



## МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Краткое сообщение  
УДК 616.13-089  
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-53-62>

### Опыт применения внутрисосудистого ультразвукового исследования у коморбидного пациента высокого хирургического риска

Е. Б. Шахов<sup>\*.1,2</sup>, Е. Б. Петрова<sup>1</sup>, А. Д. Лямаев<sup>2</sup>,  
Е. В. Чеботарь<sup>2</sup>, А. А. Шульц<sup>1</sup>, С. П. Шарланов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

<sup>2</sup> ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница» имени академика Б. А. Королева, г. Нижний Новгород

#### Реферат

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) позволяет оценить характер атеросклеротической бляшки, степень значимости и протяженности стеноза, а также провести оценку прилегания стента к стенкам коронарной артерии. Недостаточное раскрытие стента, нераспознанное при ангиографическом контроле, может привести к тромбозу или рестенозу в ранние или отдаленные сроки. Представленный в публикации клинический случай демонстрирует отличие результатов флюороскопического и ВСУЗИ-контроля имплантации стента во время чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) у пациента высокого хирургического риска со значимой сопутствующей патологией.

**Ключевые слова:** внутрисосудистое ультразвуковое исследование, атеросклеротическая бляшка, стентирование.

#### Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

---

\* **Шахов Евгений Борисович**, доктор медицинских наук, доцент кафедры рентгеноэндоваскулярной диагностики и лечения факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород.  
Адрес: 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.  
Тел.: + 7 (831) 433-75-78. Электронная почта: [es-ngma@yandex.ru](mailto:es-ngma@yandex.ru)  
ORCID.org/0000-0002-4967-3252

**Evgeniy B. Shakhov**, M. D. Med., associate professor of the endovascular diagnostic and treatment department on faculty of additional professional education, «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod.  
Address: 10/1, pl. Minina i Pozharskogo, Nizhny Novgorod, 603005, Russia.  
Phone number: +7 (831) 433-75-78. E-mail: [es-ngma@yandex.ru](mailto:es-ngma@yandex.ru) ORCID.org/0000-0002-4967-3252

© Е. Б. Шахов, Е. Б. Петрова, А. Д. Лямаев, Е. В. Чеботарь, А. А. Шульц, С. П. Шарланов.

Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

## MEDICAL TECHNOLOGY

Short report

### Using Intravascular Ultrasound as Experience in a Comorbid Patient of High Surgical Risk

Evgeniy B. Shakhov<sup>\*.1,2</sup>, Ekaterina B. Petrova<sup>1</sup>, Aleksandr D. Ljamaev<sup>2</sup>, Evgeniy V. Chebotar<sup>2</sup>, Anton A. Shul'tc<sup>1</sup>, Sergey P. Sharlanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>2</sup> Specialized Cardiac Surgical Clinical Hospital named after academician B. A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russia

#### Abstract

Intravascular ultrasound examination (ICSI) allows to assess the nature of atherosclerotic plaque, the degree of significance and extent of stenosis, as well as to monitor the position of the stent in the lumen of the coronary artery. Insufficient opening of the stent, unrecognized during angiographic control, can lead to thrombosis or restenosis in the early or long term. The clinical case presented in the publication demonstrates the difference between the results of fluoroscopy-controlled stenting and ICSI-controlled stenting during percutaneous coronary intervention (PCI) in a high-risk surgical patient with significant concomitant pathology.

**Key words:** Intravascular Ultrasound, Atherosclerotic Plaque, Stenting.

#### Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

---

#### Актуальность

Несмотря на широкое внедрение эндоваскулярного подхода в лечении ишемической болезни сердца (ИБС), частота больших кардиальных событий у пациентов высокого хирургического риска со значимой сопутствующей патологией и многососудистым технически сложным поражением коронарного русла (complex and high risk indicated patients – CHIP) остается по-прежнему

высокой, достигая 20–30 % [2, 4]. Такая тенденция связана со сложностью выполнения полной одномоментной реваскуляризации миокарда, усугублением функционального состояния сердечной мышцы после рентгенохирургической коррекции стенозирующего поражения, а также с неполным расправлением имплантируемых в коронарное русло стентов [4, 5]. Так, адекватный, по мнению

хирургической бригады, ангиографический результат стентирования может являться обманчивым, скрывая реальную картину неполного покрытия корригируемой атеросклеротической бляшки коронарным стентом, недостаточное прилегание страт стента к стенке сосуда, неудовлетворительную площадь просвета стентированной артерии, что может сопровождаться тромбозом или рестенозом в разные сроки после вмешательства [2, 5]. Для контроля оптимального расположения имплантируемых стентов у клинически сложных коморбидных пациентов высокого хирургического риска активно используются методики внутрисосудистой визуализации, включая проведение внутрисосудистого ультразвукового исследования [6, 7].

