



КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3, 2024

Том XIX



ISSN 2377-6194

МЕДИА  СФЕРА

Роль внутрисосудистой визуализации и физиологической оценки коронарного кровотока в определении стратегии лечения у пациентов с острым коронарным синдромом. Анализ итогов работы Российского регистра по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии за 2021–2022 гг.

© О.Е. ЗАУРАЛОВ¹, В.Н. АРДЕЕВ¹, В.В. ДЕМИН^{2, 3}, А.М. БАБУНАШВИЛИ^{4, 5}, Т.В. КИСЛУХИН⁶,
Е.В. МЕРКУЛОВ⁷, Е.Ю. КОСТЫРИН⁶, В.А. ИГНАТОВ⁸, С.В. КОЗЛОВ⁹, Д.В. ТЕПЛЯКОВ¹⁰,
Е.Ю. ГУБАРЕНКО¹¹, Н.А. КОЧЕРГИН¹², Е.А. ШЛОЙДО¹³, Д.А. АСАДОВ⁵

¹ГБУЗ Ленинградской области «Всеволожская клиническая межрайонная больница», Всеволожск, Россия;

²ГБУЗ «Оренбургская областная клиническая больница им. В.И. Войнова», Оренбург, Россия;

³ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, Оренбург, Россия;

⁴Центр эндоваскулярной и литотрипсии, Москва, Россия;

⁵ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия;

⁶ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова», Самара, Россия;

⁷ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Россия;

⁸ГБУЗ «Челябинская областная клиническая больница», Челябинск, Россия;

⁹Медицинское объединение «Новая больница», Екатеринбург, Россия;

¹⁰ГБУЗ «Городская Покровская больница», Санкт-Петербург, Россия;

¹¹КГБУЗ «Алтайский краевой кардиологический диспансер», Барнаул, Россия;

¹²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Россия;

¹³ГБУЗ «Городская многопрофильная больница №2», Санкт-Петербург, Россия

Резюме

Методы внутрисосудистой визуализации (внутрисосудистый ультразвук и оптическая когерентная томография) и физиологической оценки коронарного кровотока получают все большее распространение в клинической практике российских отделений. Однако данные о частоте и характере применения этих методов исследования у пациентов с острым коронарным синдромом в Российской Федерации недостаточно освещены и не носят систематизированного характера. Российский регистр по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии (РеВИЗ), функционирующий с 2021 г., позволяет объективно оценить состояние и тенденции развития внутрисосудистых методов диагностики в российских клиниках.

В 2021–2022 гг. в базу данных регистра включены сведения о 7967 внутрисосудистых исследованиях, выполненных в 23 отделениях из 14 городов страны. Из этих исследований 1630 (20,5%) произведены пациентам с острым коронарным синдромом. Исследования функционального резерва кровотока выполнены в 594 случаях, в 75% — в варианте негиперемических индексов. Наиболее часто физиологические исследования производились на диагностическом этапе и в 65% наблюдений позволили воздержаться от операции на изучаемом сегменте. Методы внутрисосудистой визуализации использованы в 1034 случаях (внутрисосудистое ультразвуковое исследование — 910, оптическая когерентная томография — 124). Чаше всего внутрисосудистая визуализация использовалась во время операции для точного подбора инструментов для вмешательства (65%) или оценки необходимости дополнительного воздействия в случае субоптимального результата (20%). Использование методов внутрисосудистой диагностики в различных клиниках значительно отличается по частоте, преобладающая доля приходится на два отделения. Несмотря на то что существуют разные подходы и нерешенные вопросы относительно применения внутрисосудистой визуализации и физиологии при остром коронарном синдроме, эти методы играют важную роль при проведении коронарографии и чрескожного коронарного вмешательства у пациентов с ОКС. Накопленный опыт и данные РеВИЗ свидетельствуют о безопасности и перспективности этих методов.

Ключевые слова: острый коронарный синдром, фракционный резерв кровотока, моментальный резерв кровотока, диастолический резерв кровотока, коэффициент полного цикла покоя, коронарография, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, оптическая когерентная томография, стентирование коронарных артерий.

Информация об авторах:

Зауралов О.Е. — <https://orcid.org/0000-0001-8898-9965>

Ардеев В.Н. — <https://orcid.org/0000-0003-2723-0511>

Демин В.В. — <https://orcid.org/0000-0002-4541-8078>

Бабунашвили А.М. — <https://orcid.org/0000-0003-2269-7059>

Кислухин Т.В. — <https://orcid.org/0000-0003-2107-7499>

Меркулов Е.В. — <https://orcid.org/0000-0001-8193-8575>

Костырин Е.Ю. — <https://orcid.org/0000-0002-9793-770X>

Игнатов В.А. — <https://orcid.org/0000-0002-6378-5218>

Козлов С.В. — <https://orcid.org/0009-0007-1646-9099>

Тепляков Д.В. — <https://orcid.org/0000-0002-1054-2896>

Губаренко Е.Ю. — <https://orcid.org/0000-0002-7333-5915>

Кочергин Н.А. — <https://orcid.org/0000-0002-1534-264X>

Шлойдо Е.А. — <https://orcid.org/0000-0001-8555-3023>

Асадов Д.А. — <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>

Автор, ответственный за переписку: Зауралов О.Е. — e-mail: zauralov@list.ru

Как цитировать:

Зауралов О.Е., Ардеев В.Н., Демин В.В., Бабунашвили А.М., Кислухин Т.В., Меркулов Е.В., Костырин Е.Ю., Игнатов В.А., Козлов С.В., Тепляков Д.В., Губаренко Е.Ю., Кочергин Н.А., Шлойдо Е.А., Асадов Д.А. Роль внутрисосудистой визуализации и физиологической оценки коронарного кровотока в определении стратегии лечения у пациентов с острым коронарным синдромом. Анализ итогов работы Российского регистра по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии за 2021—2022 гг. *Кардиологический вестник*. 2024;19(3):43—52. <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20241903143>

Intravascular imaging and physiological assessment of coronary blood flow for treatment strategy in patients with acute coronary syndrome. Analysis of Russian registry of intravascular imaging and physiological methods in 2021—2022

© О.Е. ZAURALOV¹, V.N. ARDEEV¹, V.V. DEMIN^{2,3}, A.M. BABUNASHVILI^{4,5}, T.V. KISLUKHIN⁶, E.V. MERKULOV⁷, E.YU. KOSTYRIN⁶, V.A. IGNATOV⁸, S.V. KOZLOV⁹, D.V. TEPLYAKOV¹⁰, E.YU. GUBARENKO¹¹, N.A. KOCHERGIN¹², E.A. SHLOIDO¹³, D.A. ASADOV⁵

¹Vsevolozhsk Clinical Interdistrict Hospital, Vsevolozhsk, Russia;

²Orenburg Regional Clinical Hospital, Orenburg, Russia;

³Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia;

⁴Center for Endosurgery and Lithotripsy, Moscow, Russia;

⁵Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian;

⁶Polyakov Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary, Samara, Russian;

⁷Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia;

⁸Chelyabinsk Regional Clinical Hospital, Chelyabinsk, Russia;

⁹Medical Association «New Hospital», Yekaterinburg, Russia;

¹⁰Pokrovskaya St. Petersburg City Hospital, St. Petersburg, Russia;

¹¹Altai Regional Cardiology Dispensary, Barnaul, Russia;

¹²Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia;

¹³St. Petersburg City Multi-field Hospital No. 2, St. Petersburg, Russia

Abstract

Intravascular imaging (intravascular ultrasound and optical coherence tomography) and physiological assessment of coronary blood flow become popular in Russian clinical practice. However, incidence and features of these assessment modalities in patients with acute coronary syndrome are not sufficiently systematized in the Russian Federation. The Russian Register of Intravascular Imaging and Physiological Methods has been functioning since 2021. This register allows objective assessment of state and trends in development of intravascular diagnostic methods in Russian hospitals.

