



УДК 616.13

DOI 10.17802/2306-1278-2025-14-6-142-150

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ВНУТРИСОСУДИСТОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОРАЖЕНИЯМИ «НЕЗАЩИЩЕННОГО» СТВОЛА ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ

Б.Г. Алекаян, Н.Н. Мелешенко, А.Я. Новак, А.А. Саргсян

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Большая Серпуховская, 27, Москва, Российская Федерация, 115093

Основные положения

- Представлен анализ современных литературных данных, посвященных доказательной базе применения методов внутрисосудистой визуализации у пациентов с поражениями «незащищенного» ствола левой коронарной артерии.

Резюме

Чрескожное коронарное вмешательство представляет собой альтернативу коронарному шунтированию при лечении поражений ствола левой коронарной артерии у пациентов с ишемической болезнью сердца. Стентирование ствола левой коронарной артерии под контролем внутрисосудистой ультразвуковой визуализации и оптической когерентной томографии улучшает госпитальные и отдаленные результаты вмешательства. Однако до сих пор остается открытым вопрос о выборе метода визуализации в данной группе больных.

Ключевые слова

Ишемическая болезнь сердца • Коронарное шунтирование • Чрескожное коронарное вмешательство • Внутрисосудистая визуализация • Внутрисосудистое ультразвуковое исследование • Оптическая когерентная томография

Поступила в редакцию: 02.06.2025; поступила после доработки: 17.07.2025; принята к печати: 05.08.2025

POTENTIAL APPLICATIONS OF INTRAVASCULAR IMAGING IN PATIENTS WITH UNPROTECTED LEFT MAIN CORONARY ARTERY LESIONS

B.G. Alekryan, N.N. Meleshenko, A.Ya. Novak, A.A. Sargsyan

Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

Highlights

- The article presents an analysis of the available data, focusing on the evidence base for the use of intravascular imaging methods in patients with unprotected left main coronary artery disease.

Abstract

Coronary artery disease (CAD) is the leading cause of disability and mortality globally. In the Russian Federation, the ongoing aging of the population and the accumulation of numerous comorbid diseases necessitate physicians to increasingly manage severe forms of CAD. Percutaneous coronary intervention (PCI) presents an alternative to coronary artery bypass grafting (CABG) for the treatment of left main coronary artery (LMCA) lesions in specific patients with CAD. Stenting of LMCA under the guidance of intravascular ultrasound imaging (IVUS) and optical coherence tomography (OCT) enhances in-hospital and long-term stenting outcomes. Nevertheless, the optimal imaging method for PCI of LMCA remains a subject of ongoing research. This article provides a comprehensive summary of the historical background and contemporary advancements in these imaging modalities.

Для корреспонденции: Николай Николаевич Мелешенко, dr.meleshenko_nn@mail.ru; адрес: ул. Большая Серпуховская, 27, Москва, Российская Федерация, 115093

Corresponding author: Nikolay N. Meleshenko dr.meleshenko_nn@mail.ru; address: 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

Keywords

Coronary artery disease • Coronary artery bypass grafting • Percutaneous coronary intervention • Intravascular imaging • Intravascular ultrasound • Optical coherence tomography

*Received: 02.06.2025; received in revised form: 17.07.2025; accepted: 05.08.2025***Список сокращений**

ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое	ЛКА – левая коронарная артерия
ИБС – исследование	ОКТ – оптическая когерентная томография
ишемическая болезнь сердца	ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

Введение

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, ишемическая болезнь сердца (ИБС) занимает лидирующую позицию в структуре причин смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. В настоящее время в мире ежегодно регистрируют около 126,5 млн случаев ИБС, из которых более 9 млн – с летальным исходом. По данным Американской кардиологической ассоциации, ежегодная заболеваемость ИБС в США составляет примерно 720 тыс. случаев в год [1, 2].

Прямая реваскуляризация миокарда существенно улучшает прогноз пациентов с ИБС при трехсосудистом и стволовом поражении венечных артерий. Так, в исследованиях SYNTAX, FREEDOM, EXCEL установлено достоверное снижение частоты ангинозных приступов, а также улучшение показателей качества жизни в группах чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) и коронарного шунтирования при долгосрочном наблюдении [3].

Наиболее грозным осложнением прямой реваскуляризации миокарда является госпитальная летальность. Частота развития летального исхода у лиц с ИБС зависит не только от количества вовлеченных коронарных артерий, но и локализации стеноза в них. В недавнем крупном исследовании (N. Yager с соавт.) с участием 33 568 пациентов с ИБС, перенесших плановое ЧКВ, госпитальная смертность от всех причин при однососудистых поражениях составила 0,1%, при двухсосудистых – 0,4%, при трехсосудистых – 0,5%, при поражениях ствола ЛКА – 3,2% ($p < 0,0001$) [4].

Выделяют два варианта поражения ствола левой коронарной артерии (ЛКА): «защищенное» и «незащищенное». При «защищенном» стволе ЛКА пациент ранее перенес коронарное шунтирование и имеет один или более функционирующий шунт в системе ЛКА. При «незащищенном» стволе ЛКА данная операция ранее не выполнялась или после нее отсутствуют функционирующие шунты [5, 6]. Пациенты с поражением «незащищенного» ствола ЛКА являются одной из наиболее тяжелых групп лиц с ИБС. Неблаго-

приятный прогноз при естественном течении заболевания у данных больных обусловлен высокой вероятностью внезапной смерти, развитием рецидивирующих и повторных инфарктов миокарда. Еще в 1973 г. M.S. Gotsman с соавт. образно назвали ствол ЛКА «артерией внезапной смерти» [7].

До 2009 г. в американских рекомендациях по реваскуляризации миокарда ЧКВ являлось неприемлемым при любом варианте поражения ствола ЛКА [8]. Однако внедрение в начале XXI в. в клиническую практику стентов с лекарственным покрытием позволило значительно улучшить результаты ЧКВ, в том числе у лиц с поражением ствола ЛКА. При имплантации стентов с лекарственным покрытием, в сравнении с голометаллическими, продемонстрировано значительное уменьшение количества рестенозов и частоты повторной реваскуляризации [9–13]. В Российской Федерации ежегодное количество ЧКВ при поражении ствола ЛКА продолжает стремительно расти: с 3 986 в 2015 г. до 14 059 в 2023 г. [14].