**Цель:** продемонстрировать применение ВСУЗИ во время повторной интервенции у пациента с сопутствующей патологией, многососудистым поражением коронарного русла, нарушением функционального состояния миокарда левого желудочка (ЛЖ) и ангиографически документированным рестенозом в ранее имплантированном стенте.

## Клиническое наблюдение

Пациент К., 76 лет, госпитализирован в ГБУЗ НО «СККБ им. академика Б. А. Королева» (г. Нижний Новгород) в октябре 2022 года с диагнозом: ИБС, стенокардия напряжения 3 функциональный класс, перенесенный не Q ИМ передней (1998 г.), нижней (2021 г.), переднебоковой (июнь 2022 г.) стенок ЛЖ; частая желудочковая экстрасистолия, пароксизмальная неустойчивая желудочковая тахикардия, хроническая сердечная недостаточность 2А (NYHA III). Сопутствующие заболевания: артериальная гипертония III стадии, риск 4; сахарный диабет инсулинонезависимый (2 типа), целевой уровень HbA1C менее 8,0 %; язвенная болезнь желудка (ремиссия); диффузно-узловой зоб, эутиреоз;

нефропатия смешанного генеза, хроническая болезнь почек СЗБ (СКД-ЕРІ = 43 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>).

В анамнезе стентирование передней нисходящей артерии (ПНА) с использованием стента без лекарственного покрытия от 2005 года, экстренное стентирование правой коронарной артерии (ПКА) в 2021 году, неотложное стентирование интермедиальной ветви (ИМА) и огибающей артерии (ОА) по поводу переднебокового не Q ИМ от июня 2022 года с использованием стентов, выделяющих лекарственное покрытие «сиролимус».

Настоящая госпитализация связана с клиническими проявлениями стенокардии напряжения. Ишемические изменения в области передней и переднебоковой стенок ЛЖ были подтверждены данными велоэргометрического теста, что предполагало возможность рентгенохирургической коррекции в бассейне левой коронарной артерии. Основные эхокардиографические показатели состояния ЛЖ на предоперационном этапе свидетельствовали о нарушении систолической, диастолической и сократительной функции миокарда: фракция выброса = 42 %; конечно-диастолический объем (КДО) ЛЖ = 171 мл; индекс КДО = 83 мл/м<sup>2</sup>; конечно-систолический объем (КСО) = 99 мл; индекс КСО = 48 мл/м<sup>2</sup>; ударный объем (УО) = 72 мл; диастолическая дисфункция 1-й степени (Е/А = 0,74); индекс локальной сократимости (ИЛС) = 1,25.

При проведении селективной коронарографии выявлен сбалансированный тип коронарного кровоснабжения. Ранее стентированные ПКА, ИМА и ОА полностью проходимы, без признаков рестеноза. Отмечены признаки локального стеноза 50–60 %, распространяющегося от устья ПНА по нижней стенке артерии до ранее стентированного проксимального сегмента ПНА. В области ранее стентированного проксимального сегмента ПНА выявлен ате-

роматоз (рис. 1, а). Учитывая наличие ангиографических признаков устьевого стеноза ПНА и наличие доказанной ишемии в области передней и переднебоковой стенок ЛЖ при стресс-тесте, было решено считать выявленное проксимальное поражение ПНА клинико-зависимым, а для детального определения характера поражения выполнить ВСУЗИ (рис. 1, б).

Проведенное ВСУЗИ подтвердило наличие значительного объема атеросклеротической бляшки на границе ствола ЛКА и ПНА при сохранении остаточного просвета в области ствола левой коронарной артерии на уровне  $6,6 \text{ мм}^2$  (рис. 1, б). Полученные данные свидетельствовали о наличии пограничного стенозирующего поражения с остаточным просветом сосуда  $6-8 \text{ мм}^2$ , которое требовало эндоваскулярной коррекции в связи с его доказанным влиянием на ишемию миокарда ЛЖ [3]. Определение минимального ( $2,9 \text{ мм}$ ) и

максимального ( $4,4 \text{ мм}$ ) диаметров на границе ствола ЛКА и ПНА позволило выбрать размер стента (не менее  $4,0 \text{ мм}$ ) для безопасной его имплантации в проксимальном сегменте ПНА и возможности оптимального расположения в просвете ствола ЛКА.

Использование методики «виртуального гистологического исследования» при ВСУЗИ атеросклеротической бляшки дало представление о ее структуре в области ствола ЛКА выше зоны бифуркации. В структуре атеромы преобладал липидный компонент с единичными элементами кальциноза и признаками локальной некротической трансформации преимущественно по нижней стенке обследуемого сосуда (рис. 2). Все это позволило сделать вывод о возможности безопасной постдилатации имплантируемого стента с минимальными рисками повреждения ствола ЛКА смещаемыми участками кальция.