In 2021—2022, this registry included data on 7967 intravascular diagnostic procedures in 23 hospitals and 14 cities. Of these, 1630 (20.5%) procedures were performed in patients with acute coronary syndrome. Assessment of functional blood flow reserve was performed in 594 cases (non-hyperemic index in 75% of cases). As a rule, physiological examinations were performed at the diagnostic stage and excluded intervention on the target segment in 65% of these cases. Intravascular imaging methods were used in 1034 cases (intravascular ultrasound — 910, optical coherence tomography — 124). In most cases, intraoperative intravascular imaging was used for accurate selection of instruments (65%) or assessment of the need for additional intervention in case of suboptimal result (20%). The use of intravascular imaging varies between hospitals, but only two departments perform the majority of procedures. Despite several different approaches and unsolved issues regarding intravascular imaging and physiological assessment in acute coronary syndrome, these methods are important for coronary angiography and percutaneous coronary intervention in patients with ACS. Available experience and registry data indicate these methods as safe and perspective ones.

Keywords: Acute Coronary Syndrome, Fractional Flow Reserve, Instant Wave-Free Ratio, Diastolic Hyperemia-Free Ratio, Resting Full-Cycle Ratio, coronary angiography, Intravascular Ultrasound, Optical Coherence Tomography, coronary stenting.

Information about the authors:

Zauralov O.E. — <https://orcid.org/0000-0001-8898-9965>

Ardeev V.N. — <https://orcid.org/0000-0003-2723-0511>

Demin V.V. — <https://orcid.org/0000-0002-4541-8078>

Babunashvili A.M. — <https://orcid.org/0000-0003-2269-7059>

Kislukhin T.V. — <https://orcid.org/0000-0003-2107-7499>

Merkulov E.V. — <https://orcid.org/0000-0001-8193-8575>
 Kostyrin E.Yu. — <https://orcid.org/0000-0002-9793-770X>
 Ignatov V.A. — <https://orcid.org/0000-0002-6378-5218>
 Kozlov S.V. — <https://orcid.org/0009-0007-1646-9099>
 Teplyakov D.V. — <https://orcid.org/0000-0002-1054-2896>
 Gubarenko E.Yu. — <https://orcid.org/0000-0002-7333-5915>
 Kochergin N.A. — <https://orcid.org/0000-0002-1534-264X>
 Shloido E.A. — <https://orcid.org/0000-0001-8555-3023>
 Asadov D.A. — <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>
Corresponding author: Zauralov O.E. — e-mail: zauralov@list.ru

To cite this article:

Zauralov OE, Ardeev VN, Demin VV, Babunashvili AM, Kislukhin TV, Merkulov EV, Kostyrin EYu, Ignatov VA, Kozlov SV, Teplyakov DV, Gubarenko EYu, Kochergin NA, Shloido EA, Asadov DA. Intravascular imaging and physiological assessment of coronary blood flow for treatment strategy in patients with acute coronary syndrome. Analysis of Russian registry of intravascular imaging and physiological methods in 2021—2022. *Russian Cardiology Bulletin*. 2024;19(3):43–52. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20241903143>

Введение

Методы внутрисосудистой визуализации — внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) и оптическая когерентная томография (ОКТ), а также способы внутрисосудистой оценки функционального резерва кровотока (ФРК) в варианте как гиперемических, так и негиперемических индексов — получили широкое распространение в практике рентгенохирургических отделений при диагностических и лечебных вмешательствах. Недостаточная информативность, а иногда и парадоксальная недоступность неинвазивных методов диагностики ишемии миокарда на дооперационном этапе диктуют необходимость принимать решения о значимости «пограничных» стенозов коронарных артерий в условиях рентгеноперационной. Необходимость функциональной оценки степени тяжести стеноза при этом выходит на первый план, что подтверждено целым рядом исследований [1–5] и получило отражение во всех современных рекомендациях [6–9]. Кроме непосредственного принятия решения о значимости стеноза и необходимости реваскуляризации, исследование коронарного кровотока позволяет оценить эффективность вмешательства [3, 5]. В свою очередь внутрисосудистая визуализация, помимо диагностического значения, существенно влияет на тактику оперативного лечения, подбор инструментов, оценку результатов, в конечном итоге улучшая результаты лечения [10–14]. Необходимость рутинного применения внутрисосудистой визуализации в практике рентгенэндоваскулярного хирурга становится все более очевидной, что нашло отражение в российском «Согласительном документе экспертной группы РНОИК» [15].

Менее определенной остается ситуация с использованием внутрисосудистых методов диагностики при остром коронарном синдроме (ОКС).

Применение данных методов у пациентов с ОКС важно с диагностической точки зрения. В спорных случаях они позволяют исключить атеротромбоз и избежать ненужной дополнительной антитромботической терапии; при многососудистом поражении в ряде случаев могут быть полезны для выявления симптом-связанной артерии.

Данные методы все более широко применяются в практической деятельности многих отделений, что требует обобщения и систематизации их опыта.

Цель исследования — проанализировать роль и место внутрисосудистой визуализации и физиологической оценки коронарного кровотока при остром коронарном синдроме в клинической практике российских отделений по данным 2 лет работы регистра по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии (РеВИЗ).

Материал и методы

Российский РеВИЗ создан по инициативе рабочей группы под эгидой Российского научного общества интервенционных кардиологов и начал функционировать в 2021 г. База данных регистра функционирует на интернет-платформе (imv-data.ru) с возможностью внесения данных как со стационарных компьютеров, так и с мобильных устройств. Детали дизайна регистра, особенности заполнения форм и правила включения клиник и специалистов описаны ранее [16, 17]. Принципиально важно, что опросник регистра не перегружен, максимально алгоритмизирован и, хотя включает 14 разделов и 184 параметра, делает возможным заполнение одной формы примерно за 1 мин.

В регистре учитываются все известные на сегодняшний момент виды диагностики, связанные с использованием внутрисосудистых методов визуализации и физиологии.

Исследование коронарного кровотока осуществлялось путем измерения фракционного резерва кровотока, а также негиперемических индексов. В 2021 г. на начальном этапе формирования данных регистра все негиперемические индексы были объединены и включены в директиву моментального резерва кровотока (MPK, iFR — Instant Wave-Free Ratio) в связи с недостаточным распространением в российских клиниках других индексов для анализа. В 2022 г., помимо iFR, достаточное распространение получили и другие негиперемические индексы — DFR, RFR, в связи с чем они анализировались уже отдельно. Достижение гиперемии осуществлялось путем внутривенного или внутрикоронарного введения раствора аденозиндифосфата или папаверина.

