

## Стентирование интракраниальных артерий с применением внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациента с повторным ишемическим инсультом. Клинический случай

Закарян Н. В.<sup>1</sup>, Молохоев Е. Б.<sup>1,2</sup>, Бояринцев В. В.<sup>2</sup>, Ардашев В. Н.<sup>1</sup>, Белков Д. С.<sup>1,3</sup>, Давтян А. Г.<sup>1</sup>, Киракосян В. Р.<sup>1</sup>, Панков А. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ "Клиническая больница № 1" Управления делами Президента РФ. Москва; <sup>2</sup>ФГБУ ДПО "Центральная государственная медицинская академия" Управления делами Президента РФ. Москва; <sup>3</sup>ФГАОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова" Минздрава России. Москва, Россия

**Введение.** В настоящее время активно ведется поиск подходов к лечению больных со стенозом интракраниальных артерий (ИКА) и повторным ишемическим инсультом на фоне проводимой агрессивной медикаментозной терапии (МТ). На сегодняшний день получены подтверждения о пользе стентирования ИКА в комбинации с МТ. Показано, что инвазивное лечение не уступает по эффективности и исходам лечения лекарственной терапии. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) может предоставить ценную информацию относительно морфологии поражения ИКА и улучшить результаты стентирования ИКА.

**Описание клинического случая.** В настоящей публикации представлен клинический случай: после успешной эндоваскулярной тромбэкстракции у больного с повторным острым ишемическим инсультом выполнено плановое стентирование труднодоступного коммуникантного и кавернозного интракраниальных сегментов внутренней сонной артерии под контролем высокочастотного датчика ВСУЗИ, что позволило оценить детальную морфологию поражения сосуда и подобрать оптимальный размер стента.

**Заключение.** Клинический пример демонстрирует потенциал использования ВСУЗИ при инвазивной диагностике патологии ИКА для планирования стентирования или баллонной ангиопластики пораженного сегмента. ВСУЗИ ИКА обеспечит необходимой информацией нейроинтервенционистов для выполнения высокоэффективных и оптимальных эндоваскулярных вмешательств на ИКА

по аналогии с чрескожным коронарным вмешательством, а также снизит риск неблагоприятных интра- и послеоперационных событий, позволит выделить больных высокого хирургического риска.

**Ключевые слова:** клинический случай, ишемический инсульт, интракраниальная артерия, атеросклероз, стентирование, эндоваскулярное лечение, внутрисосудистое ультразвуковое исследование.

**Отношения и деятельность:** нет.

Поступила 21/11-2023

Рецензия получена 24/12-2023

Принята к публикации 10/01-2024



**Для цитирования:** Закарян Н. В., Молохоев Е. Б., Бояринцев В. В., Ардашев В. Н., Белков Д. С., Давтян А. Г., Киракосян В. Р., Панков А. С. Стентирование интракраниальных артерий с применением внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациента с повторным ишемическим инсультом. Клинический случай. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024;23(6):3862. doi: 10.15829/1728-8800-2024-3862. EDN QKXWZB

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: dr.molokhoyev@mail.ru

[Закарян Н. В. — д.м.н., научный руководитель по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ORCID: 0000-0001-9670-4296, Молохоев Е. Б.\* — к.м.н. врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, и хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, доцент кафедры скорой медицинской помощи, неотложной и экстремальной медицины, ORCID: 0000-0003-3753-4834, Бояринцев В. В. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой скорой медицинской помощи, неотложной и экстремальной медицины, профессор Российской академии наук, Заслуженный врач РФ, Заместитель начальника Главного медицинского управления Управления делами Президента РФ, ORCID: 0000-0001-9707-3262, Ардашев В. Н. — д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель по терапии, ORCID: 0000-0002-1183-3441, Белков Д. С. — к.м.н., доцент кафедры факультетской хирургии 1 лечебного факультета, врач-хирург отделения абдоминальной хирургии, ORCID: 0009-0005-3557-6266, Давтян А. Г. — врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, и.о. зав. отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, и хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0002-0269-9404, Киракосян В. Р. — врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, и хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0001-8982-2091, Панков А. С. — к.м.н., врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, и хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0001-8616-0678].

## Intravascular ultrasound-guided intracranial artery stenting in a patient with recurrent ischemic stroke: a case report

Zakaryan N. V.<sup>1</sup>, Molokhovev E. B.<sup>1,2</sup>, Boyarintsev V. V.<sup>2</sup>, Ardashhev V. N.<sup>1</sup>, Belkov D. S.<sup>1,3</sup>, Davtyan A. G.<sup>1</sup>, Kirakosyan V. R.<sup>1</sup>, Pankov A. S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Clinical Hospital № 1 of the Administrative Directorate of the President of the Russian Federation. Moscow; <sup>2</sup>Central State Medical Academy of the Administrative Directorate of the President of the Russian Federation. Moscow; <sup>3</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

**Introduction.** Currently, there is an active search for approaches to the treatment of patients with intracranial artery (ICA) stenosis and recurrent ischemic stroke with aggressive therapy. To date, evidence has been received of the benefits of ICA stenting in combination with drug therapy. It has been shown that invasive treatment is not inferior in effectiveness and treatment outcomes to therapy. Intravascular ultrasound (IVUS) can provide valuable information regarding the morphology of ICA lesions and improve the outcome of ICA stenting.

**Description.** After successful endovascular thrombus removal, a patient with recurrent acute ischemic stroke underwent elective IVUS-guided stenting of the hard-to-reach communicating and cavernous intracranial segments of the internal carotid artery, which made it possible to assess the detailed morphology and select the optimal stent size.

**Conclusion.** A clinical example demonstrates the IVUS potential in the invasive diagnosis of ICA pathology for stenting or balloon angioplasty. ICA IVUS will provide the necessary information for neurointervention specialists to perform highly effective and optimal endovascular interventions on the ICA, similar to percutaneous coronary intervention. This will also reduce the risk of adverse intra- and postoperative events, and will allow identifying patients at high surgical risk.

**Keywords:** case report, ischemic stroke, intracranial artery, atherosclerosis, stenting, endovascular treatment, intravascular ultrasound.