Несмотря на то что на сегодняшний день коронарография является «золотым стандартом» исследования анатомии коронарных артерий, к недостаткам процедуры относятся недостаточная разрешающая способность и субъективность в определении степени сужений коронарных артерий (интерпретация зависит от опыта хирурга) [15–18]. Точная интерпретация поражения ствола ЛКА особенно важна, так как данный сосуд обеспечивает кровоснабжение 70–75% массы левого желудочка у пациентов с правым или сбалансированным типом кровоснабжения и 100% – в случае левого типа [19].

Существенные изменения в интерпретации поражения ствола ЛКА произошли с внедрением в клиническую практику методов внутрисосудистой визуализации: внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) и оптической когерентной томографии (ОКТ). Данные методы позволили объективизировать оценку степени стеноза ствола ЛКА и оптимизировать технику имплантации стента, уменьшив количество потенциальных осложнений ЧКВ.

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование

В 1971 г. N. Vom с соавт. разработали первый катетер для ультразвуковой визуализации, предназначенный для клинического применения. Работы по интракоронарному ВСУЗИ были начаты в 1982 г. и уже к 1988 г. получены первые изображения коронарных артерий [20]. При использовании ВСУЗИ возможна визуализация не только просвета сосуда, но и его стенок и окружающих структур, что позволяет детально оценить степень атеросклеротического поражения бляшки при ИБС и, соответственно, выбрать тактику лечения. ВСУЗИ не требует дополнительного введения контрастного вещества, что крайне важно для пациентов с почечной недостаточностью. Метод имеет доказанную эффективность и еще в 2014 г. включен в рекомендации Европейского кардиологического общества (ESC) для оптимизации результатов стентирования [21]. Класс и уровень доказательности ВСУЗИ были сохранены в рекомендациях ESC 2018 г. [22], а в версии 2024 г. – повышены до IA [23].

На сегодняшний день преимущества ВСУЗИ в сравнении с коронарографией при ЧКВ [24–30] продемонстрированы во множестве исследований. Так, в 2005 г. А.А. Fassa и коллегами установлено, что реваскуляризация миокарда не показана при площади просвета ствола ЛКА $\geq 7,5 \text{ мм}^2$ [31]. Для пациентов азиатского происхождения пороговый показатель минимальной площади просвета ствола ЛКА находится в диапазоне 4,5–4,8 мм^2 . Это обусловлено меньшими размерами сердца у лиц данной популяции [32]. На основании результатов многоцентрового проспективного исследования J.M. de la Torre Hernandez и соавт., выполненного в 2011 г., сформулированы критерии выполнения реваскуляризации миокарда у пациентов с поражением ствола ЛКА по данным ВСУЗИ. Так, был сделан крайне важный вывод о том, что реваскуляризация миокарда может быть отложена в случае минимальной площади просвета ствола ЛКА ($\geq 6 \text{ мм}^2$) и показана при значении данного показателя $< 6 \text{ мм}^2$ [33]. Однако, согласно рекомендациям Российского общества кардиологов 2024 г., пороговым значением минимальной площади просвета ствола ЛКА при ВСУЗИ для выявления гемодинамической значимости стеноза является 6,0 мм^2 [34].

Чрескожные коронарные вмешательства под контролем ВСУЗИ имеют лучшие отдаленные результаты по сравнению с таковыми под контролем коронарографии у больных с поражением ствола ЛКА. В 2020 г. J.M. de la Torre Hernandez и коллеги [35] выполнили стентирование ствола ЛКА пациентам с поражением ствола ЛКА с применением разных методов внутрисосудистой визуализации. В группе 1 было проведено ЧКВ под контролем коронарографии ($n = 124$), в группе 2 – под контролем ВСУЗИ 2 ($n = 124$), в группе 3 необходимость вы-

полнения ВСУЗИ определялась хирургом ($n = 124$). Первичной конечной точкой исследования стала оценка развития МАССЕ через 12 мес. Установлено, что данные осложнения чаще проявлялись в группе ЧКВ под контролем коронарографии – как в сравнении с группой 2 (12,9 против 4,8%, 95% ДИ 0,15–0,82, $p = 0,02$), так и с группой 3 (12,9 против 8% соответственно, 95% ДИ 0,20–1,22, $p = 0,1$). Повторная реваскуляризация ствола ЛКА чаще отмечена в группе коронарографии (8%) в сравнении с группами 2 (3,2%, $p = 0,2$) и 3 (6,4%, $p = 0,09$). Авторы пришли к выводу, что ВСУЗИ-контроль (особенно в группе 2) при стентировании ствола ЛКА обеспечивает прогностическое преимущество.

Зачастую стентирование ствола ЛКА сопровождается имплантацией двух стентов. Данная техника характеризуется особой сложностью и необходимостью определения точных размеров каждого стента. В 2024 г. J.H. Kim и соавт. [36] определили критерии определения минимальной площади просвета стента для снижения МАССЕ через 5 лет. Так, наименьший риск развития МАССЕ за исследуемый период определен при минимальном пороговом значении площади просвета стента в устье ЛКА 11,8 мм^2 ($p = 0,15$), в устье передней межжелудочковой ветви 8,3 мм^2 ($p = 0,02$) и в устье огибающей ветви 5,7 мм^2 ($p = 0,01$). Риск развития МАССЕ через 5 лет ассоциирован с недораскрытием стента в устье передней межжелудочковой ветви (95% ДИ 1,23–8,06, $p = 0,02$) и огибающей ветви (95% ДИ 1,11–6,07, $p = 0,03$), но не в терминальном отделе ствола ЛКА (95% ДИ 0,34–1,91, $p = 0,63$). Пациенты с недораскрытием стентов как в устье передней межжелудочковой, так и огибающей ветви имели более высокий риск развития МАССЕ в сравнении с оптимальным раскрытием стентов (23,1 против 6,4% соответственно, $p < 0,001$). Данное исследование подчеркивает важность достижения оптимальной площади просвета стентов в коронарных артериях при сложных бифуркационных стентированиях. Таким образом, ЧКВ под контролем ВСУЗИ улучшает госпитальные и отдаленные результаты у пациентов со сложными поражениями коронарных артерий, в частности ствола ЛКА.

