиоцефальных артерий. **Результаты.** У большинства пациентов с перенесенной транзиторной ишемической атакой или острым нарушением мозгового кровообращения были выявлены атеросклеротические бляшки сонных артерий со стенозированием просвета сосуда до 75 %, и имеющие (по данным ультразвукового триплексного исследования) признаки нестабильности с различной степенью выраженности. На этом фоне достоверно оценить наличие кровоизлияния в бляшку с использованием одного метода визуализации не удалось. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о сложности и неоднозначности изучаемого вопроса. Требуется дальнейшее детальное исследование признаков нестабильности атеросклеротических бляшек при помощи других диагностических методов визуализации.

Ключевые слова: триплексное ультразвуковое исследование, атеросклеротическая бляшка, признаки нестабильности.

Для цитирования: Зайцев Д.Е., Труфанов Г.Е. Возможности методики ультразвуковой доплерографии в выявлении признаков нестабильности атеросклеротических бляшек сонных артерий. Трансляционная медицина. 2019;6(3):36–43.

POSSIBILITIES OF ULTRASOUND DOPPLEROGRAPHY IN DETECTING INSTABILITY OF ATHEROSCLEROTIC PLAQUE OF CAROTID ARTERIES

Zaitsev D. E., Trufanov G. E.

Almazov National Medical Research Centre,
Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Zaitsev Dmitry E.,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str. 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: d005d@yandex.ru

Received 31 March 2019;
accepted 18 June 2019.

Abstract

Background. Studying the possibilities of ultrasound diagnosis of atherosclerotic lesions of the carotid arteries to determine the treatment tactics of patients with various types of atherosclerotic plaques. **Objective.** Assessment of the possibilities of ultrasonic triplex research in identifying signs of instability of atherosclerotic plaques of the carotid arteries. **Design and methods.** The study included 360 patients aged from 28 to 95 years old who were admitted to the St. Petersburg State Budgetary Health Institution “Mariinskaya Hospital” with diagnoses of transient ischemic attack and acute cerebrovascular accident. All patients underwent an ultrasound visualization of the brachiocephalic arteries. **Results.** Most patients had atherosclerotic plaques of the carotid arteries with a stenosis of up to 75 % and had signs of instability with varying degrees of severity (according to triplex ultrasound). However, it was not possible to reliably assess the presence of hemorrhage in the plaque using a single imaging method. **Conclusion.** The data obtained indicate the complexity and ambiguity of the studied question. Further detailed examination of the signs of atherosclerotic plaque instability is required using various diagnostic imaging techniques.

Key words: triplex ultrasound, atherosclerotic plaque, signs of instability.

For citation: Zaitsev DE, Trufanov GE. Possibilities of Ultrasound Dopplerography in Detecting Instability of Atherosclerotic Plaque of Carotid Arteries. Translyatsionnaya meditsina = Translational Medicine. 2019; 6(3):36–43 (In Russ.)

Список используемых сокращений: АСБ — атеросклеротическая бляшка; КИМ — комплекс интима-медиа; ОНМК — острое нарушение мозго-

вого кровообращения; ТИА — транзиторная ишемическая атака.

Введение

В настоящее время инсульт продолжает оставаться серьезной медицинской, социальной и экономической проблемой, занимая лидирующие позиции по заболеваемости и смертности во всем мире. По данным ВОЗ, 15 млн человек ежегодно подвергаются острому нарушению мозгового кровообращения

(ОНМК), из них 5 млн умирают и еще 5 млн становятся инвалидами. Частота возникновения ОНМК в мире в среднем 200, в России 350–530 случаев на 100 000 населения в год. В США заболеваемость составляет около 795 000 человек и 143 000 человек умирают от инсульта ежегодно (третья по частоте причина летального исхода). В Европе почти

650 000 случаев смерти от инсульта в год (вторая по частоте причина летального исхода) [1, 2, 3]. Примерно 85 % всех инсультов являются ишемическими, из них не менее 20 % связаны с атеросклеротическим поражением сонной артерии [2, 4].

Тот факт, что до 80 % всех инсультов возникают без какой-либо предшествующей симптоматики, говорит о том, что необходимо уделять более пристальное внимание превентивному обследованию групп риска.