**Relationships and Activities:** none.

Zakaryan N. V. ORCID: 0000-0001-9670-4296, Molokhovev E. B.\* ORCID: 0000-0003-3753-4834, Boyarintsev V. V. ORCID: 0000-0001-9707-3262, Ardashhev V. N. ORCID: 0000-0002-1183-3441, Belkov D. S. ORCID: 0009-0005-3557-6266, Davtyan A. G. ORCID: 0000-0002-0269-9404, Kirakosyan V. R. ORCID: 0000-0001-8982-2091, Pankov A. S. ORCID: 0000-0001-8616-0678.

\*Corresponding author:  
dr.molokhovev@mail.ru

**Received:** 21/11-2023

**Revision Received:** 24/12-2023

**Accepted:** 10/01-2024

**For citation:** Zakaryan N. V., Molokhovev E. B., Boyarintsev V. V., Ardashhev V. N., Belkov D. S., Davtyan A. G., Kirakosyan V. R., Pankov A. S. Intravascular ultrasound-guided intracranial artery stenting in a patient with recurrent ischemic stroke: a case report. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(6):3862. doi: 10.15829/1728-8800-2024-3862. EDN QKXWZB

АСБ — атеросклеротическая бляшка, ВСА — внутренняя сонная артерия, ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИИ — ишемический инсульт, ИКА — интракраниальная артерия, МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография, СМА — средняя мозговая артерия, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, NIHSS — National Institutes of Health Stroke Scale.

### Ключевые моменты

- Повторный ишемический инсульт развился у больного, постоянно принимающего антиагрегантную терапию, на фоне стеноза интракраниальных артерий (ИКА).
- Стентирование ИКА не уступает по эффективности и исходам лечения лекарственной терапии.
- Внутрисосудистое ультразвуковое исследование ИКА обеспечит необходимой информацией о морфологии поражения сосуда для выполнения эндоваскулярных вмешательств, что снизит риск неблагоприятных интра- и послеоперационных событий.

### Key messages

- Repeated ischemic stroke developed in a patient constantly taking antiplatelet therapy against the background of intracranial artery stenosis (ICA).
- ICA stenting is not inferior in effectiveness and treatment outcomes to drug therapy.
- ICA intravascular ultrasound will provide the necessary information about the vessel morphology for endovascular interventions, which will reduce the risk of adverse intra- and postoperative events.

## Введение

Атеросклероз интракраниальных артерий (ИКА) является одной из основных причин ишемического инсульта (ИИ) во всем мире [1, 2]. Несмотря на агрессивную медикаментозную терапию, симптоматические стенозы ИКА с признаками нарушения дистальной перфузии (кровотока) подвергаются более высокому риску рецидива. Частота рецидивов инсульта до 20% случаев в течение 2 лет побу-

дила исследователей искать более эффективные методы лечения, включая интервенционные процедуры [3-5]. В настоящее время получены подтверждения об эффективности стентирования ИКА в комбинации с медикаментозной терапией [6-8]. Современные методы неинвазивной визуализации сосудистой стенки сместили традиционный фокус со степени стеноза ИКА на структуру атеросклеротической бляшки (АСБ), что позволило оценить

## Временная шкала

День 0	
14:00	Поступление в стационар через 6 ч от начала клиники инсульта
14:10	МСКТ-натив головы, МСКТ-ангиография головы, МСКТ-перфузия: окклюзия левой ВСА от устья, обширная зона "пенумбры" с формированием небольшой зоны "ядра" в левой гемисфере
14:30	Прямая ангиография головы в рентгенооперационной
14:40	Эндovasкулярная тромбаспирация и тромбэкстракция с комбинированным использованием аспирационного катетера и стент-ретриevera
15:30	Контрольная церебральная ангиография по окончании операции — остаточный стеноз и диссекция интракраниального отдела ВСА
15:40	Коллегиальное решение о введении интраоперационно через назогастральный зонд дезагрегантов (тикагрелор 180 мг и ацетилсалициловая кислота 100 мг) для профилактики тромботических осложнений в зоне стеноза с диссекцией интракраниального отдела ВСА
15:50	Контрольная церебральная ангиография — отсутствие реокклюзии ВСА в зоне остаточного стеноза и диссекции интракраниального сегмента. Завершение операции. Решение о стентировании интракраниальных сегментов ВСА в плановом порядке
16:15	Поступление в отделение реанимации и интенсивной терапии для больных с ОНМК для дальнейшего лечения и наблюдения
День 7. После выполненной тромбэктомии положительная динамика в виде регресса неврологического дефицита до 5 баллов по шкале NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale)	
1 мес., день 1	
09:00	Поступление в стационар для планового оперативного вмешательства в объёме стентирования интракраниального сегмента ВСА
14:00	Контрольная предоперационная церебральная ангиография — стеноз до 80% коммунікантного и кавернозного сегментов (диссекция) левой ВСА
14:10	По результатам расчёта, с помощью программного обеспечения "Stenosys analysis" ангиографа и 3D ангиографической реконструкции, показан диаметр нативного сосуда от 3,0 до 3,6 мм, что затрудняет подбор размера стента
14:20	С целью уточнения истинного диаметра коммунікантного отдела левой ВСА, степени и морфологии стеноза решено выполнить ВСУЗИ. С учётом измерений выбраны коронарные стенты с лекарственным покрытием для коммунікантного сегмента ВСА 3,5 мм в диаметре и длиной 8,0 мм, для кавернозного сегмента 4,5 мм в диаметре и длиной 12,0 мм
14:40	Выполнена имплантация стентов с раздутием баллона в стенте для коммунікантного отдела диаметром до 3,8 мм, для коммунікантного отдела — 4,5 мм
15:20	На контрольном ВСУЗИ визуализируются стентированный коммунікантный и кавернозные сегменты левой ВСА, раскрытие стентов оптимальное, без признаков мальпозиции
15:30	Пациент переведен в стабильном состоянии в палату реанимации. В последующие сутки переведен в палату без отрицательной динамики по общему состоянию
День 5	Выписка больного в стабильном состоянии. Рекомендовано продолжить приём двойной антиагрегантной терапии в течение 12 мес. с последующей контрольной МСКТ-ангиографией через 6 мес.

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия, ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование, МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения.