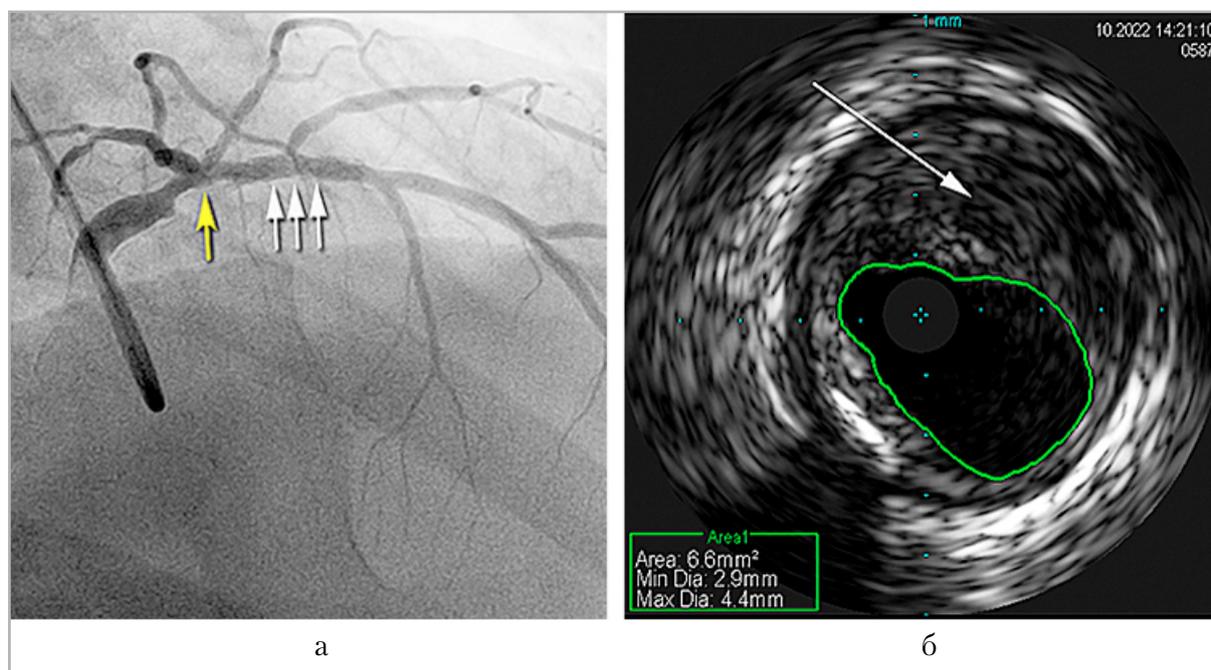


Рис. 1. Коронарограмма (а) и ВСУЗИ (б) ПНА: а — проксимальный стеноз ПНА (желтая стрелка) от устья артерии до ранее стентированного сегмента ПНА (белые стрелки); б — атеросклеротическая бляшка на границе ствола ЛКА (левая коронарная артерия) и ПНА (стрелка) с сохранением площади просвета ствола ЛКА  $6,6 \text{ мм}^2$  (зеленый контур): area — площадь просвета сосуда, Min Dia — минимальный диаметр, Max Dia — максимальный диаметр просвета сосуда