За последние 5 лет в Российской Федерации было проведено большое количество мероприятий, способствующих как напрямую, так и косвенно, снижению заболеваемости и смертности от сосудистой патологии в целом и от нарушения мозгового кровообращения в частности. Создана сеть из региональных и первичных сосудистых центров. Возобновлена всеобщая диспансеризация, которая показала, что каждый 12-й россиянин имеет в анамнезе заболевания сердечно-сосудистой системы. Закончено строительство Федерального центра цереброваскулярной патологии и инсульта Минздрава России. На базе данного учреждения будет осуществляться высокотехнологичная медицинская помощь пациентам с нейрохирургической патологией, а также современные и актуальные научные исследования.

Принимаются меры, направленные на борьбу с факторами риска (курение, алкоголизм, лишний вес, малоподвижный образ жизни, снижение содержания соли в пищевых продуктах и др.). Создаются приложения на базе операционной системы Android для расчета риска инсульта.

Однако на данный момент, несмотря на все проводимые мероприятия, показатели заболеваемости и смертности от инсульта в Российской Федерации выше в 1,5–2 раза, чем в США, странах Европы.

В настоящее время общепринятым показанием к хирургическому лечению атеросклеротического поражения сонных артерий является стеноз просвета сосуда более 75 %. Однако значимая часть эпизодов ОНМК происходит у пациентов с меньшим процентом стенозирования. В связи с этим остаются актуальными следующие диагностические вопросы: определение признаков нестабильности бляшки, тактика ведения пациентов с АСБ сонных артерий, стенозирующими просвет менее чем на 75 % [5, 6].

Материалы и методы

В исследование были включены 360 пациентов, которые поступили в СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» с клиническими проявлениями транзиторной ишемической атаки (ТИА) и ОНМК. Всем пациентам было выполнено ультразвуковое триплексное исследование брахиоцефальных ар-

терий на аппарате Logiq Q7 Expert General Electric с использованием В-режима, цветового и энергетического доплеровского картирования, импульсно-волнового доплера. При исследовании использовали линейный датчик с частотой 8,5–10,0 мГц, стандартный протокол с оценкой степени стенозирования просвета общей и внутренней сонных артерий по площади и диаметру (ECST — European Carotid Surgery Trialists) с описанием структурных особенностей атеросклеротических бляшек, наличием ультразвуковых признаков нестабильности и оценкой гемодинамической значимости АСБ по определению линейной скорости кровотока проксимальнее, дистальнее и в области стеноза при положении пациента лежа на спине. Основную группу составили пациенты с атеросклеротическим поражением сонных артерий, наличием бляшки, стенозирующей просвет сосуда не менее чем на 20–25 %.

Были сформулированы следующие критерии невключения:

- пациенты с проведенным оперативным лечением по поводу атеросклеротического поражения сонных артерий;
- пациенты с гемодинамически значимыми деформациями хода сонных артерий;
- пациенты с малым диаметром или гипоплазией сонных артерий;
- пациенты с ОНМК по геморрагическому типу.

При оценке морфологической структуры бляшек была использована классификация В. П. Куликова и соавторов (2011) [7]:

1. Гомогенная гиперэхогенная бляшка.
2. Гомогенная гипозэхогенная бляшка.
3. Гетерогенная, преимущественно гипер- или гипозэхогенная бляшка.
4. Кальцинированная бляшка.

При ультразвуковом исследовании возможно обнаружение следующих признаков нестабильности АСБ [8, 9]:

1. Отличие эхогенности 10 % структуры от остального объема бляшки (гетерогенность).
2. Наличие гипозэхогенных включений, гипозэхогенность ≥ 50 % объема и собственно гипозэхогенная АСБ.
3. Слоистость структуры.
4. Муральный рост.
5. Углубления на покрышке (неровный контур).
6. Изъязвление бляшки (наличие дефектов на поверхности АСБ более 2×2 мм).
7. Кровоизлияние в бляшку.
8. Локальное и диффузное отложение солей кальция.

Всеми пациентами, либо их законными представителями, было подписано информированное

Таблица 1. Распределение пациентов по возрастным группам

Возрастная группа, лет	Количество пациентов
28–29	2
30–39	7
40–49	20
50–59	61
60–69	105
70–79	90
80–89	65
90–95	10

согласие на проведение исследования. Данная работа была одобрена этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России (от 12.02.2018 г., протокол № 41).

Результаты

Из обследованных 360 пациентов мужчины составили 162 (45 %), соответственно женщины 198 (55 %). Пациентов с ОНМК было зарегистрировано 328 (91,1 %), с ТИА 32 (8,9 %).