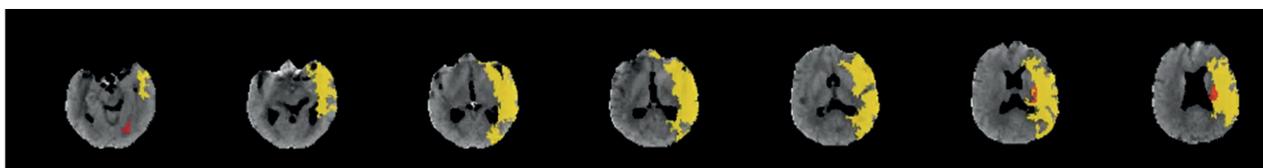
стадии интракраниального атеросклероза, включая ранние субклинические нестеногические периоды, и улучшить первичную профилактику инсульта [9, 10]. В настоящее время прямая селективная субтракционная ангиография является основным методом инвазивной диагностики для оценки технической возможности проведения стентирования ИКА. Прямая ангиография не способна продемонстрировать подробную морфологию поражения сосуда и состав АСБ, что увеличивает риски интра- и послеоперационных осложнений и неудовлетворительных отдалённых результатов. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) может предоставить ценную информацию относительно морфологии поражения ИКА. ВСУЗИ было впервые разработано как вспомогательное средство при чрескожных коронарных вмешательствах

(ЧКВ), которое не только улучшило результаты инвазивного лечения больных с ишемической болезнью сердца (ИБС), но и позволило выделить предикторы неблагоприятного исхода ЧКВ [11]. Имеется ряд клинических наблюдений о применении ВСУЗИ при стентировании внутренних сонных артерий (ВСА) [12, 13]. ВСУЗИ позволяет получить изображения поперечного сечения артериальной стенки и ее просвета, а также выявлять лоскуты, неровности интимы, состав и протяженность АСБ.

Дальнейшие поиски оптимального подхода к диагностике стенозов ИКА у больных с повторным ИИ должны быть направлены, помимо неинвазивных методов диагностики, на совершенствование инвазивных методов внутрисосудистой визуализации и расширения возможности применения ВСУЗИ в дистальном русле ВСА. Известно, что

VOLUME 1	ггBF <40% аTMAX >2 s	2,1 cc
VOLUME 2	аTMAX >6 s	74,52 cc

Коэф. расхождения	35,52
Объем расхождения	72,42 cc
Относит. расхождение	97,18%



Коэф. расхождения: ОБЪЕМ 2 / ОБЪЕМ 1; Объем расхождения: ОБЪЕМ 2 – ОБЪЕМ 1; Относит. расхождение: (ОБЪЕМ 2 – ОБЪЕМ 1) / ОБЪЕМ 2 \* 100

Рис. 1 МСКТ-перфузия головного мозга. Объем "ядра" (ггBF) — 2,1 мл, объем "пенумбры" (Tmax) — 74,5 мл, коэффициент расхождения (mismatch) — 35,5.

Примечание: МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография. Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

самой частой локализацией поражения ИКА являются, помимо кавернозной части, супраклиноидный отдел ВСА и проксимальный сегмент средней мозговой артерии (СМА) передней циркуляции головного мозга [14, 15]. Ввиду технических особенностей катетеров для ВСУЗИ и анатомических характеристик ИКА по данным научно-практической литературы по настоящее время не удалось выполнить ВСУЗИ выше кавернозного сегмента ВСА. Также имелись некоторые ограничения детализации изображения ввиду использования датчиков низкой частоты в 30 МГц.

С учётом накопленного опыта выполненных эндоваскулярных вмешательств на ИКА в настоящей публикации впервые представлен один из нескольких клинических случаев, демонстрирующих возможность проведения стентирования дистального интракраниального сегмента ВСА под контролем высокочастотного датчика ВСУЗИ 60 МГц.

## Клинический случай

### Информация о пациенте

Пациент, мужчина 70 лет, поступил в 2023г в стационар экстренно с диагнозом повторный ИИ, через 6 ч от начала клиники инсульта. Из анамнеза известно: около года назад перенес острый ИИ в бассейне левой СМА без развития грубого неврологического дефицита, страдает ИБС со стенокардией напряжения III функционального класса, перенес инфаркт миокарда два года назад, выполнялись ЧКВ.

### Результаты физического осмотра

При осмотре неврологом отмечен выраженный неврологический дефицит по шкале NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) 20 баллов — правосторонняя гемиплегия, парез зрения влево, дизартрия.

### Предварительный диагноз

Основной: Цереброваскулярная болезнь. Повторный ИИ в бассейне левой СМА, атеротромботический подтип по TOAST. Острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу от 2022г.

Сопутствующие заболевания: ИБС. Стенокардия напряжения III функционального класса. Постинфарктный кардиосклероз (инфаркт миокарда неизвестной давности). Стенозирующий коронароатеросклероз со стенозом передней межжелудочковой ветви 95% и огибающей ветви 65% левой коронарной артерии. Состояние после стентирования передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии под контролем ВСУЗИ от 2022г.

**Временная шкала** (таблица 1).

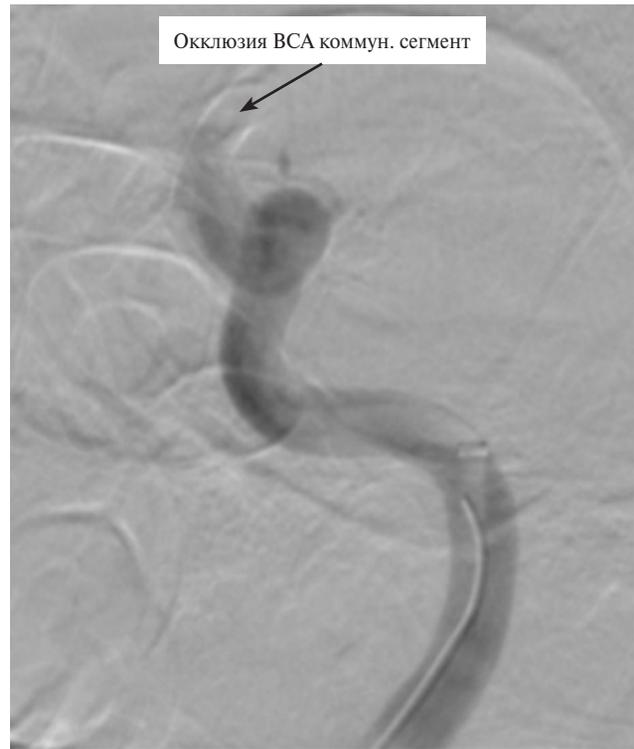
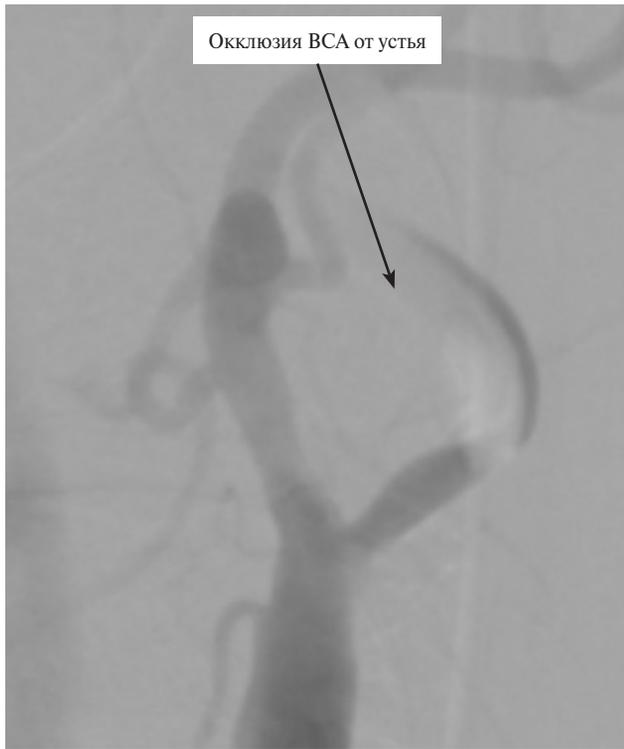
### Клинический диагноз