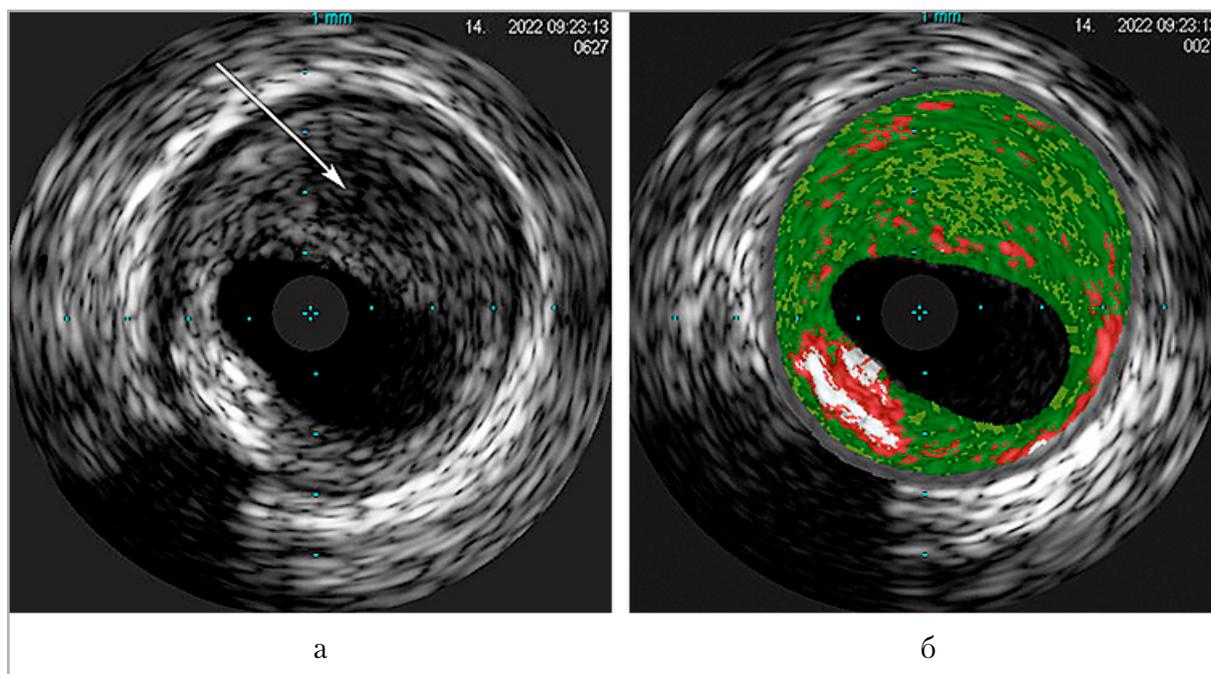


Рис. 2. ВСУЗИ ствола ЛКА выше зоны бифуркации: *а* — массивная атеросклеротическая бляшка в просвете ствола левой коронарной артерии (*стрелка*); *б* — «виртуальная гистология бляшки», на которой при компьютерном анализе визуализируется липидный компонент (*зеленый цвет*), кальциноз стенки сосуда (*белый цвет*) и некротический компонент бляшки (*красный цвет*)

Очевидно, что изолированное ангиографическое исследование не давало полного представления об истинном внутреннем диаметре стентированного сосудистого русла и структуре атеросклеротической бляшки в корригируемом участке левой коронарной артерии. Сочетанное использование ангиографии и метода ВСУЗИ позволило определиться с выбором оптимальной тактики стентирования — установки стента Endeavor Resolute (Medtronic, США) с лекарственным покрытием «зотаролимус» диаметром 4,0 мм и длиной 24 мм из ствола ЛКА в проксимальный сегмент ПНА «внахлест» на ранее имплантированный стент ПНА. Контрольное ангиографическое исследование свидетельствовало о правильном расположении стента в просвете ПНА и ствола ЛКА, однако ВСУЗИ демонстрировало неполное прилегание стента к сосудистой стенке (рис. 3, *а, б*).

Учитывая неполное расправление стента в стволе ЛКА, выявленное при ВСУЗИ и не визуализируемое при стандартной ангиографии левой коронарной артерии, было принято решение о его постдилатации с использованием баллона высокого давления NC Euphoga 4,5–20 мм (Medtronic, США). Диаметр баллона соответствовал максимальному диаметру на границе ствола ЛКА и ПНА, измеренному по данным ВСУЗИ. Постдилатация была выполнена на высоком давлении 20 атм для преодоления возможной погрешности при определении внутреннего диаметра ствола и достижения оптимального раскрытия стента. Контрольная ангиографическая картина после постдилатации визуально не отличалась от ангиограмм, полученных перед проведением проксимальной оптимизации стента баллоном высокого давления (рис. 4, *а*). Однако при проведении ВСУЗИ было отмечено достаточное прилегание стента