Оптическая когерентная томография

Оптическая когерентная томография основана на использовании инфракрасного излучения с длиной волны 1 300 нм. Метод позволяет получить интракоронарные изображения с аксиальным разрешением 10–20 мкм. Для проведения ОКТ необходимо освободить просвет сосуда от крови, поскольку эритроциты вызывают ослабление сигнала. До недавнего времени разрешение ОКТ примерно в 10 раз превышало разрешение ВСУЗИ, однако современные датчики ВСУЗИ не уступают по этому показателю. Глубина проникновения инфракрасного

излучения меньше по сравнению с ультразвуковым и составляет 1,0–1,5 мм, что обусловлено ослаблением сигнала в тканях. Наличие тромбов и бляшек приводит к существенному ослаблению сигнала и уменьшению глубины проникновения [37].

Оптическая когерентная томография имеет улучшенное пространственное и аксиальное разрешение, предоставляя точную информацию о характере поражения с точки зрения состава бляшек (в основном кальцификатов). Также данный метод позволяет выявить неадекватную имплантацию стента: его недостаточное раскрытие и размер, а также диссекцию коронарных артерий и/или протрузии бляшки через страты стента. В этих случаях применение ОКТ часто может быть более эффективным, чем ВСУЗИ [38–40].

До недавнего времени ОКТ не была рекомендована для оптимизации стентирования «незащищенного» ствола ЛКА. Однако благодаря накоплению доказательной базы уровень рекомендаций ЧКВ под контролем ОКТ при поражении ствола ЛКА изменился. Доказано, что использование ОКТ при ЧКВ на стволе ЛКА часто приводит к изменению стратегии вмешательства. Так, В. Cortese и соавт. [41] в 2019 г. в многоцентровом ретроспективном исследовании ROCK I проанализировали данные 112 пациентов с поражением ствола ЛКА. ЧКВ под контролем ОКТ (до и после имплантации стента) было выполнено 55 больным, а ЧКВ под контролем коронарографии – 57 (в том числе с применением ВСУЗИ на усмотрение хирурга у 10 больных). Под контролем ОКТ недораскрытие стента отмечено в 4 (7,2%) случаях, мальпозиция – в 6 (10,9%). Первичной конечной точкой исследования стала так называемая поздняя (через 6 мес.) потеря просвета (late lumen loss), которая была ниже в группе ОКТ ($0,12 \pm 0,41$ против $0,26 \pm 0,52$ мм, $p = 0,10$), особенно в дистальной части ствола ЛКА ($0,03 \pm 0,45$ против $0,24 \pm 0,53$ мм, $p = 0,025$). Процент рестеноза также был ниже в группе ОКТ (14 ± 9 против $19 \pm 16\%$ соответственно, $p = 0,05$). Авторы пришли к выводу, что ОКТ-контроль во время стентирования ствола ЛКА позволяет своевременно обнаружить и исправить недораскрытие и ошибки позиционирования стента в пределах атеросклеротической бляшки (географический промах), а также улучшает результаты в среднесрочной перспективе по сравнению со стандартной практикой, включающей ВСУЗИ-контроль по решению хирурга.

В 2021 г. этой же группой авторов опубликовано продолжение исследования (ROCK II) [42], в котором первичной конечной точкой уже были сердечная смерть, инфаркт миокарда и повторная реваскуляризация целевого поражения. Было проанализировано 730 пациентов: в группе 1 ($n = 353$) ЧКВ ствола ЛКА выполнялось под контролем коронарографии, в группе 2 ($n = 215$) – под контролем

ВСУЗИ, в группе 3 ($n = 162$) – под контролем ОКТ. Частота развития первичной конечной точки в течение года составила 21,2% при ЧКВ под контролем коронарографии и 12,7% при ЧКВ с внутрисосудистой визуализацией ($p = 0,039$). Не получено статистически значимых различий между ЧКВ под контролем ОКТ и ВСУЗИ в отношении первичной конечной точки ($p = 0,26$).

Предиктором отсутствия осложнений являлось выполнение внутрисосудистой визуализации (ОР 0,46, 95% ДИ 0,23–0,93, $p = 0,03$). Частота первичной конечной точки за год составила 16% при ЧКВ под контролем коронарографии, 7% при ЧКВ под контролем ОКТ и 6% в группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ ($p = 0,03$). Авторы доказали, что результаты ЧКВ с применением внутрисосудистой визуализации превосходят результаты ЧКВ только под контролем коронарографии при стентировании дистального отдела ствола ЛКА без различий между ОКТ и ВСУЗИ. Таким образом, уже в рекомендациях ESC 2024 г. ЧКВ под контролем ОКТ при поражении ствола ЛКА имеет уровень доказательности IA [23]. Несмотря на меньшую доказательную базу, эффективность ОКТ при стентировании незащищенного ствола ЛКА сопоставима со ВСУЗИ.

Общее количество выполняемых внутрисосудистых визуализаций в мире в последние годы показывает стремительный рост. Например, в США с 2013 по 2019 г. доля ЧКВ под контролем внутрисосудистой визуализации выросла с 9,5 до 15,4% [43]. При этом в Российской Федерации частота применения данных методов остается критически низкой. Так, в 2023 г. количество выполненных ЧКВ под контролем внутрисосудистой визуализации составило 12 946, что составляет всего 4% общего количества ЧКВ [44].

Внутрисосудистая визуализация позволяет получить представление о каждом этапе ЧКВ ствола ЛКА: определение необходимости реваскуляризации, соответствующих размеров стента (диаметр и длина), а также оптимизация результатов ЧКВ (отсутствие мальпозиции и географического промаха стента). В многочисленных исследованиях продемонстрирована клиническая ценность внутрисосудистой визуализации при ЧКВ у пациентов с поражениями ствола ЛКА вследствие значительного снижения риска больших сердечно-сосудистых событий.