Основной: Атеросклероз. Стеноз кавернозного и коммуникантного интракраниальных сегментов левой ВСА до 80%. Цереброваскулярная болезнь. ИИ в бассейне левой СМА от 2022г и 2023г, атеротромботический подтип по TOAST.

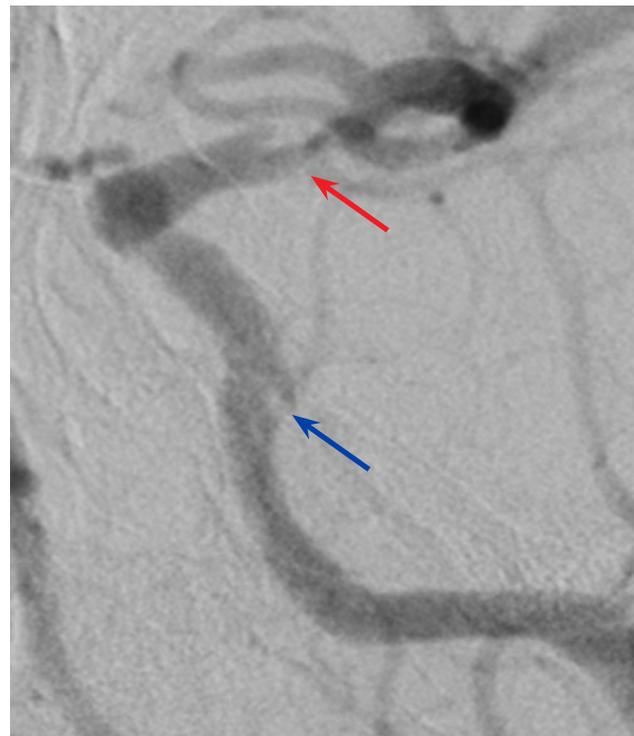
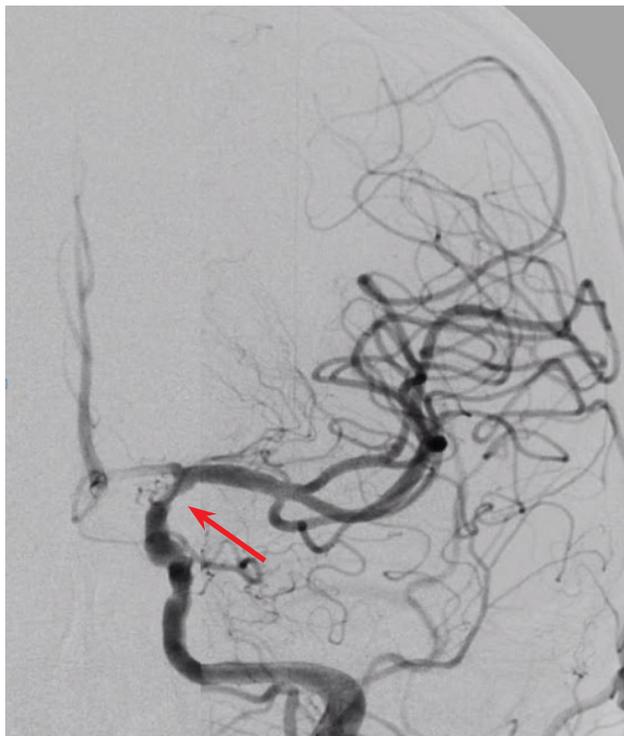
Сопутствующие заболевания: ИБС. Стенокардия напряжения 3 ФК. Постинфарктный кардиосклероз (инфаркт миокарда неизвестной давности). Стенозирующий коронароатеросклероз со стенозом передней межжелудочковой ветви 95% и огибающей ветви 65% левой коронарной артерии. Состояние после стентирования передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии под контролем ВСУЗИ от 2022г.

### Медицинские вмешательства

По результатам мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) головы определена окклюзия левой ВСА от устья, обширная зона "пенумбры" с формированием небольшой зоны "ядра" в левой гемисфере (рисунок 1). Пациент соответствовал критериям для выполнения экстренного эндоваскулярного вмешательства. Пациент был взят в рентгеноперационную. Под местной анестезией и внутривенной седацией через правый бедренный доступ выполнена катетеризация баллонным гайд-катетером левой общей сонной артерии. На прямой селективной ангиографии подтверждена окклюзия левой ВСА. Далее выполнено раздутие баллона с временной obturацией общей сонной артерии. Выполнена тромбоаспирация аспирационным катетером, позволившая извлечь тромбы из экстракраниального отдела левой ВСА. Далее визуализируется



А Б  
Рис. 2 Прямая ангиография и эндоваскулярное вмешательство: А — окклюзия левой ВСА от устья; Б — после первой тромбоаспирации с реканализацией экстракраниального отдела левой ВСА с диагностированной окклюзией коммун. сегмента левой ВСА.  
Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия.