Внутрисосудистая визуализация включала ВСУЗИ, в том числе с оценкой виртуальной гистологии (IVUS-VH) и ВСУЗИ высокого разрешения (HD-IVUS), ОКТ, а также варианты ВСУЗИ и ОКТ ко-регистрации с ангиографией.

Таблица 1. Общее количество внутрисосудистых диагностических исследований при ОКС за 2 года

Table 1. Total number of intravascular diagnostic procedures in ACS for 2 years

№ п/п	Учреждения	Количество исследований		
		2021 г.	2022 г.	2021—2022 гг.
1	ГБУЗ Ленинградской области «Всеволожская клиническая межрайонная больница»	333	792	1125
2	ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова»	58	254	312
3	Центр эндоваскулярной и литотрипсии	33	24	57
4	ГБУЗ «Челябинская областная клиническая больница»	16	19	35
5	Медицинское объединение «Новая больница»	0	29	29
6	ГБУЗ «Городская Покровская больница»	14	10	24
7	ГАУЗ «Оренбургская областная клиническая больница им. В.И. Войнова»	8	7	15
8	ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, 1-е отделение	0	12	12
9	КГБУЗ «Алтайский краевой кардиологический диспансер»	0	11	11
10	ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»	0	4	4
11	ГБУЗ «Городская многопрофильная больница №2»	0	3	3
12	Центральная клиническая больница РАН	2	0	2
13	ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)	0	1	1
	Всего	464	1166	1630

Таблица 2. Виды исследований функционального резерва кровотока

Table 2. Examinations of blood flow functional reserve

Параметр	2021 г.	2022 г.	2021—2022 гг.
ФПК	30	119	149
iFR	115	136	251
DFR	—	40	40
RFR	—	154	154
Все негиперемические индексы	115	330	445
Всего	145	449	594

Исследования выполнены на оборудовании основных производителей медицинской техники данного направления: Philips/Volcano, Boston Scientific, Abbott/StJM, Terumo.

Результаты

За 2 года в регистре участвовало 23 отделения из 22 клиник, представляющих 14 городов России. В 2021 г. в РеВИЗ включены данные о 2632 исследованиях, что составило 46,9% от всех процедур, произведенных в стране; в 2022 г. — о 5335 (45,6%). Это свидетельствует о репрезентативности данных регистра для оценки состояния и тенденций развития внутрисосудистых методов в стране. Достаточно неожиданной при анализе данных за 2021 г. оказалась большая доля исследований, выполненных при ОКС, — 17%. Тенденция сохранилась и даже упрочилась в 2022 г., когда при ОКС произведено 25% процедур, а в среднем за 2 года — 20%.

Всего за 2021 г. выполнено 449 внутрисосудистых исследований при ОКС, за 2022 г. — 1144. Исследования внутрисосудистой визуализации и физиологии при ОКС выполнялись в 13 клиниках, участвовавших в регистре, при этом наибольшая доля таких процедур с большим отрывом при-

ходится на два стационара: ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиническая межрайонная больница» (далее — ГБУЗ ЛО «Всеволожская КМБ») и ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова» (табл. 1).

В 2021 г. при ОКС произведено 145 исследований коронарной физиологии у 90 пациентов, в 2022 г.: 449 — у 258 больных. Распределение больных и исследований по клиникам отображено на рис. 1. В табл. 2 представлено распределение различных видов оценки функционального резерва кровотока.

Среди показаний для выполнения исследования коронарной физиологии в 2021 и 2022 гг. доминантную позицию занимает анализ промежуточных или ангиографически неопределенных поражений (57%). В 15% случаев исследовались длинные поражения, в 9% — устьевые поражения, в 7% — осуществлялся интраоперационный контроль результатов вмешательства, причем доля послеоперационного контроля увеличилась с 2% в 2021 г. до 10% в 2022 г.

Преимущественной зоной интереса при инвазивной функциональной диагностике являлась передняя нисходящая артерия, количество исследований которой превысило все остальные артерии, вместе взятые, и составило 59% от общего количества (рис. 2).

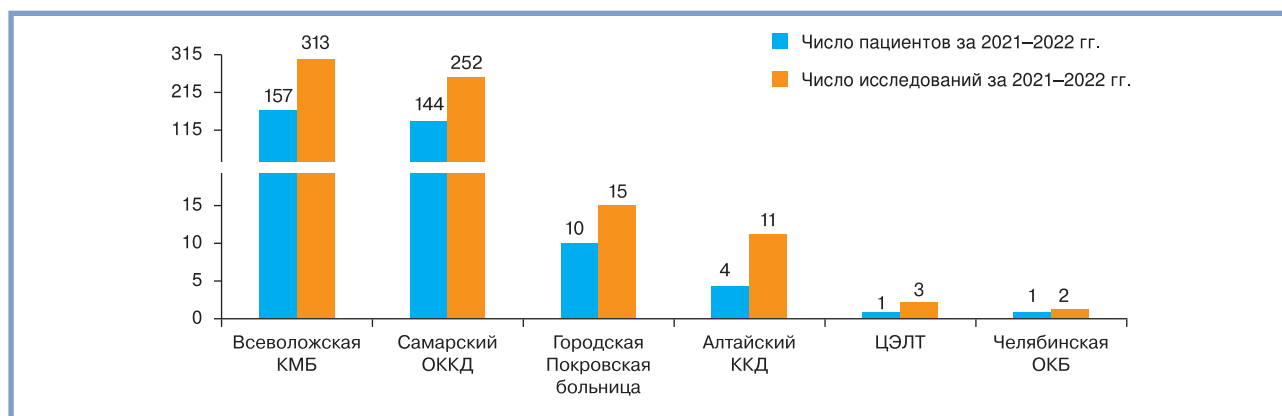


Рис. 1. Исследования коронарной физиологии у пациентов с ОКС в 2021—2022 гг.

Fig. 1. Research of coronary physiology in patients with ACS in 2021—2022.

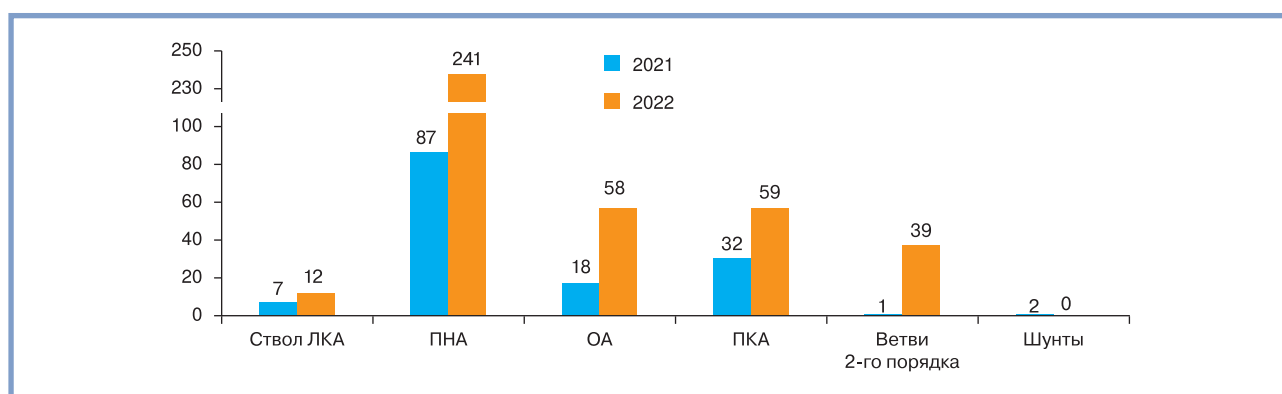


Рис. 2. Исследованные коронарные артерии при анализе функционального резерва кровотока.