Заключение

В последние годы стратегии лечения пациентов с ИБС меняются. Несмотря на представленные в литературе данные, необходимость исследований, посвященных сравнению эффективности ЧКВ под контролем ВСУЗИ, ОКТ и коронарографии, остается крайне высокой. Это особенно актуально в условиях внедрения в клиническую практику современных технологий – биodeградируемых и ультратонких стентов, стентов с биodeградируемым полимером,

методов внутрисосудистой визуализации, улучшающих среднеотдаленные и отдаленные результаты ЧКВ у пациентов с ИБС, в том числе при стволовом поражении венечных артерий. На данный момент накоплено достаточно данных в отношении пользы и эффективности внутрисосудистой визуализации при стентировании ствола ЛКА. Однако, несмотря на одинаковый класс рекомендаций ВСУЗИ и ОКТ, выбор метода внутрисосудистой визуализации при стентировании ствола ЛКА остается открытым.

Информация об авторах

Алекян Баграт Гегамович, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор заместитель директора по науке, руководитель отдела рентгенэндоваскулярной хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-6509-566X

Мелешенко Николай Николаевич, кандидат медицинских наук научный сотрудник, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отдела рентгенэндоваскулярной хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-4204-1092

Новак Александр Ярославович, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отдела рентгенэндоваскулярной хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-2442-7415

Саргсян Артем Аиотович, аспирант отдела рентгенэндоваскулярной хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0003-6319-8835

Вклад авторов в статью

АБГ – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

МНН – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

НАЯ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

САА – получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Конфликт интересов

Б.Г. Алекян заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.Н. Мелешенко заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Я. Новак заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.А. Саргсян заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Author Information Form

Alekyan Bagrat G., PhD in Medical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Science, Head of Department of Endovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-6509-566X

Meleshenko Nikolay N., PhD in Medical Sciences, Research Associate, Endovascular Surgeon at the Department of Endovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-4204-1092

Novak Aleksandr Ya., Endovascular Surgeon at the Department of Endovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-2442-7415

Sargsyan Artem A., Postgraduate Student, Department of Endovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0003-6319-8835

Author Contribution Statement

ABG – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

MNN – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

NAYa – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

SAA – data collection, analysis and interpretation, data collection, analysis and interpretation

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Nowbar A.N., Gitto M., Howard J.P., Francis D.P., Al-Lamee R. Mortality From Ischemic Heart Disease. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2019;12(6):e005375. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.118.005375.
- Virani S.S., Alonso A., Benjamin E.J., Bittencourt M.S., Callaway C.W., Carson A.P., Chamberlain A.M., Chang A.R., et al. Heart disease and stroke statistics: 2020 update—a report from the American Heart Association. *Circulation* 2020;141(9):e139–e596. doi: 10.1161/CIR.0000000000000757.
- Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F.,

- Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.P., et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019 Jan 7;40(2):87-165. doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.
4. Yager N., Schulman-Marcus J., Torosoff M. Coronary anatomy and comorbidities impact on elective PCI outcomes in left main and multivessel coronary artery disease. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;98(3):436-444. doi:10.1002/ccd.29368
5. Бокерия Л.А., Алекаян Б.Г., Коломбо А., Бузиашвили Ю.И. Интервенционные методы лечения ишемической болезни сердца: рук. для врачей. М: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2002. 314–321.
6. O'Keefe J.H. Jr., Hartzler G.O., Rutherford B.D., McConahay D.R., Johnson W.L., Giorgi L.V., Ligon R.W. Left main coronary angioplasty: early and late results of 127 acute and elective procedures. *Am J Cardiol*. 1989;64(3):144-7. doi: 10.1016/0002-9149(89)90447-5.
7. Karam C., Jordan C., Fajadet J. et al. Six-month follow-up of unprotected left main coronary artery stenting. *Circulation*. 1996; 94(Suppl 1): 627.
8. Patel M. R., Dehmer G. J., Hirshfeld J. W., Smith P. K., Spertus J. A., American College of Cardiology Foundation Appropriateness Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, and the American Society of Nuclear Cardiology Endorsed by the American Society of Echocardiography, Heart Failure Society of America, & Society of Cardiovascular Computed Tomography ACCF/SCAI/STS/AATS/AHA/ASNC 2009 Appropriateness Criteria for Coronary Revascularization: a report by the American College of Cardiology Foundation Appropriateness Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, and the American Society of Nuclear Cardiology Endorsed by the American Society of Echocardiography, the Heart Failure Society of America, and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC*. 2009;53 (6): 530–553. doi:10.1016/j.jacc.2008.10.005
9. Valgimigli M., van Mieghem C.A., Ong A.T., Aoki J., Granillo G.A., McFadden E.P., Kappetein A.P., de Feyter P.J., et al. Short-and long- term clinical outcome after drug-eluting stent implantation for the percutaneous treatment of left main coronary artery disease insights from the Rapamycin-Eluting and Taxus Stent Evaluated At Rotterdam Cardiology Hospital Registries (RESEARCH and T-SEARCH). *Circulation*. 2005;111(11):1383-9. doi: 10.1161/01.CIR.0000158486.20865.8B.
10. Valgimigli M., Malagutti P., Rodriguez-Granillo G.A., Garcia-Garcia H.M., Polad J., Tsuchida K., Regar E., Van der Giessen W.J., et al. Distal left main coronary disease is a major predictor of outcome in patients undergoing percutaneous intervention in the drug- eluting stent era: an integrated clinical and angiographic analysis based on the Rapamycin-Eluting Stent Evaluated At Rotterdam Cardiology Hospital (RESEARCH) and Taxus-Stent Evaluated At Rotterdam Cardiology Hospital (T-SEARCH) registries. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2006;47(8):1530-7. doi: 10.1016/j.jacc.2005.11.066.
11. Зырянов И.П., Кузнецов В.А., Бессонов И.С. и др. Особенности коронарного стентирования у пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2009; 4: 54–57.
12. Erglis A., Narbutė I., Kumsars I., Jegere S., Mintale I., Zakke I., Strazdins U., Saltups A. A randomized comparison of paclitaxel-eluting stents versus bare-metal stents for treatment of unprotected left main coronary artery stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50(6):491-7. doi: 10.1016/j.jacc.2007.03.055.
13. Meliga E., Garcia-Garcia H.M., Valgimigli M., Chieffo A., Biondi-Zoccai G., Maree A.O., Cook S., Reardon L., et al.; DELFT (Drug Eluting stent for LeFT main) Registry. Longest available clinical outcomes after drug-eluting stent implantation for unprotected left main coronary artery disease: the DELFT (Drug Eluting stent for LeFT main) Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(23):2212-9. doi: 10.1016/j.jacc.2008.03.020.
14. Алекаян Б.Г., Григорьян А.М., Стафферов А.В., Кавтеладзе З.А., Скрышник Д.В., Тарасов Р.С. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2023 год. Эндоваскулярная хирургия. 2024; 11 (Специальный выпуск): S1–S300.
15. Topol T.J., Nissen S.E. Our preoccupation with coronary lumenology: the dissociation between clinical and angiographic findings in ischemic heart disease. *Circulation* 1995; 92:2333-2342.
16. Nissen S.E., Yock P. Intravascular ultrasound: novel pathophysiological insights and current clinical applications. *Circulation* 2001; 103:604-616.
17. Mintz G.S., Nissen S.E., Anderson W.D., Bailey S.R., Erbel R., Fitzgerald P.J., Pinto F.J., Rosenfield K., et al. American College of Cardiology clinical expert consensus document on standards for acquisition, measurement and reporting of intravascular ultrasound studies (IVUS). *J Am Coll Cardiol* 2001; 37:1478-1492. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01175-5.
18. Di Mario C., Gorge G., Peters R., Kearney P., Pinto F., Hausmann D., von Birgelen C., Colombo A., et al. Clinical application and image interpretation in intracoronary ultrasound. *Europ Heart J* 1998; 19:207-219. doi: 10.1053/euhj.1996.0433.
19. Fajadet J., Chieffo A. Current management of left main coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2012;33(1):36-50b. doi: 10.1093/eurheartj/ehr426.
20. Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное Руководство: в 2т. Т.3 Ишемическая болезнь сердца / под ред. академика Алекаяна Б.Г. М. : Литерра, 2017. 137.
21. Authors/Task Force members, Windecker, S., Kolh, P., Alfonso, F., Collet, J. P., Cremer, J., Falk, V., et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J*. 2014 Oct 1;35(37):2541-619. doi: 10.1093/eurheartj/ehu278.
22. Panuccio, G., Abdelwahed, Y. S., Carabetta, N., Salerno, N., Leistner, D. M., Landmesser, U., De Rosa, S., Torella, D., Werner, G. S. Clinical and Procedural Outcomes of IVUS-Guided vs. Angiography-Guided CTO-PCI: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*. 2023; 12(15): 4947. doi:10.3390/jcm12154947.
23. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.P., et al.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165. doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.
24. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K. C., Rossello X., Adamo M., Ainslie J., Banning A. P., Budaj A. et al.; ESC Scientific Document Group (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3415-3537. doi: 10.1093/eurheartj/ehae177.
25. Panuccio G., Abdelwahed Y.S., Carabetta N., Salerno N., Leistner D.M., Landmesser U., De Rosa S., Torella D., Werner G.S. Clinical and Procedural Outcomes of IVUS-Guided vs. Angiography-Guided CTO-PCI: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2023;12(15):4947. doi: 10.3390/jcm12154947.
26. Groenland F.T.W., Neleman T., Kakar H., Scoccia A., Ziedses des Plantes A.C., Clephas P.R.D., Chatterjee S., et al. Intravascular ultrasound-guided versus coronary angiography-guided percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2022;353:35-42. doi: 10.1016/j.ijcard.2022.01.021.
27. Pang J., Ye L., Chen Q. How to guide PCI?: A network meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(20):e20168. doi: 10.1097/MD.00000000000020168.