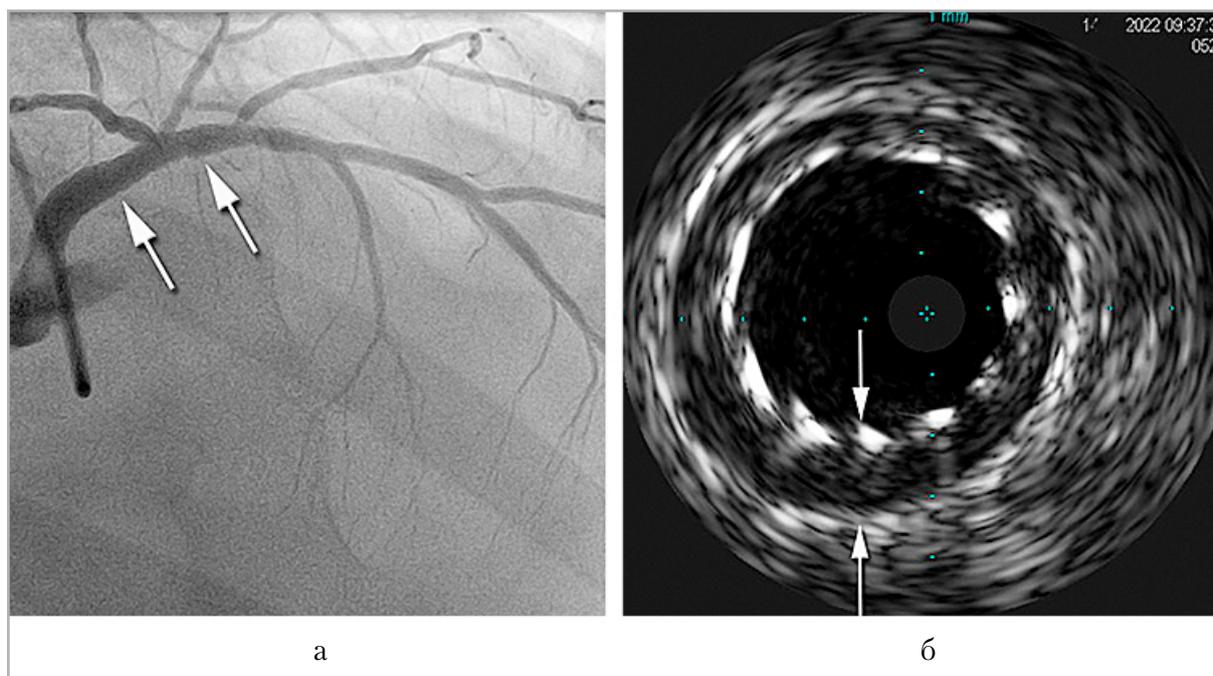


Рис. 3. Коронарограмма ствола ЛКА и ПНА (а), ВСУЗИ ЛКА (б): а — оптимальное расположение стентов в просвете ствола ЛКА и ПНА по данным ангиографии (стентированные сегменты указаны *стрелками*); б — неполное прилегание стента к сосудистой стенке в стволе ЛКА (расстояние между стратами стента и стенкой сосуда указано *стрелками*)

к стенкам ствола ЛКА, что свидетельствовало об оптимальном результате стентирования: площадь просвета в стентированном стволе ЛКА составила 25,7 мм<sup>2</sup>, минимальный диаметр — 4,5 мм, а максимальный — 4,8 мм (рис. 4, б).

В режиме флюороскопического усиления визуализации стента — «Stent-Boost» было визуализировано отсутствие пространства между двумя имплантированными в бассейн ПНА стентами, что дополнительно снижало риски возможного рестеноза в будущем (рис. 5).

### Обсуждение

Представленное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует несоответствие между интраоперационной ангиографической и ультразвуковой картиной стентирования ствола ЛКА. По данным Patel В. и др. (2021), изолированное использование флюороскопического контроля при эндоваскулярной коррекции стеноза ствола ЛКА приводит к неадекватной оценке полноты раскрытия стента в 80–90 % случаев, что увеличивает частоту неблагоприятных кардиальных событий в средние и отдаленные сроки после интервенции [7]. В этой связи справедливо отметить, что методика внутрисосудистого ультразвукового контроля прилегания стентов в венечном русле сердца в целом и в стволе ЛКА в частности является «золотым стандартом» стентирования [3]. По данным Волкова С. В. с соавт. (2019), для ВСУЗИ характерна точность значений площади исследуемого сосуда и диаметра остаточного просвета корригируемой артерии [1]. По сравнению с классическим ангиографическим контролем ВСУЗИ обладает большей разрешающей способностью и возможностью получения исчерпывающей информации о протяженности, степени выраженности, а также морфологии атеросклеротической бляшки [1, 3, 7]. Это важно как на этапе планирования оперативного вмешательства, так и на этапе оценки непо-

полного прилегания стента к сосудистой стенке в стволе ЛКА (расстояние между стратами стента и стенкой сосуда указано *стрелками*)