А Б  
Рис. 3 Прямая ангиография после тромбэкстракции: А — полная проходимость интракраниальных ветвей левой ВСА, "красной" стрелкой отмечен стеноз коммун. сегмента левой ВСА; Б — зона стеноза (указано "красной" стрелкой) коммун. сегмента с локальной диссекцией и зона диссекции (указано "синей" стрелкой) кавернозного сегмента левой ВСА.  
Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия.

окклюзия коммуникантного отдела левой ВСА (рисунок 2).

Далее выполнена одномоментная тромбоаспирация и тромбэкстракция с комбинированным использованием аспирационного катетера и стент-ретриeverа, в результате которого ревазуляризован весь левый каротидный бассейн с восстановлением проходимости по интракраниальным ветвям левой ВСА. Также визуализируются стеноз коммуникантного сегмента левой ВСА до 70-80% с зоной локальной диссекции, и зона диссекции кавернозного сегмента левой ВСА (рисунок 3).

Интраоперационно даны через назогастральный зонд дезагреганты (тикагрелор 180 мг и ацетилсалициловая кислота 100 мг) для профилактики тромботических осложнений в зоне стеноза с диссекцией ИКА. Дважды через каждые 10 мин выполнены контрольные ангиографии для оценки в ди-

намике состояния церебрального кровотока в зоне стеноза и диссекции левой ВСА. Учитывая положительный эффект от проведенной тромбэкстракции, отсутствие при контрольной ангиографии реокклюзии интракраниальной артерии в зоне стеноза с диссекцией, было решено завершить оперативное вмешательство. Рекомендовано выполнение стентирования интракраниальных ветвей ВСА в плановом порядке.

После выполненной тромбэктомии положительная динамика в виде регресса неврологического дефицита до NIHSS 5 баллов. Через 1 мес. после тромбэктомии пациенту выполнили плановое оперативное вмешательство в стенозированных сегментах левой ВСА.

На контрольной прямой ангиографии имеется стеноз до 80% коммуникантного и кавернозного сегментов левой ВСА (рисунок 4).

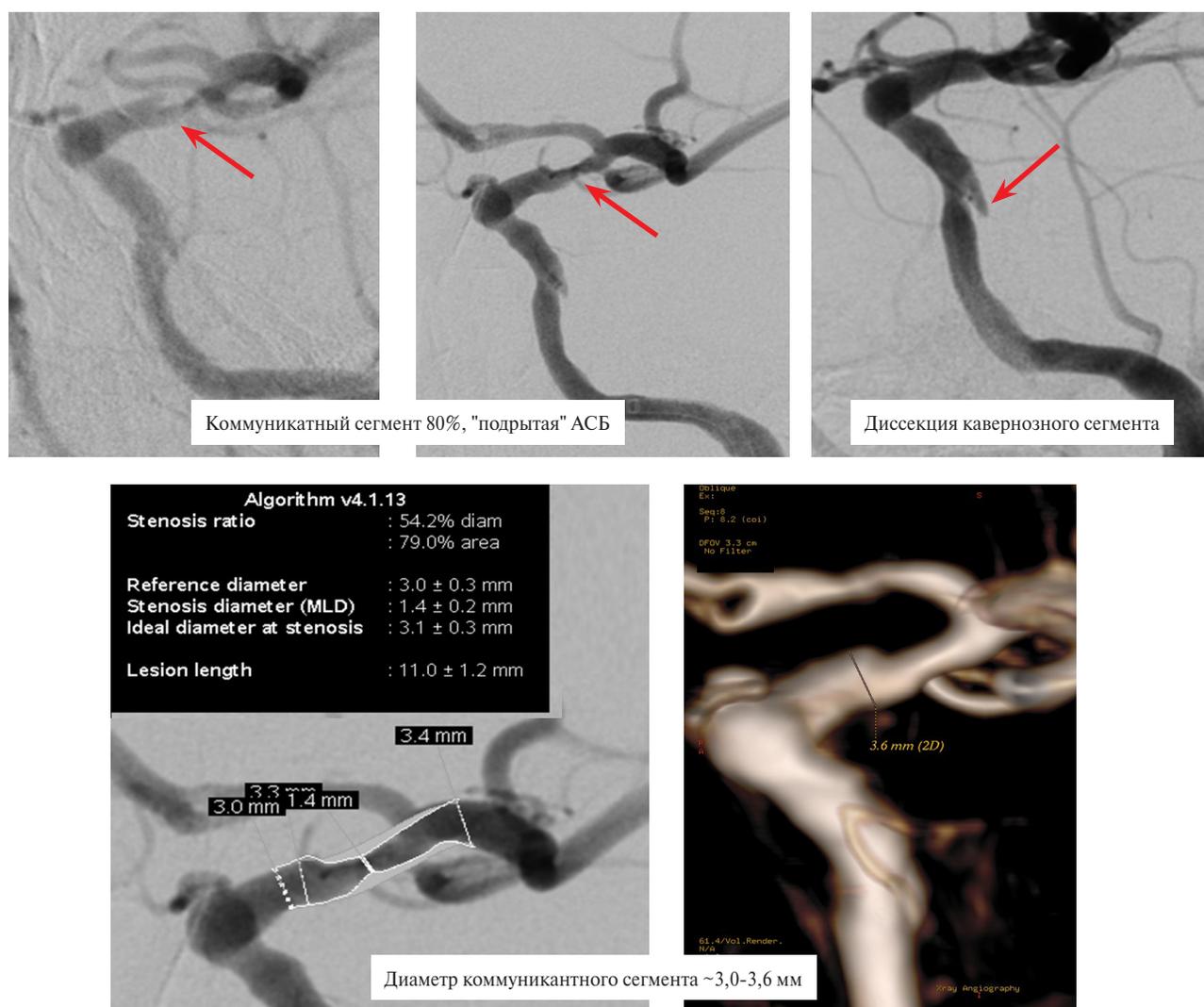


Рис. 4 Верхний ряд ангиограмм: прямая ангиография через 1 мес. — стеноз до 80% коммуникантного сегмента и диссекция (указаны красной стрелкой) кавернозного сегмента левой ВСА; нижний ряд ангиограмм: расчёты диаметра коммуникантного сегмента левой ВСА по данным субтракционной прямой ангиографии и 3D-ангиографии.

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия.

**Анестезия:**  
Местная

**Доступ:**  
правая бедренная артерия

**Гайд-катетер:**  
Destination 6Fr/90cm (Terumo, Япония)

**Гайд-катетер дистального доступа:**  
Fargomax 6Fr (Balt, США)

**Проводник:**  
Synchro 14/300cm (Stryker, США)

**ВСУЗИ датчик:**  
BS OptiCross (Boston Scientific, США)



Рис. 5 Рентгенографическая картина установленной коаксиальной системы проводниковых катетеров и датчика ВСУЗИ.  
Примечание: ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование.