28. Zhang J., Gao X., Kan J., Ge Z., Han L., Lu S., Tian N., Lin S., et al. Intravascular Ultrasound Versus Angiography-Guided Drug-Eluting Stent Implantation: The ULTIMATE Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(24):3126-3137. doi:10.1016/j.jacc.2018.09.013
29. Park D.Y., An S., Jolly N., Attanasio S., Yadav N., Gutierrez J.A., Nanna M.G., Rao S.V., Vij A. Comparison of intravascular ultrasound, optical coherence tomography, and conventional angiography-guided percutaneous coronary interventions: A systematic review, network meta-analysis, and meta-regression. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2023;102(3):440-450. doi: 10.1002/ccd.30784.
30. Choi K.H., Song Y.B., Lee J.M., Lee S.Y., Park T.K., Yang J.H., Choi J.H., Choi S.H., Gwon H.C., Hahn J.Y. Impact of Intravascular Ultrasound-Guided Percutaneous Coronary Intervention on Long-Term Clinical Outcomes in Patients Undergoing Complex Procedures. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(7):607-620. doi: 10.1016/j.jcin.2019.01.227.
31. Wang Y., Mintz G.S., Gu Z., Qi Y., Wang Y., Liu M., Wu X. Meta-analysis and systematic review of intravascular ultrasound versus angiography-guided drug eluting stent implantation in left main coronary disease in 4592 patients. *BMC Cardiovasc Disord*. 2018;18(1):115. doi: 10.1186/s12872-018-0843-z.
32. Fassa A.A., Wagatsuma K., Higano S.T., Mathew V., Barsness G.W., Lennon R.J., Holmes D.R. Jr., Lerman A. Intravascular ultrasound-guided treatment for angiographically indeterminate left main coronary artery disease: a long-term follow-up study. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45(2):204-11. doi: 10.1016/j.jacc.2004.09.066.
33. Park S.J., Ahn J.M., Kang S.J., Yoon S.H., Koo B.K., Lee J.Y., Kim W.J., et al. Intravascular ultrasound-derived minimal lumen area criteria for functionally significant left main coronary artery stenosis. *JACC Cardiovasc Interv* 2014;7:868–874. doi: 10.1016/j.jcin.2014.02.015.
34. de la Torre Hernandez J.M., Hernandez Hernandez F., Alfonso F., Rumoroso J.R., Lopez-Palop R., Sadaba M., Carrillo P., Rondan J., et al.; LITRO Study Group. Prospective application of pre-defined intravascular ultrasound criteria for assessment of intermediate left main coronary artery lesions results from the multicenter LITRO study. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58:351–358. doi: 10.1016/j.jacc.2011.02.064.
35. Барбараш О.Л., Карпов Ю.А., Панов А.В., Акчурич Р.С., Алекаян Б.Г., Алехин М.Н., Аронов Д.М., Арутюнян Г.К., и др. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(9):6110. doi:10.15829/1560-4071-2024-6110.
36. de la Torre Hernandez J.M., Garcia Camarero T., Baz Alonso J.A., Gómez-Hospital J.A., Veiga Fernandez G., Lee Hwang D.H., Sainz Laso F., Sánchez-Recalde Á., et al. Outcomes of predefined optimisation criteria for intravascular ultrasound guidance of left main stenting. *EuroIntervention*. 2020; 16: 210-217. doi: 10.4244/EIJ-D-19-01057.
37. Kim J.H., Kang D.Y., Ahn J.M., Kweon J., Choi Y., Kim H., Lee J., Chae J., et al. Optimal Minimal Stent Area and Impact of Stent Underexpansion in Left Main Up-Front 2-Stent Strategy. *Circ Cardiovasc Interv*. 2024;17(1):e013006. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.013006.
38. Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное Руководство: в 2т. Т.3 Ишемическая болезнь сердца / под ред. Академика Алекаян Б.Г. М.: Литерра, 2017.
39. Bouma B.E., Tearney G.J., Yabushita H., Shishkov M., Kauffman C.R., DeJoseph Gauthier D., MacNeill B.D., Houser S.L., Aretz H.T., Halpern E.F., Jang I.K. Evaluation of intracoronary stenting by intravascular optical coherence tomography. *Heart*. 2003;89(3):317-20. doi: 10.1136/heart.89.3.317.
40. Gonzalo N., Serruys P.W., Okamura T., Shen Z.J., Onuma Y., Garcia-Garcia H.M., Sarno G., Schultz C., et al. Optical coherence tomography assessment of the acute effects of stent implantation on the vessel wall: a systematic quantitative approach. *Heart*. 2009;95(23):1913-9. doi: 10.1136/hrt.2009.172072.
41. Dato I., Burzotta F., Trani C., Romano A., Porto I., Aurigemma C., Niccoli G., Leone A.M., Crea F. Angiographically intermediate left main bifurcation disease assessment by frequency domain optical coherence tomography (FD-OCT). *Int J Cardiol*. 2016;220:726-8. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.06.260.
42. Cortese B., Burzotta F., Alfonso F., Pellegrini D., Trani C., Aurigemma C., Rivero F., Antuña P., Orrego P.S., Prati F. Role of optical coherence tomography for distal left main stem angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020;96(4):755-761. doi: 10.1002/ccd.28547.
43. Cortese B., de la Torre Hernandez J.M., Lanocha M., Ielasi A., Giannini F., Campo G., D'Ascenzo F., Latini R.A., et al. Optical coherence tomography, intravascular ultrasound or angiography guidance for distal left main coronary stenting. The ROCK cohort II study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2022;99(3):664-673. doi: 10.1002/ccd.29959.
44. Fazel R., Yeh R.W., Cohen D.J., Rao S.V., Li S., Song Y., Secemsky E.A. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention: temporal trends and clinical outcomes in the USA. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3845-3855. doi: 10.1093/eurheartj/ehad430.
45. Алекаян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2023 год. *Эндоваскулярная хирургия.2022; (Специальный выпуск)*.

REFERENCES

1. Nowbar A.N., Gitto M., Howard J.P., Francis D.P., Al-Lamee R. Mortality From Ischemic Heart Disease. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2019;12(6):e005375. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.118.005375.
2. Virani S.S., Alonso A., Benjamin E.J., Bittencourt M.S., Callaway C.W., Carson A.P., Chamberlain A.M., Chang A.R., et al. Heart disease and stroke statistics: 2020 update—a report from the American Heart Association. *Circulation* 2020;141(9):e139–e596. doi: 10.1161/CIR.0000000000000757.
3. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.P., et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019 Jan 7;40(2):87-165. doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.
4. Yager N., Schulman-Marcus J., Torosoff M. Coronary anatomy and comorbidities impact on elective PCI outcomes in left main and multivessel coronary artery disease. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;98(3):436-444. doi:10.1002/ccd.29368
5. Bokeriya L.A., Alekyan B.G., Kolombo A., Buziashvili Yu. I. Interventional treatment of ischemic heart disease: guidelines for doctors. Moscow: Publishing house of Scientific Centre of Cardiovascular Surgery named after A.N. Bakulev of Russian Academy of Medical Sciences. 2002: 314–321 (In Russian)
6. O'Keefe J.H. Jr., Hartzler G.O., Rutherford B.D., McConahay D.R., Johnson W.L., Giorgi L.V., Ligon R.W. Left main coronary angioplasty: early and late results of 127 acute and elective procedures. *Am J Cardiol*. 1989;64(3):144-7. doi: 10.1016/0002-9149(89)90447-5.
7. Karam C., Jordan C., Fajadet J. et al. Six-month follow-up of unprotected left main coronary artery stenting. *Circulation*. 1996; 94(Suppl 1): 627.
8. Patel M. R., Dehmer G. J., Hirshfeld J. W., Smith P. K., Sperlus J. A., American College of Cardiology Foundation

Appropriateness Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, and the American Society of Nuclear Cardiology Endorsed by the American Society of Echocardiography, Heart Failure Society of America, & Society of Cardiovascular Computed Tomography ACCF/SCAI/STS/AATS/AHA/ASNC 2009 Appropriateness Criteria for Coronary Revascularization: a report by the American College of Cardiology Foundation Appropriateness Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, and the American Society of Nuclear Cardiology Endorsed by the American Society of Echocardiography, the Heart Failure Society of America, and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC*. 2009;53 (6): 530–553. doi:10.1016/j.jacc.2008.10.005

9. Valgimigli M., van Mieghem C.A., Ong A.T., Aoki J., Granillo G.A., McFadden E.P., Kappetein A.P., de Feyter P.J., et al. Short- and long-term clinical outcome after drug-eluting stent implantation for the percutaneous treatment of left main coronary artery disease insights from the Rapamycin-Eluting and Taxus Stent Evaluated At Rotterdam Cardiology Hospital Registries (RESEARCH and T-SEARCH). *Circulation*. 2005;111(11):1383-9. doi: 10.1161/01.CIR.0000158486.20865.8B.