ЛКА — левая коронарная артерия; ПНА — передняя нисходящая артерия; ОА — огибающая артерия; ПКА — правая коронарная артерия.

Fig. 2. Examined coronary arteries in analysis of blood flow functional reserve.

Ожидается, что измерение коронарной физиологии выполнялось преимущественно на диагностическом этапе, что непосредственно влияло на выбор стратегии лечения пациента. Преобладала ситуация, когда стеноз рассматривался как гемодинамически незначимый и не требовал реваскуляризации. Вместе с тем частота такого результата уменьшилась с 77% в 2021 г. до 61% в 2022 г., составив за 2 года 65%. Частично это связано с тем, что в 2022 г. в регистр включили дополнительный критерий оценки «решение об эндоваскулярной операции следующим этапом», доля таких случаев составила 7%. Однако имеет место и увеличение частоты положительного решения вопроса о необходимости оперативного лечения — с 21 до 28% (в среднем 26%). Дополнительное воздействие после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) на основании данных физиологического контроля выполнено в 2% случаев, программное контрольное исследование назначено в 1%.

В 2021 г. под контролем физиологии выполнено 23 операции, в 2022 г. — 74. Оценка результатов чрескожного вмешательства осуществлялась в 83% случаев всех операций, выполненных под контролем внутрисосудистой физиологии. В 11,3% случаев выполняемое контрольное исследование становилось промежуточным, так как требовалось дополнительное воздействие ввиду субоптимального

Таблица 3. Виды внутрисосудистой визуализации при ОКС

Table 3. Types of intravascular imaging in ACS

Параметр	2021	2022	2021—2022
ВСУЗИ	276	634	910
ОКТ	41	83	124
Всего	317	717	1034

результата. Итоговый оптимальный результат стентирования достигнут в 96% операций.

В 2022 г. в 2 раза увеличилось число пациентов и в 2,3 раза — количество исследований, связанных с внутрисосудистой визуализацией при ОКС (табл. 3). Распределение пациентов и исследований по клиникам представлено на рис. 3. С большим отрывом лидирующее место по частоте применения данного метода у экстренных пациентов занимает ГБУЗ ЛО «Всеволжская КМБ».

Наиболее частыми показаниями для применения внутрисосудистой визуализации за 2 года являлись длинные (2%) и устьевые (13%) поражения, а также интраоперационный контроль результатов вмешательства (17%). Далее идет подбор необходимых размеров инструментов (13%), поражение ствола левой коронарной артерии (12%), бифуркационные поражения (9%). Доля применения внутрисосудистой

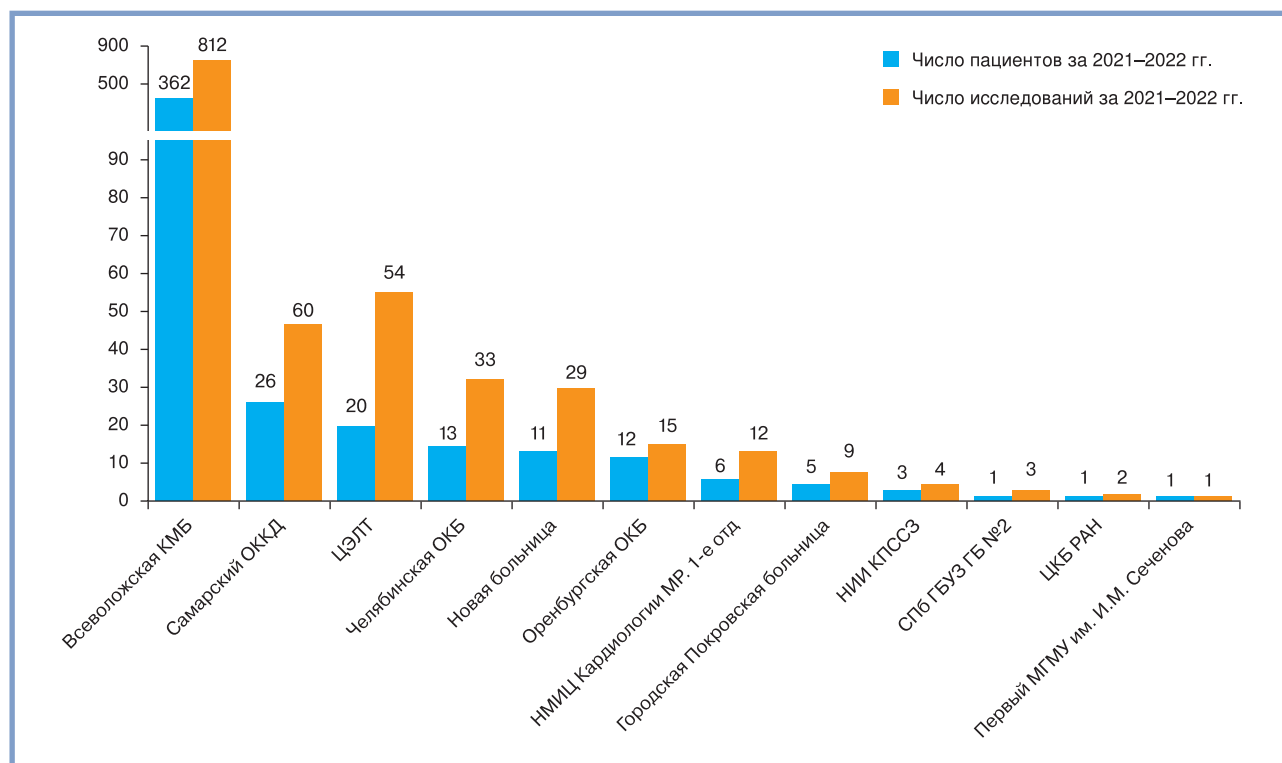


Рис. 3. Внутрисосудистая визуализация у пациентов с ОКС в 2021—2022 гг.

Fig. 3. Intravascular imaging in patients with ACS in 2021—2022.

судистой визуализации при реканализации хронических окклюзий, аневризмах коронарных артерий и аортокоронарных шунтах составила суммарно за 2 года <1%. Необходимо отметить, что показания к исследованию довольно значительно разнились по годам; в частности, в 2022 г. существенно увеличилась доля интраоперационных процедур.

Как и при использовании интракоронарной физиологии, доминантное внимание при использовании внутрисосудистой визуализации уделяется передней нисходящей артерии (63% в общей доле исследований), при этом второе место с большим отрывом занимают исследования ствола левой коронарной артерии (рис. 4).