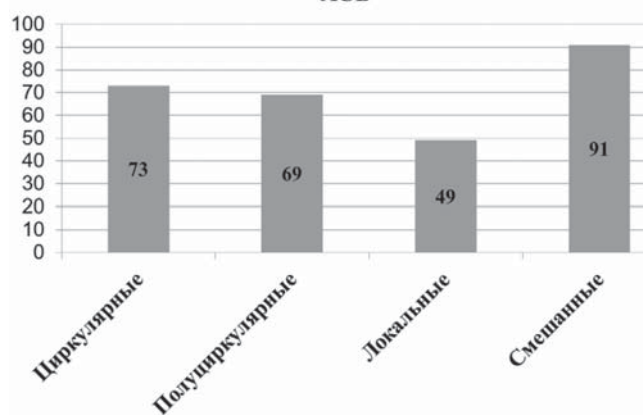
Жалобы перед эпизодом ТИА или ОНМК активно предъявляли 210 (58,3 %) пациентов. Средний возраст пациентов составил 68 лет, минимальный — 28 лет, максимальный — 95 лет (табл. 1).

При проведении УЗИ у 282 (78,3 %) пациентов были обнаружены атеросклеротические бляшки с различной степенью стенозирования: от 5 до 100 %, из них у 33 (11,7 %) пациентов — стеноз более 75 % (у мужчин в 3,1 раза чаще); у 201 (71,3 %) — двустороннее поражение сонных артерий.

Циркулярные бляшки были выявлены у 73 (25,9 %) пациентов, полуциркулярные — у 69 (24,5 %), локальные — у 49 (17,4 %), сочетание различных по форме бляшек — у 91 (32,2 %) (рис. 1).

Таблица 2. Выявляемость признаков нестабильности

Признак нестабильности	Количество
Гетерогенность структуры	248
Гипоэхогенная структура	22
Гипоэхогенные включения	37
Слоистость структуры	24
Муральный рост	11
Неровный контур	131
Изъязвление	12
Кровоизлияние в бляшку	—
Кальцинаты	144

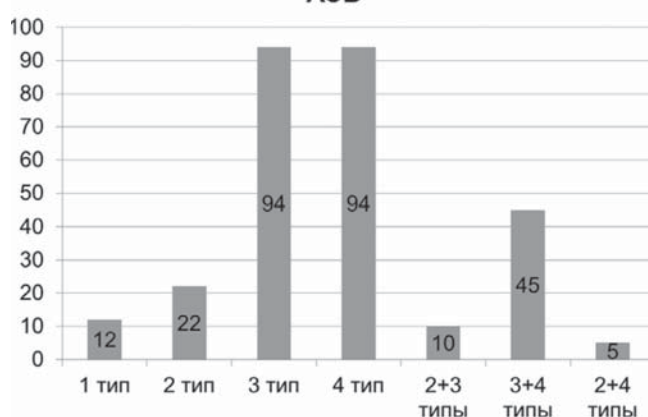
АСБ**Рис. 1. Распределение атеросклеротических бляшек по форме**

Стабильные АСБ были выявлены у 12 (4,3 %) пациентов (1 тип АСБ). У 270 (95,7 %) пациентов с АСБ были определены признаки нестабильности, такие как гомогенная, гипоэхогенная или гетерогенная, преимущественно гипер/гипоэхогенная структура (наличие гипоэхогенного компонента), неровная поверхность, наличие слоистой структуры бляшки, локального кальциноза (2, 3 и 4 типы АСБ), изъязвление, муральный рост (табл. 2). Ни у одного из поступивших пациентов, по данным ультразвукового триплексного исследования, нельзя было достоверно установить факт наличия кровоизлияния в атеросклеротическую бляшку.

При этом 2 тип АСБ был диагностирован у 22 пациентов, 3 тип — у 94, 4 тип — у 94, сочетание 2 и 3 типов — у 10, сочетание 3 и 4 типов — у 45, сочетание 2 и 4 типов — у 5 пациентов (рис. 2).

Данные типы АСБ представлены на сонограммах (рис. 3–6).