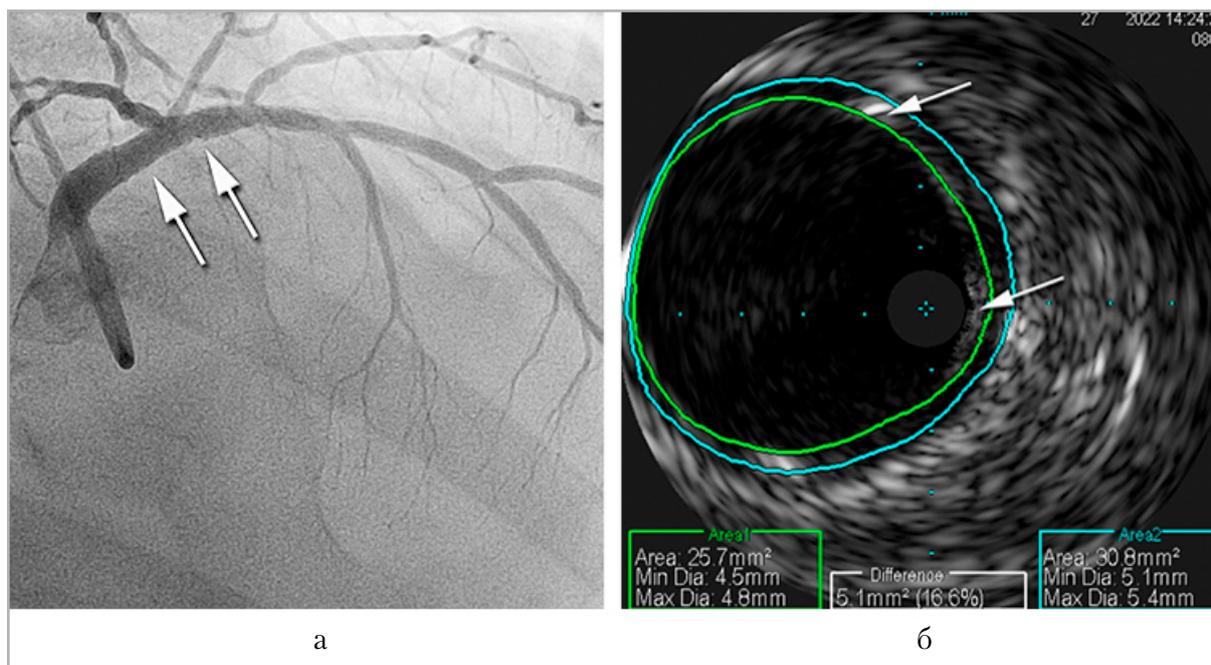


Рис. 4. Коронарограмма (а) и ВСУЗИ (б) ствола ЛКА. а – оптимальный ангиографический результат после постдилатации стента (стентированные ствол ЛКА и проксимальный сегмент ПНА указаны стрелками); б – достаточное прилегание страт стента (зеленый контур) к стенкам ствола ЛКА (синий контур), экранирующие ультразвуковой сигнал страты стента отмечены белыми стрелками; area – площадь просвета сосуда, Min Dia – минимальный диаметр, Max Dia – максимальный диаметр просвета сосуда

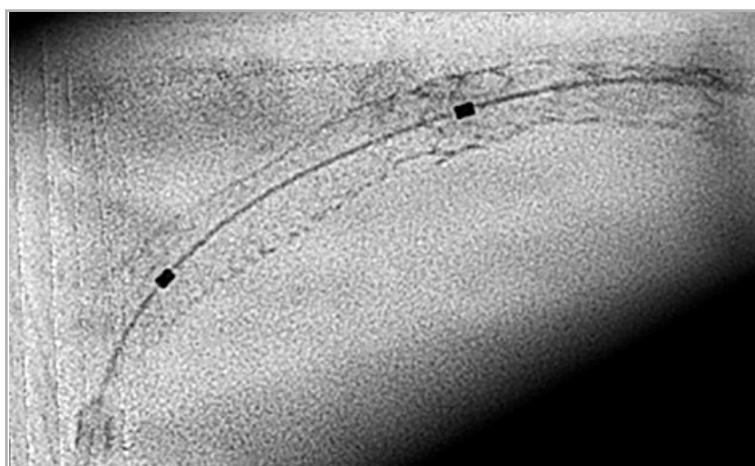


Рис. 5. Равномерное расправление стентов в области «нахлеста» в просвете ПНА (режим ангиографии «Stent Boost»)

средственного результата стентирования [1]. Адекватная интраоперационная оценка прилегания имплантированного стента к стенкам сосуда, достоверная визуализация протрузии бляшки и краевых диссекций интимы дает возможность произвести дополнительное корректирующее воздействие на стенти-

рованный сегмент артериального русла, что позволяет минимизировать риски тромбозов и внутрискелетных рестенозов в будущем [1].

## Заключение

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование является обязательным

для осуществления интраоперационного контроля оптимального прилегания имплантированного стента к стенкам сосуда в процессе эндоваскулярной коррекции стволового поражения.