В $2/3$ наблюдений внутрисосудистая визуализация влияла на тактику лечения пациентов. Стратегически важно правильно подобрать инструмент для ЧКВ (65%) и оценить необходимость дополнительного воздействия в случае неоптимального результата вмешательства (20%), так как это вносит основной вклад в отдаленные результаты. В существенно меньшем количестве случаев по сравнению с физиологической оценкой на основании визуализации при ОКС выставляются показания к оперативному лечению (9%) или, наоборот, операция считается нецелесообразной (6%). Наиболее частыми показаниями для дополнительного воздействия являются недостаточное раскрытие стента и малаппозиция (рис. 5).

В 2021 г. под контролем внутрисосудистой визуализации выполнено 136 операций, в 2022 г. — 294. Оценка результатов ЧКВ выполнялась в 97% случаев от всех операций, выполненных под контролем визуализации. Из них в 28,4% случаев потребовалось дополнительное воздействие, итоговый оптимальный результат стентирования достигнут в 97% наблюдений.

Участники регистра за 2 года не зарегистрировали осложнений, связанных с методом исследования (диссекция или перфорация коронарной артерии, жизнеугрожающие нарушения ритма, острый инфаркт миокарда, смерть, инородное тело), при выполнении внутрисосудистой диагностики.

Обсуждение

Оценив положительный результат применения внутрисосудистых диагностических методик при стабильной ишемической болезни сердца, эндоваскулярное сообщество предпринимает попытку экстраполировать накопленный опыт на пациентов с ОКС. В последние годы растет количество публикаций, посвященных данной тематике. Вторая часть Европейского экспертного консенсусного документа «Клиническое использование интракоронарных изображений» полностью посвящена применению методов при ОКС [18]. В регламентирующем документе по лечению пациентов с ОКС Европейского общества кардиологов от 2023 г. указано, что интраваскулярная визуализация может быть использована во время проведения ЧКВ (класс IIa) и возможно применение методов интраваскулярной визуализации (предпочтительнее ОКТ) у больных с неочевидной симптом-связанной артерией (класс IIb) [19]. Кроме того, в Корейском регистре, сравнивающем ЧКВ под контролем ВСУЗИ и ангиографии у пациентов с ОКСnST, проанализировали 3-летние результаты выживаемости в обеих группах: показатель отдаленной летальности был ниже в группе ВСУЗИ — 4,8% против 8,0% ($n=9007$) [20]. А в исследовании IVUS-XPL частота MACE была существенно ниже в группе ВСУЗИ — 2,9% против 5,8% [11].

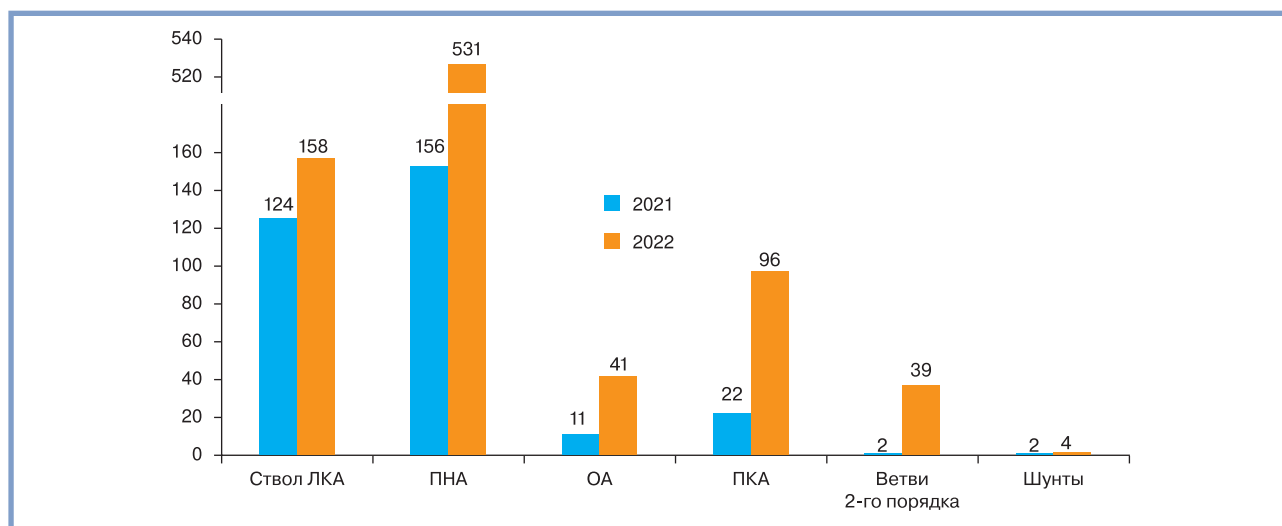


Рис. 4. Исследованные коронарные артерии при применении внутрисосудистой визуализации.

Fig. 4. Examined coronary arteries in intravascular imaging.

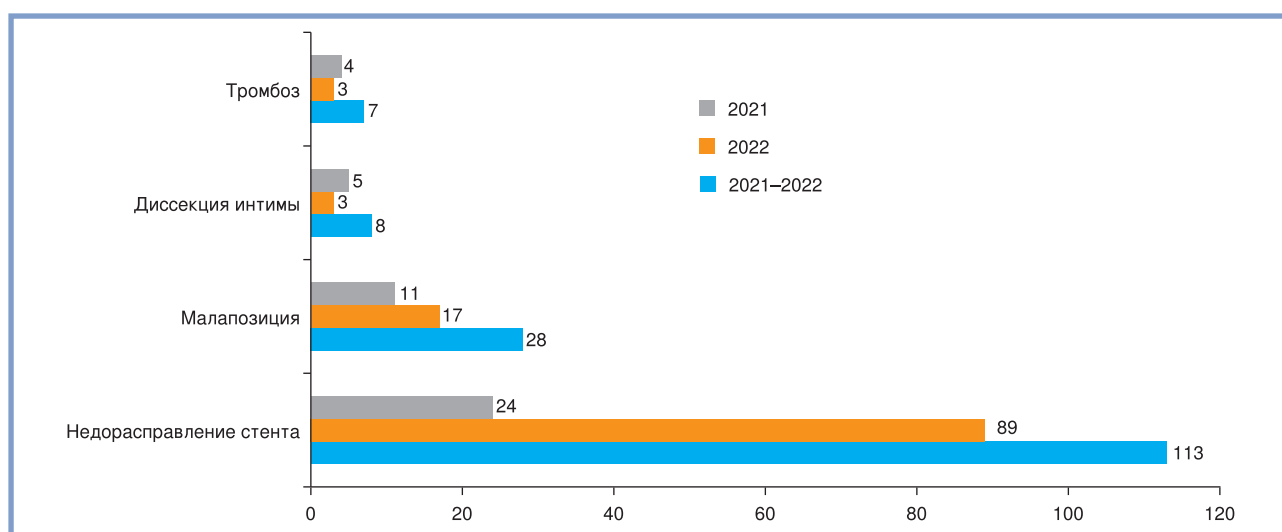


Рис. 5. Показания к дополнительному воздействию на основании данных внутрисосудистой визуализации.

Fig. 5. Indications for additional exposure based on intravascular imaging data.