10. Valgimigli M., Malagutti P., Rodriguez-Granillo G.A., Garcia-Garcia H.M., Polad J., Tsuchida K., Regar E., Van der Giessen W.J., et al. Distal left main coronary disease is a major predictor of outcome in patients undergoing percutaneous intervention in the drug-eluting stent era: an integrated clinical and angiographic analysis based on the Rapamycin-Eluting Stent Evaluated At Rotterdam Cardiology Hospital (RESEARCH) and Taxus-Stent Evaluated At Rotterdam Cardiology Hospital (T-SEARCH) registries. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006;47(8):1530-7. doi: 10.1016/j.jacc.2005.11.066.

11. Zyryanov I.P., Kuznetsov V.A., Bessonov I.S., et al. Features of coronary stenting in patients with left main coronary artery lesions. *Pathology of Circulation and Cardiac Surgery*. 2009; 4: 54–57. (In Russian)

12. Erglis A., Narbutė I., Kumsars I., Jegere S., Mintale I., Zakke I., Strazdins U., Saltups A. A randomized comparison of paclitaxel-eluting stents versus bare-metal stents for treatment of unprotected left main coronary artery stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50(6):491-7. doi: 10.1016/j.jacc.2007.03.055.

13. Meliga E., Garcia-Garcia H.M., Valgimigli M., Chieffo A., Biondi-Zoccai G., Maree A.O., Cook S., Reardon L., et al.; DELFT (Drug Eluting stent for LeFT main) Registry. Longest available clinical outcomes after drug-eluting stent implantation for unprotected left main coronary artery disease: the DELFT (Drug Eluting stent for LeFT main) Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(23):2212-9. doi: 10.1016/j.jacc.2008.03.020.

14. Alekian B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Kavteladze Z.A., Skrypnik D.V., Tarasov R.S. X-ray endovascular diagnosis and treatment of cardiovascular diseases in the Russian Federation – 2023. *Endovascular Surgery*. 2024; 11 (Special Issue): S1–S300. (In Russian)

15. Topol T.J., Nissen S.E. Our preoccupation with coronary lumenology: the dissociation between clinical and angiographic findings in ischemic heart disease. *Circulation* 1995; 92:2333-2342.

16. Nissen S.E., Yock P. Intravascular ultrasound: novel pathophysiological insights and current clinical applications. *Circulation* 2001; 103:604-616.

17. Mintz G.S., Nissen S.E., Anderson W.D., Bailey S.R., Erbel R., Fitzgerald P.J., Pinto F.J., Rosenfield K., et al. American College of Cardiology clinical expert consensus document on standards for acquisition, measurement and reporting of intravascular ultrasound studies (IVUS). *J Am Coll Cardiol* 2001; 37:1478-1492. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01175-5.

18. Di Mario C., Gorge G., Peters R., Kearney P., Pinto

F., Hausmann D., von Birgelen C., Colombo A., et al. Clinical application and image interpretation in intracoronary ultrasound. *Europ Heart J* 1998; 19:207-219. doi: 10.1053/euhj.1996.0433.

19. Fajadet J., Chieffo A. Current management of left main coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2012;33(1):36-50b. doi: 10.1093/eurheartj/ehr426.

20. X-ray Endovascular Surgery. National Guidelines: in 2 vols. Vol. 3: Ischemic Heart Disease. Edited by Academician B.G. Alekyan. Moscow: Litera, 2017. (In Russian)

21. Authors/Task Force members, Windecker, S., Kolh, P., Alfonso, F., Collet, J. P., Cremer, J., Falk, V., et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J*. 2014 Oct 1;35(37):2541-619. doi: 10.1093/eurheartj/ehu278.

22. Panuccio, G., Abdelwahed, Y. S., Carabetta, N., Salerno, N., Leistner, D. M., Landmesser, U., De Rosa, S., Torella, D., Werner, G. S. Clinical and Procedural Outcomes of IVUS-Guided vs. Angiography-Guided CTO-PCI: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*. 2023; 12(15): 4947. doi:10.3390/jcm12154947.

23. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.P., et al.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165. doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.

24. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K. C., Rossello X., Adamo M., Ainslie J., Banning A. P., Budaj A. et al.; ESC Scientific Document Group (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3415-3537. doi: 10.1093/eurheartj/ehae177.

25. Panuccio G., Abdelwahed Y.S., Carabetta N., Salerno N., Leistner D.M., Landmesser U., De Rosa S., Torella D., Werner G.S. Clinical and Procedural Outcomes of IVUS-Guided vs. Angiography-Guided CTO-PCI: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2023;12(15):4947. doi: 10.3390/jcm12154947.

26. Groenland F.T.W., Neleman T., Kakar H., Scoccia A., Ziedses des Plantes A.C., Clephas P.R.D., Chatterjee S., et al. Intravascular ultrasound-guided versus coronary angiography-guided percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2022;353:35-42. doi: 10.1016/j.ijcard.2022.01.021.

27. Pang J., Ye L., Chen Q. How to guide PCI?: A network meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(20):e20168. doi: 10.1097/MD.00000000000020168.

28. Zhang J., Gao X., Kan J., Ge Z., Han L., Lu S., Tian N., Lin S., et al. Intravascular Ultrasound Versus Angiography-Guided Drug-Eluting Stent Implantation: The ULTIMATE Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(24):3126-3137. doi:10.1016/j.jacc.2018.09.013

29. Park D.Y., An S., Jolly N., Attanasio S., Yadav N., Gutierrez J.A., Nanna M.G., Rao S.V., Vij A. Comparison of intravascular ultrasound, optical coherence tomography, and conventional angiography-guided percutaneous coronary interventions: A systematic review, network meta-analysis, and meta-regression. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2023;102(3):440-450. doi: 10.1002/ccd.30784.