## Список литературы

1. Волков С. В., Мыцык С. А., Наумов С. М., Коробков А. О., Гонтаренко В. Н. Стентирование внутренних сонных артерий под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019. Т. 25. № 4. С. 41–46.
2. Brener S. J., Cunn G. J., Desai P. H., Faroqui M. et al. A Novel Risk Score to Predict One-Year Mortality in Patients Undergoing Complex High-Risk Indicated Percutaneous Coronary Intervention (CHIP-PCI). *J. Invasive Cardiol.* 2021 Apr; 33(4): E253–E258. Epub 2021 Feb. PMID: 33542159.
3. El Hajj S. C., Toya T., Warisawa T., Nan J. et al. Correlation of Intravascular Ultrasound and Instantaneous Wave-Free Ratio in Patients with Intermediate Left Main Coronary Artery Disease. *Circulation: Cardiovasc. Interv.*, 2021 Jun; 14(6): e009830. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009830>. Epub 2021 Jun 7. PMID: 34092096; PMCID: PMC8206001.
4. Kinnaird T., Gallagher S., Spratt J. C., Ludman P. et al. Complex high-risk and indicated percutaneous coronary intervention for stable angina: Does operator volume influence patient outcome? *Am. Heart J.*, 2020 Apr; 222:15–25. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2019.12.019>. Epub 2020 Jan 7. PMID: 32004796.
5. Kovach C. P., Hebbe A., Barón A. E., Strobel A. et al. Clinical Characteristics and Outcomes Among Patients Undergoing High-Risk Percutaneous Coronary Interventions by Single or Multiple Operators: Insights from the Veterans Affairs Clinical Assessment, Reporting, and Tracking Program. *J. Am. Heart Assoc.*, 2021 Dec 7; 10(23): e022131. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.022131>. Epub 2021 Nov 15. PMID: 34775783; PMCID: PMC9075385.
6. Shamkhani W., Kinnaird T., Ludman P., Rashid M., Mamas M. A. Sex differences in high-risk but indicated coronary interventions (CHIP): National report from British Cardiovascular Intervention Society Registry. *Catheter Cardiovasc. Interv.*, 2022 Feb; 99(2): 447–456. <https://doi.org/10.1002/ccd.30081>. Epub 2022 Jan 18. PMID: 35043563.
7. Patel B., Assaf O., Nabi A., Wiper A. et al. Ultra-low contrast, complex left main coronary intervention case series using novel intravascular ultrasound technology. *Eur. Heart J. Case Rep.*, 2021 Nov 4; 5(11): ytab398. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytab398>. PMID: 34870084; PMCID: PMC8637793.

## References

1. Volkov S. V., Mytsyk S. A., Naumov S. M., Korobkov A. O., Gontarenko V. N. Intravascular ultrasound-guided internal carotid artery stenting. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019. V. 25. No. 4. P. 41–46 (in Russian).
2. Brener S. J., Cunn G. J., Desai P. H., Faroqui M. et al. A Novel Risk Score to Predict One-Year Mortality in Patients Undergoing Complex High-Risk Indicated Percutaneous Coronary Intervention (CHIP-PCI). *J. Invasive Cardiol.* 2021 Apr; 33(4): E253–E258. Epub 2021 Feb. PMID: 33542159.
3. El Hajj S. C., Toya T., Warisawa T., Nan J. et al. Correlation of Intravascular Ultrasound and Instantaneous Wave-Free Ratio in Patients with Intermediate Left Main Coronary Artery Disease. *Circulation: Cardiovasc. Interv.*, 2021 Jun; 14(6): e009830. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009830>. Epub 2021 Jun 7. PMID: 34092096; PMCID: PMC8206001.
4. Kinnaird T., Gallagher S., Spratt J. C., Ludman P. et al. Complex high-risk and indicated percutaneous coronary inter-

- vention for stable angina: Does operator volume influence patient outcome? *Am. Heart J.*, 2020 Apr; 222:15–25. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2019.12.019>. Epub 2020 Jan 7. PMID: 32004796.
5. *Kovach C. P., Hebbe A., Barón A. E., Strobel A. et al.* Clinical Characteristics and Outcomes Among Patients Undergoing High-Risk Percutaneous Coronary Interventions by Single or Multiple Operators: Insights from the Veterans Affairs Clinical Assessment, Reporting, and Tracking Program. *J. Am. Heart Assoc.*, 2021 Dec 7; 10(23): e022131. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.022131>. Epub 2021 Nov 15. PMID: 34775783; PMCID: PMC9075385.
  6. *Shamkhani W., Kinnaird T., Ludman P., Rashid M., Mamas M. A.* Sex differences in high-risk but indicated coronary interventions (CHiP): National report from British Cardiovascular Intervention Society Registry. *Catheter Cardiovasc. Interv.*, 2022 Feb; 99(2): 447–456. <https://doi.org/10.1002/ccd.30081>. Epub 2022 Jan 18. PMID: 35043563.
  7. *Patel B., Assaf O., Nabi A., Wiper A. et al.* Ultra-low contrast, complex left main coronary intervention case series using novel intravascular ultrasound technology. *Eur. Heart J. Case Rep.*, 2021 Nov 4; 5(11): ytab398. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytab398>. PMID: 34870084; PMCID: PMC8637793.