Особое значение у пациентов с ОКС и многососудистым поражением отводится полной реваскуляризации миокарда левого желудочка на основе данных коронарной физиологии. В рандомизированном исследовании FRAME-AMI показано преимущество стратегии ЧКВ с оценкой гемодинамической значимости стеноза в неинфаркт-связанных артериях на основании ФРК по сравнению с только визуальной ангиографической оценкой у пациентов с ОКСбпСТ в отношении риска смерти, инфаркта миокарда или повторной реваскуляризации [21]. Для подгруппы пациентов с ИМпСТ разницы в частоте смертей и повторных нежелательных событий после ЧКВ на основании данных ФРК или визуального анализа получено не было.

Впервые в рекомендациях Европейского общества кардиологов по лечению пациентов с ОКС отражена возможность функциональной оценки инфаркт-несвязанной ар-

терии во время индексной процедуры у больных с ИМбпСТ (класс IIb) [19]. В более ранних работах продемонстрировано, что методы оценки коронарной физиологии могут успешно применяться у больных ОКС, в том числе для выбора стратегии лечения и решения вопроса о вмешательстве на других артериях, помимо симптом-связанной [22–24]. При этом в ряде исследований показано, что у пациентов с ОКС принятие решений о целесообразности реваскуляризации как на симптом-связанных, так и на остальных артериях на основе ФРК или негиперемических индексов сопровождается худшими результатами, в первую очередь за счет более частых повторных вмешательств [25, 26].

При этом подходы к использованию внутрисосудистых исследований и коронарной физиологии у экстренных пациентов существенно отличаются в разных клиниках.

Из отделений, участвующих в регистре РеВИЗ, наибольший опыт использования внутрисосудистой визуализации

зации и физиологии у пациентов с ОКС имеют ГБУЗ ЛО «Всеволожская КМБ» и ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова». В большинстве клиник внутрисосудистая визуализация при ОКС применяется для решения вопроса о необходимости реваскуляризации, в первую очередь посредством подтверждения признаков нестабильности целевого поражения. При этом в связи с возможной фрагментацией рыхлого субстрата, эмболизацией и развитием синдрома slow-no-reflow осторожно используется стратегия оптимизации установки стента с агрессивной постдилатацией, принятая для хронических поражений. В то же время в ГБУЗ ЛО «Всеволожская КМБ» в 32% случаев ВСУЗИ выполнялось у пациентов со STEMI, что в 72% случаев позволило проинформировать дополнительную постдилатацию и добиться оптимального результата ЧКВ.

Широко обсуждаемым и до конца не решенным остается вопрос об оптимальном времени и стратегии выполнения внутрисосудистых функциональных исследований у пациентов с ОКС. В ГБУЗ ЛО «Всеволожская КМБ» выбрана следующая стратегия принятия решений.

1. Физиологическая оценка в инфаркт-связанной артерии у пациентов STEMI не проводится. Возможна физиологическая оценка кровотока в индексную госпитализацию в неинфаркт-связанной артерии у пациентов STEMI, поскольку теоретически предполагается, что кровотока не уменьшается в другом коронарном бассейне.

2. Физиологическая оценка инфаркт-связанной артерии у пациентов NSTEMI (со значительным повышением маркеров некроза) может быть неинформативной из-за микроциркуляторной дисфункции. Возможна физиологическая оценка кровотока *ad hoc* в неинфаркт-связанной артерии для определения тактики лечения.

3. Применение методов физиологической оценки коронарного кровотока у пациентов NSTEMI (без повышения маркеров некроза) проводится по тем же принципам, что и у пациентов с хроническим коронарным синдромом.

В ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова» используются два основных показателя для применения RFR/FFR при опре-

делении тактики лечения пациентов: 1 — в качестве оценки полноты реваскуляризации после ЧКВ на инфаркт-связанной артерии при многососудистом поражении (в 72,2% случаев этой группы последующее эндоваскулярное вмешательство было отклонено ввиду отсутствия гемодинамической значимости стенозов других сосудистых бассейнов, данная реваскуляризация была расценена как полная, 21,1% пациентов с функционально значимыми поражениями рекомендовано ЧКВ следующим этапом, 6,7% — рекомендовано коронарное шунтирование); 2 — для определения симптомов-связанной артерии при наличии пограничных стенозов (50—75%) и отсутствии изменений на электрокардиограмме.

Несмотря на накопленный опыт указанных двух клиник, внедрение локальных протоколов для широкого применения представляется преждевременным.

Следующим шагом в совершенствовании РеВИЗ станет внедрение опции отслеживания отдаленных результатов. Это поможет в известной степени стандартизировать данные внутрисосудистых исследований, а также объективизировать результаты операций и диагностических решений, принятых на их основе.

Заключение

Российский регистр по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии свидетельствует о возрастании роли данных методов исследования в практической деятельности российских отделений рентгенохирургии. Данные 2-летних наблюдений свидетельствуют об объективно значимой доле этих исследований у пациентов с ОКС. Их применение является безопасным и позволяет получить необходимую информацию для принятия клинических решений. Накопление клинического опыта и появление новых результатов исследований позволяют уточнить место и роль данных видов диагностики у экстренных кардиологических пациентов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Ahn JM, Park DW, Shin ES, Koo BK, Nam CW, Doh JH, Kim JH, Chae IH, Yoon JH, Her SH, Seung KB, Chung WY, Yoo SY, Lee JB, Choi SW, Park K, Hong TJ, Lee SY, Han M, Lee PH, Kang SJ, Lee SW, Kim YH, Lee CW, Park SW, Park SJ; IRIS-FFR Investigators†. Fractional Flow Reserve and Cardiac Events in Coronary Artery Disease: Data From a Prospective IRIS-FFR Registry (Interventional Cardiology Research Incooperation Society Fractional Flow Reserve). *Circulation*. 2017;135(23):2241–2251. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024433>
- Davies JE, Sen S, Dehbi HM, Al-Lamee R, Petraco R, Nijjer SS, Bhindi R, Lehman SJ, Walters D, Sapontis J, Janssens L, Vrints CJ, Khashaba A, Laine M, Van Belle E, Krackhardt F, Bojara W, Goings O, Härle T, Indolfi C, Niccoli G, Ribichini F, Tanaka N, Yokoi H, Takashima H, Kikuta Y, Erglis A, Vinhas H, Canas Silva P, Baptista SB, Alghamdi A, Hellig F, Koo BK, Nam CW, Shin ES, Doh JH, Brugaletta S, Alegria-Barrero E, Meuwissen M, Piek JJ, van Royen N, Sezer M, Di Mario C, Gerber RT, Malik IS, Sharp ASP, Talwar S, Tang K, Samady H, Altman J, Seto AH, Singh J, Jeremias A, Matsuo H, Kharbanda RK, Patel MR, Serruys P, Escaned J. Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI. *New England Journal of Medicine*. 2017;376(19):1824–1834. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1700445>
- Jeremias A, Davies JE, Maehara A, Matsumura M, Schneider J, Tang K, Talwar S, Marques K, Shammas NW, Gruberg L, Seto A, Samady H, Sharp A, Ali ZA, Mintz G, Patel M, Stone GW. Blinded Physiological Assessment of Residual Ischemia After Successful Angiographic Percutaneous Coronary Intervention: The Define PCI Study. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2019;12(20):1991–2001. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.05.054>
- Pijls NH, van Schaardenburgh P, Manoharan G, Boersma E, Bech GJW, van 't Veer M, Bar F, Hoorntje J, Koolen JJ, Wijns W, de Bruyne B. Percutaneous Coronary Intervention of Functionally Nonsignificant Stenosis: 5-Year Follow-Up of the DEFER Study. *JACC: Journal of the American College of Cardiology*. 2007;49(21):2105–2111. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.01.087>
- Tonino PA, Fearon WF, De Bruyne B, Oldroyd KG, Leeser MA, Ver Lee PN, Maccarthy PA, Van't Veer M, Pijls NH. Angiographic versus functional severity of coronary artery stenoses in the FAME study fractional flow reserve versus angiography in multivessel evaluation. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2010;55(25):2816–2821. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.11.096>
- Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):4076.