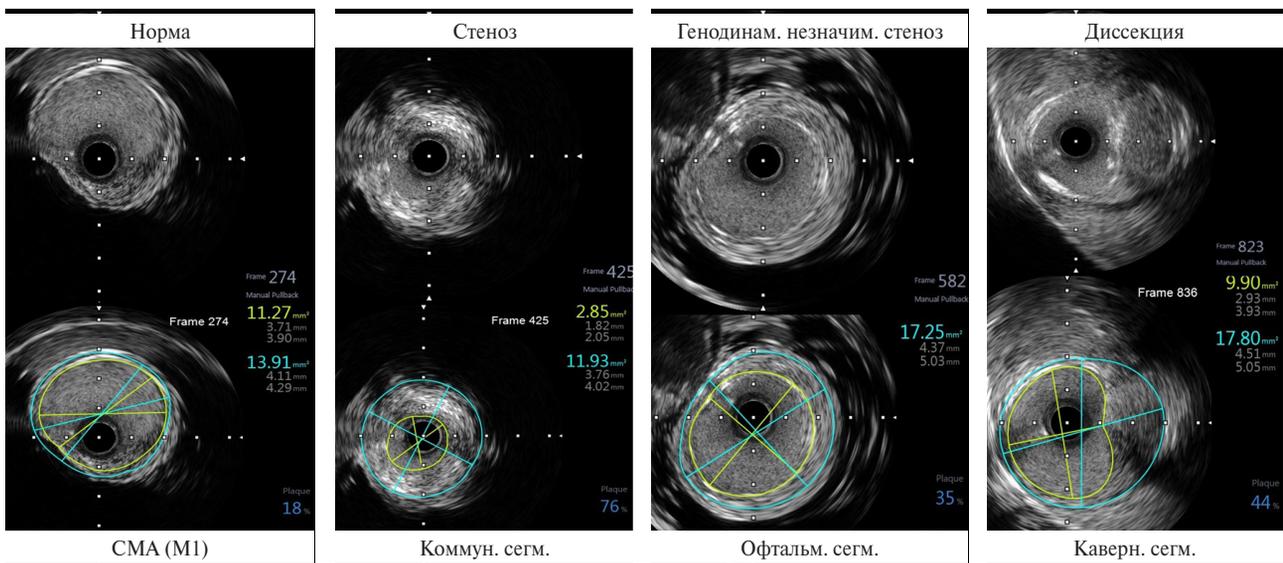


Рис. 6 Снимки ВСУЗИ по сегментам левой ВСА.

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия, ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование, СМА — средняя мозговая артерия. Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

По результатам расчёта с помощью программного обеспечения "Stenosis analysis" ангиографа и 3D ангиографической реконструкции показан диаметр нативного сосуда от 3,0 до 3,6 мм, что затрудняло подбор размера стента (рисунок 4).

С целью уточнения истинного диаметра коммуникантного отдела левой ВСА, степени и морфологии стеноза решено выполнить ВСУЗИ. По коаксиально установленной системе проводниковых нейрокатетеров по 0,014" проводнику заведен катетер с ультразвуковым датчиком частотой 60 МГц (рисунок 5).

По результатам выполненного ВСУЗИ по сегментам видим: СМА без изменений, диаметр её составляет 4,0 мм; в коммуникантном сегменте сте-

пень стеноза до 76%, АСБ с кальцием и фиброзом, истинный диаметр сосуда 3,8 мм; в офтальмическом сегменте гемодинамически незначимое сужение до 35%; в кавернозном сегменте зона локальной диссекции интимы с сужением просвета сосуда до 44%, имеется кальцификация отслоившейся зоны интимы, диаметр нативного сосуда 4,5 мм (рисунок 6).

С учётом измерений выбраны коронарные стенты с лекарственным покрытием для коммуникантного сегмента ВСА 3,5 мм в диаметре и длиной 8,0 мм, для кавернозного сегмента 4,5 мм в диаметре и длиной 12,0 мм. Выполнена имплантация стентов с раздутием баллона в стенке для коммуникантного отдела диаметром до 3,8 мм, для коммуникантного отдела — 4,5 мм (рисунок 7).



Рис. 7 Верхний ряд ангиограмм: имплантация стента в коммуникантный сегмент левой ВСА с ангиографической картиной после имплантации стента. Нижний ряд ангиограмм: имплантация стента в кавернозный сегмент левой ВСА с ангиографической картиной после имплантации стента.

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия.

На контрольном ВСУЗИ визуализированы стентированные коммуникантный и кавернозный сегменты левой ВСА, раскрытие стентов оптимальное, без признаков мальпозиции (рисунок 8).

Операция проведена под местной анестезией с небольшой внутривенной седацией в момент раскрытия стентов. Пациент переведен в стабильном состоянии в палату реанимации. На следующие сутки переведен в палату, без отрицательной динамики по общему состоянию. Рекомендовано продолжить приём двойной антиагрегантной терапии в течение 12 мес. с последующей контрольной МСКТ-ангиографией через 6 мес.

#### Динамика и исходы

В послеоперационном периоде общее состояние пациента без отрицательной динамики. На 5 сут. после планового оперативного вмешательства выписан под амбулаторное наблюдение невролога, кардиолога, сосудистого хирурга.

#### Обсуждение

Приведенный клинический пример показал важность применения ВСУЗИ для уточнения мор-

фологии поражения ИКА, где имелась кальцинированная "нестабильная" с изъязвленными краями АСБ коммуникантного сегмента ВСА, гемодинамически незначимо суженный просвет офтальмического сегмента и диссекция кавернозного сегмента ВСА. Все измерения проводились по аналогии стентирования коронарных артерий. Расчёты ВСУЗИ значительно отличались от данных прямой ангиографии, что позволило подобрать необходимый диаметр и длину стента исходя от истинного диаметра нативного сосуда и длины протяженности АСБ.

ВСУЗИ значительно облегчило понимание процесса коронарного атеросклероза, послужив основой для многих достижений в методах ЧКВ. На основе инвазивных методов визуализации ЧКВ достигли оптимальных технических результатов в условиях сложного поражения коронарных артерий, что позволило снизить риск неблагоприятных сердечных событий. Полученные изображения ВСУЗИ в данном клиническом примере, указывают, как часто простая прямая ангиография недооценивает истинную протяженность, характеристики АСБ, склонных к разрыву и вызывающих острые неблагоприятные события.