У 24 (6,7 %) пациентов отсутствовали какие-либо признаки атеросклеротического поражения сонных артерий, все показатели были в пределах возрастной нормы, 20 (5,6 %) пациентов имели начальные атеросклеротические изменения, у 34 (9,4 %) пациентов

АСБ**Рис. 2. Распределение атеросклеротических бляшек по типам**

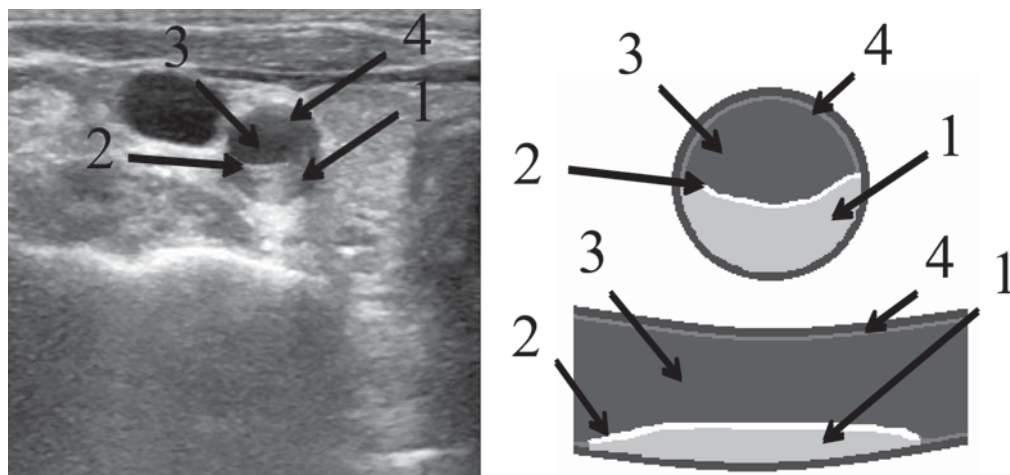


Рис. 3. Атеросклеротическая бляшка 1 типа — гомогенная гиперэхогенная бляшка с ровным контуром, четко визуализирующейся покрывшейся:

1 — атеросклеротическая бляшка, 2 — покрывка атеросклеротической бляшки, 3 — просвет сосуда, 4 — комплекс интима-медиа

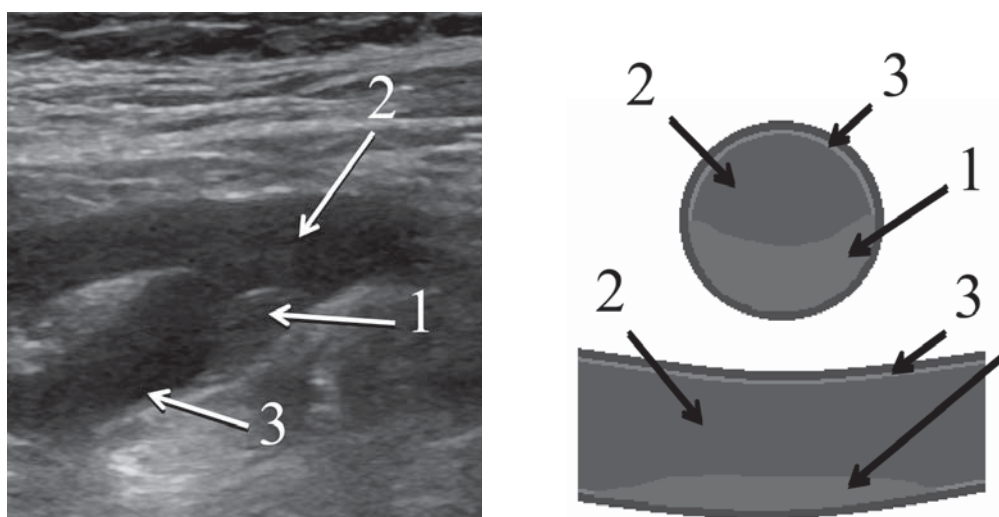


Рис. 4. Атеросклеротическая бляшка 2 типа — гомогенная гипозоногенная бляшка, может быть анэхогенной и трудно визуализироваться в просвете артерии в В-режиме:

1 — атеросклеротическая бляшка, 2 — просвет сосуда, 3 — комплекс интима-медиа

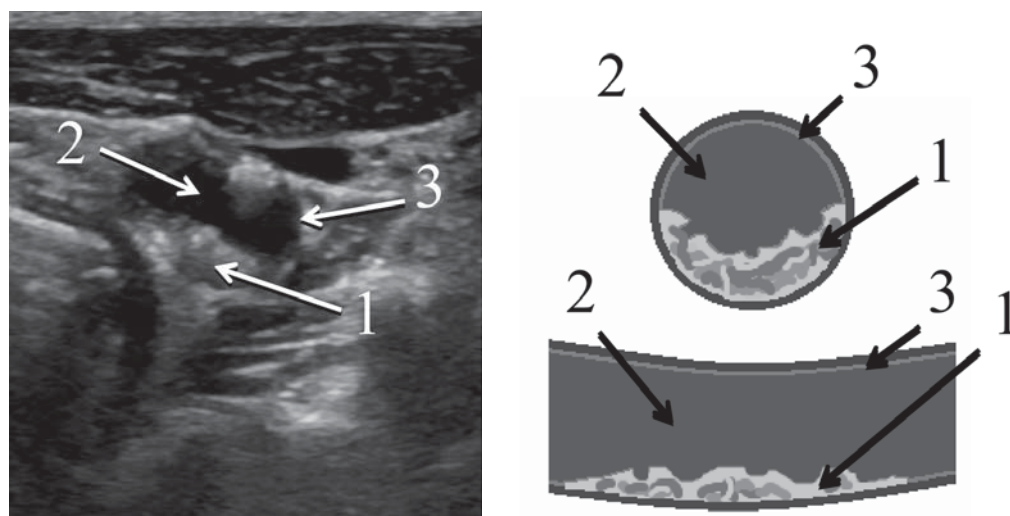


Рис. 5. Атеросклеротическая бляшка 3 типа — гетерогенная, преимущественно гиперэхогенная бляшка с неровным контуром, наличием на поверхности углублений с подрывными краями:

1 — атеросклеротическая бляшка, 2 — просвет сосуда, 3 — комплекс интима-медиа

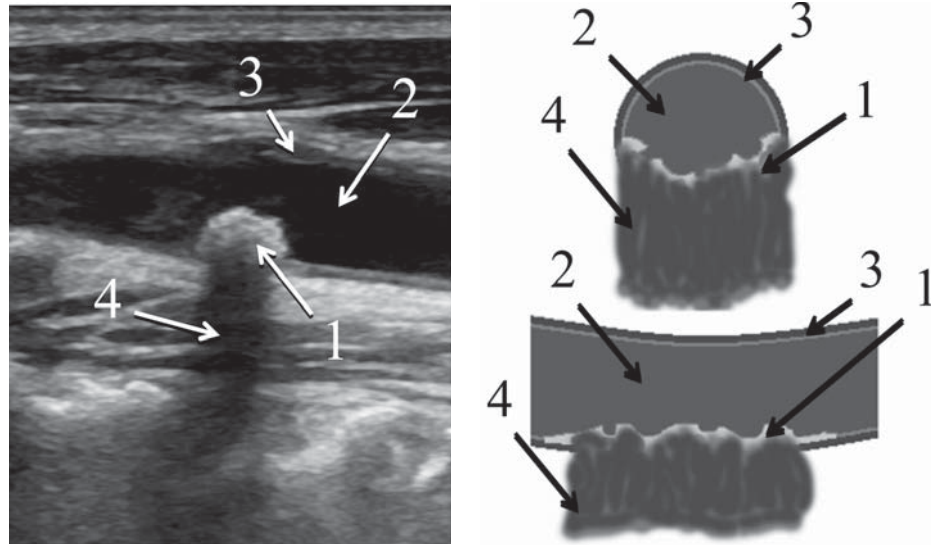


Рис. 6. Атеросклеротическая бляшка 4 типа — кальцинированная бляшка содержит множественные отложения солей кальция, которые затрудняют исследование структуры:

1 — атеросклеротическая бляшка, 2 — просвет сосуда, 3 — комплекс интима-медиа, 4 — акустическая тень

были выявлены диффузные атеросклеротические изменения в виде уплотнения, утолщения комплекса интима-медиа ОСА и ВСА от 1,1 до 1,5 мм.