## Сведения об авторах / Information about authors

**Шахов Евгений Борисович**, доктор медицинских наук, доцент кафедры рентгеноэндovasкулярной диагностики и лечения факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

Тел.: + 7 (831) 433-75-78. Электронная почта: es-ngma@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-4967-3252

Вклад автора: написание и утверждение окончательного варианта публикации.

**Evgeniy B. Shakhov**, M. D. Med., associate professor of the endovascular diagnostic and treatment department on faculty of additional professional education, «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 10/1, pl. Minina i Pozharskogo, Nizhny Novgorod, 603005, Russia.

Phone number: +7 (831) 433-75-78. E-mail: es-ngma@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-4967-3252

Author's contribution: writing and approving the final version of the publication.

**Петрова Екатерина Борисовна**, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики ФДПО ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

Тел.: +7 (910) 796-37-13. Электронная почта: eshakhova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-2829-515X

Вклад автора: создание концепции, редактирование публикации.

**Ekaterina B. Petrova**, D. Med., Associate Professor, Department of Radiodiagnosis, Faculty of Doctors Advanced Training, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 10/1, pl. Minin and Pozharsky, Nizhny Novgorod, 603950, Russia.

Phone number: +7 (910) 793-37-13. E-mail: eshakhova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-2829-515X

Author's contribution: creating a concept, editing a publication.

**Лямаев Александр Дмитриевич**, врач по рентгеноэндovasкулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б. А. Королева», Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603136, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 209.

Тел.: +7 (831) 262-13-21. Электронная почта: lyamaevrxo@gmail.com

ORCID.org/0000-0001-9859-6305

Вклад автора: работа с иллюстрациями, формирование подрисуночных подписей.

**Aleksandr D. Lyamaev**, physician of the interventional diagnostic and treatment, Department of interventional diagnostic and treatment, Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital named after academician B. A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 209, ul. Vaneeva, Nizhny Novgorod, 603136, Russia.

Phone number: +7 (831) 262-13-21. E-mail: lyamaevrxo@gmail.com

ORCID.org/0000-0001-9859-6305

Author's contribution: work with illustrations, the formation of captions.

**Чеботарь Евгений Викторович**, доктор медицинских наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б. А. Королева», Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603136, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 209.

Тел.: +7 (831) 262-13-21. Электронная почта: mail@skkbnn.ru

ORCID.org/0000-0001-9778-016X

Вклад автора: интерпретация данных ангиографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования.

**Evgeniy V. Chebotar'**, M. D. Med., head of the interventional diagnostic and treatment department, Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital named after academician B. A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 209, ul. Vaneeva, Nizhny Novgorod, 603136, Russia.

Phone number: +7 (831) 262-13-21. E-mail: mail@skkbnn.ru

ORCID.org/0000-0001-9778-016X

Author's contribution: interpretation of angiography and intravascular ultrasound information.

**Шульц Антон Алексеевич**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии и флебологии Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603155, г. Нижний Новгород, ул. Верхне-Волжская набережная, д. 18.

Тел.: +7 (831) 422-13-30. Электронная почта: angio\_kardio\_pimu@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-5538-6631

Вклад автора: интерпретация внутрисосудистого ультразвукового исследования.

**Anton A. Shul'ts**, Ph. D. Med., head of the cardiovascular surgery and phlebology department in University Clinic, «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 18, ul. Verchne-Volzhsкая embankmen, Nizhny Novgorod, 603155, Russia.

Phone number: +7 (831) 422-13-30.

Электронная почта: angio\_kardio\_pimu@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-5538-6631

Author's contribution: interpretation of intravascular ultrasound information.

**Шарланов Сергей Петрович**, клинический ординатор ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

Тел.: + 7 (988) 204-29-61. Электронная почта: sergeysharpalov@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-5313-7305

Вклад автора: работа с литературой и оформление списка литературы.

**Sergey Petrovich Sharlanov**, clinical resident of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod.

Address: 10/1, pl. Minin and Pozharsky, Nizhny Novgorod, 603950, Russia.

Phone number: + 7 (988) 204-29-61. E-mail: sergeysharpalov@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-5313-7305

Author's contribution: working with literature and making a list of references.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 13.11.2022 г.

Дата одобрения после рецензирования: 25.11.2022 г.

Дата принятия статьи к публикации: 21.01.2023 г.