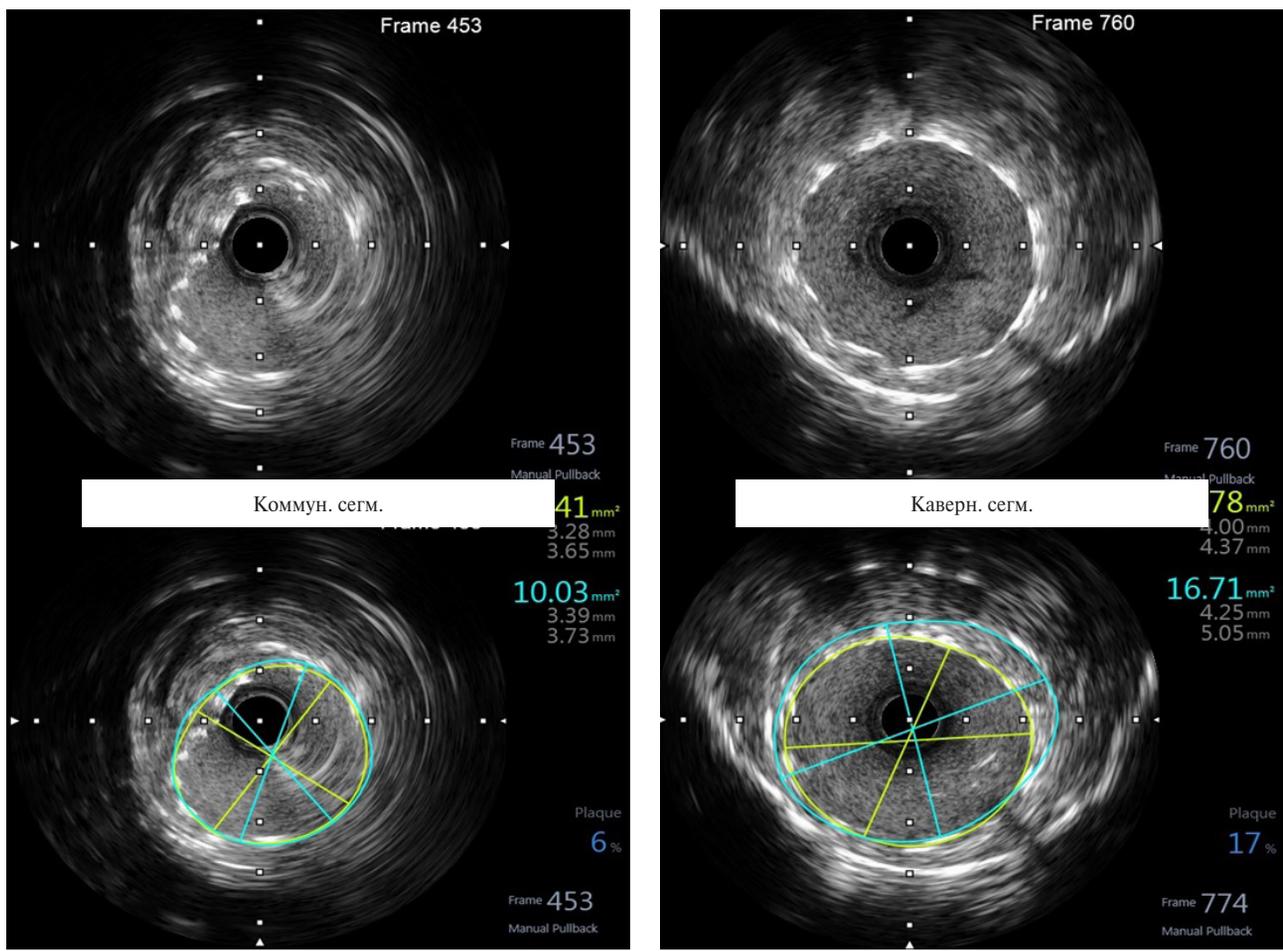


Рис. 8 Контрольная ВСУЗИ стентированных сегментов левой ВСА.

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия, ВСУЗИ — внутрисосудистое ультразвуковое исследование. Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

По данным зарубежных авторов, визуализация ИКА ограничена из-за сложности навигации по внутричерепным сосудам из-за узкого хода и выраженной извилистости сосудов [15]. В приведённом клиническом примере нам удалось провести ВСУЗИ перед стентированием дистального отдела ВСА и СМА, что демонстрирует возможность проведения датчика ВСУЗИ через сложные анатомические извитости ИКА при поддержке атравматичных проводниковых нейрокатетеров дистального доступа.

Адекватная визуализация стенки сосуда достигается с помощью датчиков с частотой 20-40 МГц [16]. Manninen HI, et al. [17] обнаружили, что оптимальное разрешение в артериях диаметром 3-6 мм достигается с помощью датчика с частотой 30 МГц, что дает максимальный радиус проникновения ~5 мм. Однако иногда поражения на поверхности интимы не могут быть адекватно визуализированы, поскольку они находятся ниже предела разрешения используемой системы ВСУЗИ или скрыты содержимым АСБ. В настоящем клиническом примере применён датчик высокого разрешения в 60 МГц, что позволило получить более четкую детализиро-

ванную картину состояния сосудистого русла по всем слоям стенки артерии. Несмотря на имеющиеся риски о повреждении или расслоении сосуда и непреднамеренным разрушением АСБ при заведении датчиков через выраженные стенозы ИКА [15], в нашем клиническом примере подобных ситуаций не было.

Можно полагать, что использование ВСУЗИ в ИКА может обеспечить необходимой информацией нейроинтервенционистов для выполнения высокоэффективных и оптимальных эндоваскулярных вмешательств на ИКА, а также позволит снизить риск неблагоприятных интра- и послеоперационных событий.

### Заключение

Эндоваскулярные вмешательства на ИКА с применением высокочастотного датчика ВСУЗИ относительно безопасны, эффективны и информативны в определении морфологии поражения сосуда, позволяют оптимизировать процесс стентирования артерии с целью снижения интра- и послеоперационных неблагоприятных событий.

### Информированное согласие

От пациента получено письменное добровольное информированное согласие на публикацию описания клинического случая (дата подписания 15.11.2023г).