- 2020 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):4076. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/291560-4071-2020-4076>
7. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, Byrne RA, Collet JP, Falk V, Head SJ, Juni P, Kastrati A, Koller A, Kristensen SD, Niebauer J, Richter DJ, Seferovic PM, Sibbing D, Stefanini GG, Windecker S, Yadav R, Zembala MO; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on Myocardial Revascularization. The Task Force on myocardial revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal*. 2019;40(37):187–165. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>
 8. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, Prescott E, Storey RF, Deaton C, Cuisset T, Agewall S, Dickstein K, Edwardsen T, Escaned J, Gersh BJ, Svitil P, Gilard M, Hasdai D, Hatala R, Mahfoud F, Masip J, Muneretto C, Valgimigli M, Achenbach S, Bax JJ; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 2020;41(3):407–477. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>
 9. Writing Committee Members; Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, Bischoff JM, Bittl JA, Cohen MG, DiMaio JM, Don CW, Fremes SE, Gaudino MF, Goldberger ZD, Grant MC, Jaswal JB, Kurlansky PA, Mehran R, Metkus TS Jr, Nnacheta LC, Rao SV, Sellke FW, Sharma G, Yong CM, Zwischenberger BA. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Journal of American College of Cardiology*. 2022;79(2):e21–e129. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.09.006>
 10. Gao XF, Ge Z, Kong XQ, Kan J, Han L, Lu S, Tian NL, Lin S, Lu QH, Wang XY, Li QH, Liu ZZ, Chen Y, Qian XS, Wang J, Chai DY, Chen CH, Pan T, Ye F, Zhang JJ, Chen SL; ULTIMATE Investigators. 3-Year Outcomes of the ULTIMATE Trial Comparing Intravascular Ultrasound Versus Angiography-Guided Drug-Eluting Stent Implantation. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2021;14(3):247–257. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2020.10.001>
 11. Hong SJ, Mintz GS, Ahn CM, Kim JS, Kim BK, Ko YG, Kang TS, Kang WC, Kim YH, Hur SH, Hong BK, Choi D, Kwon H, Jang Y, Hong MK; IVUS-XPL Investigators. Effect of Intravascular Ultrasound-Guided Drug-Eluting Stent Implantation: 5-Year Follow-Up of the IVUS-XPL Randomized Trial. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2020;13(1):62–71. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.09.033>
 12. Darmoch F, Alraies MC, Al-Khadra Y, Pacha HM, Pinto DS, Osborn EA. Intravascular Ultrasound Imaging-Guided Versus Coronary Angiography-Guided Percutaneous Coronary Intervention: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association*. 2020;9(5):e013678. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013678>
 13. Lee JM, Choi KH, Song YB, Lee JY, Lee SJ, Kim SM, Yun KH, Cho JY, Kim CJ, Ahn HS, Nam CW, Yoon HJ, Park YH, Lee WS, Jeong JO, Song PS, Doh JH, Jo SH, Yoon CH, Kang MG, Koh JS, Lee KY, Lim YH, Cho YH, Cho JM, Jang WJ, Chun KJ, Hong D, Park TK, Yang JH, Choi SH, Gwon HC, Hahn JY; RENOVATE-COMPLEX-PCI Investigators. Intravascular Imaging-Guided or Angiography-Guided Complex PCI. *The New England Journal of Medicine*. 2023;388(18):1668–1679. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2216607>
 14. Yamamoto K, Shiomi H, Morimoto T, Watanabe H, Miyazawa A, Yamaji K, Ohya M, Nakamura S, Mitomo S, Suwa S, Domei T, Tatsushima S, Ono K, Sakamoto H, Shimamura K, Shigetoshi M, Taniguchi R, Nishimoto Y, Okayama H, Matsuda K, Yokomatsu T, Muto M, Kawaguchi R, Kishi K, Hadase M, Fujita T, Nishida Y, Nishino M, Otake H, Tanabe K, Abe M, Hibi K, Kadota K, Ando K, Kimura T; OPTIVUS-Complex PCI Investigators. Optimal Intravascular Ultrasound-Guided Percutaneous Coronary Intervention in Patients with Multivessel Disease. *JACC: Asia*. 2023;3(2):211–225. <https://doi.org/10.1016/j.jacasi.2022.12.009>
 15. Бабунашвили А.М., Азаров А.В., Ардеев В.Н., Асатов Д.А., Болотов П.А., Волков С.В., Глазырин Е.А., Громов Д.Г., Демин В.В., Зуралов О.Е., Иоселлиани Д.Г., Каракулов О.Г., Кислухин Т.В., Козлов С.В., Коков Л.С., Коротких А.В., Кретов Е.И., Матчин Ю.Г., Осиев А.Г., Самко А.Н., Семитко С.П., Созыкин А.В., Шахов Б.Е., Шахов Е.Б., Шарабрин Е.Г., Шугушев З.Х., Шукуров Б.М. Согласительный документ экспертной группы российского научного общества интервенционных кардиологов. О рутинном применении внутрисосудистых визуализирующих модальностей (ВСУЗИ, ОКТ) во время рентгенэндоваскулярных вмешательств при отдельных типах поражений коронарных артерий при хроническом коронарном синдроме и о необходимости оснащения всех рентгеноперационных страны системами внутрисосудистой визуализации. *Международный журнал интервенционной кардиологии*. 2023;74(3):9–51.
 16. Демин В.В., Бабунашвили А.М., Шугушев З.Х., Ардеев В.Н., Кислухин Т.В., Созыкин А.В., Матчин Ю.Г., Игнатов В.А., Кочанов И.Н., Тепляков Д.В., Ануфриев А.А., Кардапольцев Л.В., Ганюков В.И., Демин Д.В., Зуралов О.Е., Костырин Е.Ю., Атанесян Р.Ф., Глазырин Е.А., Селецкий С.С., Пилтакий В.Х., Агафонов Р.В., Каштанов М.Г., Кочергин Н.А. Российский регистр по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии: итоги первого года. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2022;16(3):27–39.
 17. Демин В.В., Бабунашвили А.М., Ардеев В.Н., Шугушев З.Х., Кислухин Т.В., Меркулов Е.В., Матчин Ю.Г., Ануфриев А.А., Тер-Акопян А.В., Семитко С.П., Игнатов В.А., Шукуров Ф.Б., Кочергин Н.А., Губаренко Е.Ю., Козлов С.В., Тепляков Д.В., Горьков А.И., Азаров А.В., Климовский С.Д., Шлойдо Е.А., Зуралов О.Е., Сероштанов Е.В., Костырин Е.Ю., Арутюнян Г.К., Атанесян Р.В., Агафонов Р.С., Долгов С.А., Асатов Д.А., Глазырин Е.А. Российский регистр по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии: двухлетние результаты. *Международный журнал интервенционной кардиологии*. 2023;74(3):52–75.
 18. Johnson TW, Räber L, di Mario C, Bourantas C, Jia H, Mattesini A, Gonzalo N, de la Torre Hernandez JM, Prati F, Koskinas K, Joner M, Radu MD, Erlinge D, Regar E, Kunadian V, Maehara A, Byrne RA, Capodanno D, Akasaka T, Wijns W, Mintz GS, Guagliumi G. Clinical use of intracoronary imaging. Part 2: acute coronary syndromes, ambiguous coronary angiography findings, and guiding interventional decision-making: an expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *European Heart Journal*. 2019;40(31):2566–2584. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz332>
 19. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, Claeys MJ, Dan GA, Dweck MR, Galbraith M, Gilard M, Hinterbuchner L, Jankowska EA, Juni P, Kimura T, Kunadian V, Leosdottir M, Lorusso R, Pedretti RFE, Rigopoulos AG, Rubini Gimenez M, Thiele H, Vranckx P, Wassmann S, Wenger NK, Ibanez B; ESC Scientific Document Group. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *European Heart Journal*. 2023;44(38):3720–3826. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191>
 20. Kim Y, Bae S, Johnson TW, Son NH, Sim DS, Hong YJ, Kim SW, Cho DK, Kim JS, Kim BK, Choi D, Hong MK, Jang Y, Jeong MH; KAMIR-NIH (Korea Acute Myocardial Infarction Registry-National Institutes of Health) Investigators [Link]. Role of Intravascular Ultrasound-Guided Percutaneous Coronary Intervention in Optimizing Outcomes in Acute Myocardial Infarction. *Journal of the American Heart Association*. 2022;11(5):e023481. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.023481>
 21. Lee JM, Kim HK, Park KH, Choo EH, Kim CJ, Lee SH, Kim MC, Hong YJ, Ahn SG, Doh JH, Lee SY, Park SD, Lee HJ, Kang MG, Koh JS, Cho YK, Nam CW, Koo BK, Lee BK, Yun KH, Hong D, Joh HS, Choi KH, Park TK, Yang JH, Song YB, Choi SH, Gwon HC, Hahn JY; FRAME-AMI