30. Choi K.H., Song Y.B., Lee J.M., Lee S.Y., Park T.K., Yang J.H., Choi J.H., Choi S.H., Gwon H.C., Hahn J.Y. Impact of Intravascular Ultrasound-Guided Percutaneous Coronary Intervention on Long-Term Clinical Outcomes in Patients Undergoing Complex Procedures. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(7):607-620. doi: 10.1016/j.jcin.2019.01.227.

31. Wang Y., Mintz G.S., Gu Z., Qi Y., Wang Y., Liu M., Wu X. Meta-analysis and systematic review of intravascular ultrasound versus angiography-guided drug eluting stent

- implantation in left main coronary disease in 4592 patients. *BMC Cardiovasc Disord.* 2018;18(1):115. doi: 10.1186/s12872-018-0843-z.
32. Fassa A.A., Wagatsuma K., Higano S.T., Mathew V., Barsness G.W., Lennon R.J., Holmes D.R. Jr., Lerman A. Intravascular ultrasound-guided treatment for angiographically indeterminate left main coronary artery disease: a long-term follow-up study. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45(2):204-11. doi: 10.1016/j.jacc.2004.09.066.
33. Park S.J., Ahn J.M., Kang S.J., Yoon S.H., Koo B.K., Lee J.Y., Kim W.J., et al. Intravascular ultrasound-derived minimal lumen area criteria for functionally significant left main coronary artery stenosis. *JACC Cardiovasc Interv* 2014;7:868–874. doi: 10.1016/j.jcin.2014.02.015.
34. de la Torre Hernandez J.M., Hernandez Hernandez F., Alfonso F., Rumoroso J.R., Lopez-Palop R., Sadaba M., Carrillo P., Rondan J., et al.; LITRO Study Group. Prospective application of pre-defined intravascular ultrasound criteria for assessment of intermediate left main coronary artery lesions results from the multicenter LITRO study. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58:351–358. doi: 10.1016/j.jacc.2011.02.064.
35. Barbarash O.L., Karpov Y.A., Panov A.V., Akchurin R.S., Alekyan B.G., Alekhin M.N., Aronov D.M., Arutyunyan G.K., et al. Stable Ischemic Heart Disease. *Clinical Guidelines* 2024. *Russian Journal of Cardiology.* 2024; 29(9):6110. doi:10.15829/1560-4071-2024-6110. (In Russian)
36. de la Torre Hernandez J.M., Garcia Camarero T., Baz Alonso J.A., Gómez-Hospital J.A., Veiga Fernandez G., Lee Hwang D.H., Sainz Laso F., Sánchez-Recalde Á., et al. Outcomes of predefined optimisation criteria for intravascular ultrasound guidance of left main stenting. *EuroIntervention.* 2020; 16: 210-217. doi: 10.4244/EIJ-D-19-01057.
37. Kim J.H., Kang D.Y., Ahn J.M., Kweon J., Choi Y., Kim H., Lee J., Chae J., et al. Optimal Minimal Stent Area and Impact of Stent Underexpansion in Left Main Up-Front 2-Stent Strategy. *Circ Cardiovasc Interv.* 2024;17(1):e013006. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.013006.
38. Endovascular Surgery. National Guidelines: in 2 volumes. Vol. 3: Ischemic Heart Disease. Edited by Academician B.G. Alekyan. Moscow: Literra, 2017. (In Russian)
39. Bouma B.E., Tearney G.J., Yabushita H., Shishkov M., Kauffman C.R., DeJoseph Gauthier D., MacNeill B.D., Houser S.L., Aretz H.T., Halpern E.F., Jang I.K. Evaluation of intracoronary stenting by intravascular optical coherence tomography. *Heart.* 2003;89(3):317-20. doi: 10.1136/heart.89.3.317.
40. Gonzalo N., Serruys P.W., Okamura T., Shen Z.J., Onuma Y., Garcia-Garcia H.M., Sarno G., Schultz C., et al. Optical coherence tomography assessment of the acute effects of stent implantation on the vessel wall: a systematic quantitative approach. *Heart.* 2009;95(23):1913-9. doi: 10.1136/hrt.2009.172072.
41. Dato I., Burzotta F., Trani C., Romano A., Porto I., Aurigemma C., Niccoli G., Leone A.M., Crea F. Angiographically intermediate left main bifurcation disease assessment by frequency domain optical coherence tomography (FD-OCT). *Int J Cardiol.* 2016;220:726-8. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.06.260.
42. Cortese B., Burzotta F., Alfonso F., Pellegrini D., Trani C., Aurigemma C., Rivero F., Antuña P., Orrego P.S., Prati F. Role of optical coherence tomography for distal left main stem angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020;96(4):755-761. doi: 10.1002/ccd.28547.
43. Cortese B., de la Torre Hernandez J.M., Lanocha M., Ielasi A., Giannini F., Campo G., D'Ascenzo F., Latini R.A., et al. Optical coherence tomography, intravascular ultrasound or angiography guidance for distal left main coronary stenting. The ROCK cohort II study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2022;99(3):664-673. doi: 10.1002/ccd.29959.
44. Fazel R., Yeh R.W., Cohen D.J., Rao S.V., Li S., Song Y., Secemsky E.A. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention: temporal trends and clinical outcomes in the USA. *Eur Heart J.* 2023;44(38):3845-3855. doi: 10.1093/eurheartj/ehad430.
45. Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. X-ray endovascular diagnosis and treatment of cardiovascular diseases in the Russian Federation – 2023. *Endovascular Surgery.* 2022; (Special Issue). (In Russian)

Для цитирования: Алекян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Новак А.Я., Саргсян А.А. Возможности применения методов внутрисосудистой визуализации у пациентов с поражениями «незащищенного» ствола левой коронарной артерии. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2025;14(6): 142-150. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-6-142-150

To cite: Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Novak A.Ya., Sargsyan A.A. Potential applications of intravascular imaging in patients with unprotected left main coronary artery lesions. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2025;14(6): 142-150. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-6-142-150