От пациента получено добровольное письменное информированное согласие на публикацию его изображений в медицинском журнале, включая его электронную версию (дата подписания 15.11.2023г).

### Разрешения на перепубликацию, лицензирование

Каждый представленный в рукописи графический объект (рисунок или фотография) и таблицы являются авторскими и не заимствованы из других источников.

**Отношения и деятельность:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## Литература/References

1. Sergeeva AN, Sergeev DV, Piradov MA. Intracranial atherosclerosis: diagnostics, clinical manifestations, therapy. *Effective Pharmacotherapy*. 2014;6(52):44-50. (In Russ.) Сергеева А.Н., Сергеев Д.В., Пирадов М.А. Интракраниальный атеросклероз: диагностика, клинические проявления, терапия. Эффективная фармакотерапия. 2014;6(52):44-50.
2. Gorelick PB, Wong KS, Bae H-J, Pandey DK. Large artery intracranial occlusive disease: a large worldwide burden but a relatively neglected frontier. *Stroke*. 2008;39(8):2396-9. doi:10.1161/STROKEAHA.107.505776.
3. Sorokoumov VA, Savello AV. Intracranial atherosclerosis: Causes of ischemic stroke, diagnosis, and treatment. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2014;6(2S):50-5. (In Russ.) Сорокумов В.А., Савелло А.В. Атеросклероз внутрисосудистых артерий: причины ишемического инсульта, диагностика и лечение. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2014;6(2S):50-5. doi:10.14412/2074-2711-2014-2S-50-55.
4. Tanashyan MM, Lagoda OV, Raskurazhev AA, et al. Extra-versus intracranial atherosclerosis: two facets of the same problem. *Russian Neurological J*. 2022;27(3):11-9. (In Russ.) Танашиян М.М., Лагода О.В., Раскуражев А.А. и др. Экстра- versus интракраниальный атеросклероз: две грани одной проблемы. *Российский неврологический журнал*. 2022;27(3):11-9. doi:10.30629/2658-7947-2022-27-3-11-19.
5. Gorelick PB, Richardson DJ, Kelly M, et al. Aspirin and ticlopidine for prevention of recurrent stroke in black patients: a randomized trial. *JAMA*. 2003. 11;289(22):2947-57. doi:10.1001/jama.289.22.2947.
6. Chimowitz MI, Lynn MJ, Derdeyn CP, et al.; SAMMPRIS Trial Investigators. Stenting versus aggressive medical therapy for intracranial arterial stenosis. *N Engl J Med*. 2011;365(11):993-1003. doi:10.1056/NEJMoa1105335.
7. Miao Zh, Jiang L, Wu H, et al. Randomized Controlled Trial of Symptomatic Middle Cerebral Artery Stenosis. *Stroke*. 2012;43(12):3284-90. doi:10.1161/STROKEAHA.112.662270.
8. Gao P, Wang T, Wang D, et al. Effect of Stenting Plus Medical Therapy vs Medical Therapy Alone on Risk of Stroke and Death in Patients With Symptomatic Intracranial Stenosis: The CASSISS Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2022;328(6):534-42. doi:10.1001/jama.2022.12000.
9. Dearborn JL, Zhang Y, Qiao Y, et al. Intracranial atherosclerosis and dementia: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Neurology*. 2017;88(16):1556-63. doi:10.1212/WNL.0000000000003837.
10. Tanashyan MM, Raskurazhev AA, Shabalina AA, et al. Biomarkers of cerebral atherosclerosis: the capabilities of early diagnosis and prognosis of individual risk. *Annaly klinicheskoy i eksperimental'noy nevrologii*. 2015;9(3):20-5. (In Russ.) Танашиян М.М., Раскуражев А.А., Шабалина А.А. и др. Биомаркеры церебрального атеросклероза: возможности ранней диагностики и прогнозирования индивидуального риска. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2015;9(3):20-5.
11. Demin VV, Zelenin VV, Zheludkov AN, et al. Intravascular ultrasound scanning during interventional interventions on coronary arteries: optimal application and evaluation criteria. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2003;1:66-72. (In Russ.) Демин В.В., Зеленин В.В., Желудков А.Н. и др. Внутрисосудистое ультразвуковое сканирование при интервенционных вмешательствах на коронарных артериях: оптимальное применение и критерии оценки. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2003;1:66-72.
12. Volkov SV, Mytsyk SA, Naumov SM, et al. Intravascular ultrasound-guided internal carotid artery stenting. *Angiol Sosud Khir*. 2019;25(4):41-52. (In Russ.) Волков С.В., Мыцык С.А., Наумов С.М. и др. Стентирование внутренних сонных артерий под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019;25(4):41-52. doi:10.33529/Angio2019419.
13. Petrosian KV, Yuldashev FSh. The use of intravascular ultrasound during stenting of the common carotid artery in a patient with bicarotid stenosis. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2022;64(5):554-9. (In Russ.) Петросян К.В., Юлдашев Ф.Ш. Использование внутрисосудистого ультразвукового исследования при стентировании общей сонной артерии у пациентки с бикаротидным поражением. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2022;5(64): 554-9. doi:10.24022/0236-2791-2022-64-5-554-559.
14. Wehman JC, Holmes DRJr, et al. Intravascular ultrasound for intracranial angioplasty and stent placement: technical case report. *Neurosurgery*. 2006;59(2):481-83. doi:10.1227/01.NEU.0000222825.92929.0C.
15. Zherdev NN, Chernova DV, Komakha BB, et al. Intravascular imaging in internal carotid artery stenting: one center experience. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2019;6(2):133-9. (In Russ.) Жердев Н.Н., Чернова Д.В., Комаха Б.Б. и др. Результаты применения внутрисосудистой визуализации при стентировании внутренней сонной артерии: опыт одного центра. *Эндоваскулярная хирургия*. 2019;6(2):133-9. doi:10.24183/2409-4080-2019-6-2-133-139.
16. Gupta R, Bhatt A, Kassab M, et al. Intravascular ultrasound to assess extracranial vertebral artery restenosis: case report. *J Neuroimaging*. 2008;18(3):336-9. doi:10.1111/j.1552-6569.2007.00220.x.
17. Manninen HI, Räsänen H, Vanninen RL, et al. Human carotid arteries: correlation of intravascular US with angiographic and histopathologic findings. *Radiology*. 1998;206(1):65-74. doi:10.1148/radiology.206.1.9423653.