Обсуждение

Триплексное ультразвуковое исследование позволяет оценить морфологию бляшек, степень стеноза, нарушения гемодинамики. Данный диагностический метод безопасен (отсутствие лучевой нагрузки, инвазивности), удобен в применении как на этапе приемного отделения, так и в условиях стационарного отделения, палаты интенсивной терапии, реанимации, операционной (портативность), для него также характерен минимальный дискомфорт для обследуемого пациента. На настоящий момент накоплена обширная информация по поводу признаков нестабильности АСБ, которые возможно выявить при ультразвуковом исследовании. Однако данный метод имеет ряд существенных недостатков: низкая информативность при значительных отложениях солей кальция, наличие акустической тени при определенных конституциональных особенностях (короткая шея, высокая бифуркация общей сонной артерии, выраженный слой подкожно-жировой клетчатки), сложность достоверно охарактеризовать повреждение фиброзной покрышки, кровоизлияние в бляшку, липидное ядро, субъективность результатов исследования [2, 6, 10, 11, 12].

В последнее время стали появляться отечественные публикации о возможностях применения контрастного усиления при исследовании брахиоцефальных артерий. Данный метод, дополняющий стандартные режимы, позволяет более детально охарактеризовать поверхность АСБ, имеющиеся

деформации покрышки, оценить наличие и степень неоваскуляризации как еще одного признака нестабильности, при этом значительно снижая степень субъективности оценки [13]. Наряду с повышением информативности значительно увеличивается стоимость исследования, появляется необходимость в УЗ-аппарате экспертного класса с наличием соответствующего программного обеспечения, что сильно затрудняет использование метода в рутинной диагностической практике.

Ряд авторов указывает на высокую информативность 3D ультразвуковой диагностики в сравнении с обычным 2D-методом. 3D-реконструкция позволяет визуализировать исследуемый сосуд в пространстве в различных проекциях, сечениях, более точно оценить процент стенозирования и структурные характеристики АСБ. Как обычное УЗИ, так и 3D-УЗИ остается в значительной степени оператор- и аппаратно-зависимым методом, что диктует необходимость дальнейшего сравнения с другими диагностическими методами визуализации [14].

Заключение

Значимыми факторами для назначения своевременного хирургического лечения с атеросклеротическим поражением сонных артерий являются диагностический поиск, превентивное скрининговое обследование групп риска, выявление признаков нестабильности бляшки, ее эмбологенности.

Ультразвуковая доплерография является высокоинформативным методом исследования атеросклеротического поражения сонных артерий, позволяющим выявить признаки нестабильности АСБ, но имеющее определенные объективные ограничения. В связи с этим в неоднозначных

клинических ситуациях целесообразно использование нескольких диагностических методов визуализации сонных артерий.

Очевидно, что степень эмбологенности, а значит и риск инсульта при различных признаках нестабильности значительно варьирует. В связи с этим, а также учитывая постепенное внедрение в практику новых методов УЗИ-диагностики (контрастное усиление, 3D), необходимо оптимизировать и объективизировать методику определения степени эмбологенности каждого признака нестабильности и их сочетания. Также, учитывая полученные данные, нельзя недооценивать неровность контура и гетерогенность структуры бляшки при отсутствии более опасных признаков (изъязвление покрышки, кровоизлияние в бляшку).