- Investigators. Fractional flow reserve versus angiography-guided strategy in acute myocardial infarction with multivessel disease: a randomized trial. *European Heart Journal*. 2023;44(6):473–484. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac763>
22. Lonborg J, Engström T, Kelbæk H, Helqvist S, Kløvgaard L, Holmvang L, Pedersen F, Jørgensen E, Saunamäki K, Clemmensen P, De Backer O, Ravkilde J, Tilsted HH, Villadsen AB, Aaroe J, Jensen SE, Raungaard B, Køber L, Høfsten DE; DANAMI 3-PRIMULTI Investigators. Fractional Flow Reserve—Guided Complete Revascularization Improves the Prognosis in Patients With ST-Segment—Elevation Myocardial Infarction and Severe Nonculprit Disease A DANAMI 3-PRIMULTI Substudy (Primary PCI in Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction and Multivessel Disease: Treatment of Culprit Lesion Only or Complete Revascularization). *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2017;10(4):e004460. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004460>
 23. Ntalianis A, Sels JW, Davidavicius G, Tanaka N, Muller O, Trana C, Barbatto E, Hamilos M, Mangiacapra F, Heyndrickx GR, Wijns W, Pijls NH, De Bruyne B. Fractional flow reserve for the assessment of nonculprit coronary artery stenoses in patients with acute myocardial infarction. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2010;3(12):1274–1281. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2010.08.025>
 24. van der Hoeven NW, Janssens GN, de Waard GA, Everaars H, Broyd CJ, Beijinink CWH, van de Ven PM, Nijveldt R, Cook CM, Petraco R, Ten Cate T, von Birgelen C, Escaned J, Davies JE, van Leeuwen MAH, van Royen N. Temporal Changes in Coronary Hyperemic and Resting Hemodynamic Indices in Nonculprit Vessels of Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *JAMA Cardiology*. 2019;4(8):736–744. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2019.2138>
 23. Hakeem A, Edupuganti MM, Almomani A, Pothineni NV, Payne J, Abualsuod AM, Bhatti S, Ahmed Z, Uretsky BF. Long-Term Prognosis of Deferred Acute Coronary Syndrome Lesions Based on Nonischemic Fractional Flow Reserve. *JACC: Journal of the American College of Cardiology*. 2016;68(11):1181–1191. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.06.035>
 24. Escaned J, Ryan N, Mejia-Renteria H, Cook CM, Dehbi HM, Alegria-Barbero E, Alghamdi A, Al-Lamee R, Altman J, Ambrosia A, Baptista SB, Bertilsson M, Bhindi R, Birgander M, Bojara W, Brugaletta S, Buller C, Calais F, Silva PC, Carlsson J, Christiansen EH, Danielewicz M, Di Mario C, Doh JH, Erglis A, Erlinge D, Gerber RT, Going O, Gudmundsdottir I, Härle T, Hauer D, Hellig F, Indolfi C, Jakobsen L, Janssens L, Jensen J, Jeremias A, Kåregren A, Karlsson AC, Kharbanda RK, Khashaba A, Kikuta Y, Krackhardt F, Koo BK, Koul S, Laine M, Lehman SJ, Lindroos P, Malik IS, Maeng M, Matsuo H, Meuwissen M, Nam CW, Niccoli G, Nijjer SS, Olsson H, Olsson SE, Omerovic E, Panayi G, Petraco R, Piek JJ, Ribichini F, Samady H, Samuels B, Sandhall L, Sapontis J, Sen S, Seto AH, Sezer M, Sharp ASP, Shin ES, Singh J, Takashima H, Talwar S, Tanaka N, Tang K, Van Belle E, van Royen N, Varenhorst C, Vinhas H, Vrints CJ, Walters D, Yokoi H, Fröbert O, Patel MR, Serruys P, Davies JE, Götteberg M. Safety of the Deferral of Coronary Revascularization on the Basis of Instantaneous Wave-Free Ratio and Fractional Flow Reserve Measurements in Stable Coronary Artery Disease and Acute Coronary Syndromes. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2018;11(15):1437–1444. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.05.029>
 25. Lee JM, Choi KH, Koo BK, Shin ES, Nam CW, Doh JH, Hwang D, Park J, Zhang J, Lim HS, Yoon MH, Takh SJ. Prognosis of deferred non-culprit lesions according to fractional flow reserve in patients with acute coronary syndrome. *Euro Intervention*. 2017;13:e-1113–e1119. <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-17-00110>
 26. Kuno T, Kiyohara Y, Maehara A, Ueyama H, Kampaktsis PN, Takagi H, Mehran R, Stone GW, Bhatt DL, Mintz GS, Bangalore S. Comparison of Intravascular Imaging, Functional or Angiographically Guided Coronary Intervention. *Journal of the American College of Cardiology*. 2023;82(23):2167–2176. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.09.823>

Поступила 06.03.2024

Received 06.03.2024

Принята к публикации 04.07.2024

Accepted 04.07.2024