Основное количество исследований по данным направлениям посвящены изучению объема АСБ и оценке динамики на фоне проводимой терапии. Учитывая постоянное совершенствование как ультразвуковой аппаратуры, так и КТ, МРТ, не теряет актуальности сравнение диагностической информации, получаемой разными методами.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Donnan GA, Fisher M, Macleod M, Davis SM. Stroke. *Lancet*. 2008;371(9624):1612–1623.
2. Arai D, Yamaguchi S, Murakami M, et al. Characteristics of Carotid Plaque Findings on Ultrasonography and Black Blood Magnetic Resonance Imaging in Comparison with Pathological Findings. *Acta Neurochir Suppl*. 2011; 112:15–19.
3. Gronholdt ML, Wagner A, Wiebe BM, et al. Spiral Computed Tomographic Imaging Related to Computerized Ultrasonographic Images of Carotid Plaque Morphology and Histology. *J Ultrasound Med*. 2001;20(5):451–458.
4. Kukharchuk VV, Tararak EM. Atherosclerosis: From A.L. Myasnikov to Our days. The journal Russian Cardiology Bulletin =Kardiologicheskij Vestnik. 2010;5:12–20. In Russian. [Кухарчук В.В., Тарарак Э.М. Атеросклероз: от А.Л. Мясникова до наших дней. Кардиологический вестник. 2010;5:12–20].
5. National Guidelines for the Management of Patients with Brachiocephalic Artery Disease. *Angiology and Vascular Surgery*. 2013;19(2):4–72. In Russian. [Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий. Ангиология и сосудистая хирургия. 2013;19(2):4–72].
6. Gulevskaya TS, Kuntsevich GI, Tanashyan MM. Ultrasound and Morphological Characteristics of Atherosclerotic Plaques Removed by Carotid Endarterectomy. *Functional Diagnostics*. 2011;4:3–10. In Russian. [Гулевская Т.С., Кунцевич Г.И., Танашян М.М. и соавт. Ультразвуковая и морфологическая характеристика атеросклеротических бляшек, удаленных при каротидной эндартерэктомии. Функциональная диагностика. 2011;4:3–10].
7. Kulikov VP. Ultrasound Diagnosis of Vascular Diseases. A Guideline for Medicals. 2nd edition. M.: STROM, 2011. P. 512. In Russian. [Куликов В.П. Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний. Руководство для врачей. 2-е изд. М.: Фирма СТРОМ, 2011.с. 512].
8. Pogorelova OA, Tripoten MI, Guchaeva DA. Carotid Plaque Instability in Patients with Acute Coronary Syndrome as Assessed by Ultrasound Duplex Scanning. *Cardiology=Kardiologiya*. 2017;57(12):5–15. In Russian. [Погорелова О.А., Трипотень М.И., Гучаева Д.А. и соавт. Признаки нестабильности атеросклеротической бляшки в сонных артериях у больных с острым коронарным синдромом по данным ультразвукового дуплексного сканирования. Кардиология. 2017;57(12):5–15].
9. Pellerito J, Polak JF. Introduction to Vascular Ultrasonography, 6th edition. Elsevier, 2012:147–157.
10. Tanashyan MM, Kuntsevich GI, Kudukhova AV, et al. Atherosclerotic Lesion of the Carotid Arteries in Patients with Ischemic Cerebrovascular Diseases Against the Background of the Metabolic Syndrome. *Clinical neurology=Klinicheskaya nevrologiya*. 2016;2:3–8. In Russian. [Танашян М.М., Кунцевич Г.И., Кудухова А.В. и соавт. Атеросклеротическое поражение сонных артерий у больных с ишемическими цереброваскулярными заболеваниями на фоне метаболического синдрома. Клиническая неврология. 2016;2:3–8].
11. Tanashyan MM, Lagoda OV. Atherosclerosis of the Carotid Arteries and Ischemic Disorders of Cerebral Circulation. *Clinical Pharmacology and Therapy=Klinicheskaya farmakologiya I terapiya*. 2011;20(5):79–82. In Russian. [Танашян М.М., Лагода О.В. Атеросклероз сонных артерий и ишемические нарушения мозгового кровообращения. Клиническая фармакология и терапия. 2011;20(5):79–82].
12. Гулевская Т.С., Моргунов В.А., Ануфриев П.Л. и соавт. Морфологическая структура атеросклеротических бляшек синуса внутренней сонной артерии и их ультразвуковая характеристика. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2004.№4.С.68–69.
13. Chechetkin AO, Druina LD, Evdokimenko AN. Novel Approaches to Assessing the Signs of Atherosclerosis Plaque Instability in the Carotid Arteries. *Annals of Clinical and Experimental Neurology=Annaly nevrologii*. 2017;11(1):47–54. In Russian. [Чечеткин А.О., Друина Л.Д., Евдокименко А.Н. и соавт. Новые подходы к оценке признаков нестабильности атеросклеротической бляшки в сонных артериях. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2017;11(1):47–54].
14. Koshurnikova MV, Balakhonova TV, Karpov YA. 3D-ultrasonic Visualization Capabilities Studying Size and Structure of Atherosclerotic Plaques. *Atherosclerosis and Dyslipidemias=Ateroskleroz I dislipidemii*. 2013;4:31–38. In Russian. [Кошурникова М.В., Балахонова Т.В., Карпов Ю.А. Возможности ультразвуковой трехмерной визуализации при изучении размеров и структуры атеросклеротической бляшки. *Атеросклероз и дислипидемии*. 2013;4:31–38].

Информация об авторах:

Зайцев Дмитрий Евгеньевич, аспирант кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Труфанов Геннадий Евгеньевич, д.м.н., профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательского отдела лучевой диагностики, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Author information:

Zaitsev Dmitry E., Postgraduate Student, Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre;

Trufanov Gennady E., MD, PhD, Professor, Chief Researcher of Radiology Scientific Research Department, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.