

ПОРАЖЕНИЕ СТВОЛА ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ: КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Д.А. АЛИМОВ, С.Б. ТУРСУНОВ, Б.Ш. АЛИМХАНОВ, И.Б. АСКАРОВ, О.Д. АЛИМОВ

Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи, Ташкент, Узбекистан

LEFT MAIN CORONARY ARTERY DISEASE: CLINICAL SIGNIFICANCE AND MODERN DIAGNOSTIC APPROACHES (REVIEW)

D.A. ALIMOV, S.B. TURSUNOV, B.SH. ALIMKHANOV, I.B. ASKAROV, O.D. ALIMOV

Republican research center of emergency medicine, Tashkent, Uzbekistan

Поражение ствола левой коронарной артерии (СЛКА) является одной из наиболее тяжёлых форм обструктивной ишемической болезни сердца, характеризующейся высоким риском летальных исходов и осложнений. Обзор посвящён анализу современной литературы о распространённости и клиническом значении поражения СЛКА, патофизиологических механизмах его развития, а также факторах риска. Особое внимание уделено особенностям диагностики стеноза СЛКА с помощью электрокардиографии, эхокардиографии, многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) и инвазивных методов, включая внутрисосудистую визуализацию и фракционный резерв кровотока (FFR). Рассматриваются перспективы интеграции этих методов в клиническую практику для улучшения стратификации рисков и оптимизации лечебной тактики.

Ключевые слова: ствол левой коронарной артерии, ишемическая болезнь сердца, стеноз, факторы риска, диагностика, МСКТ-коронарография, FFR, IVUS.

Left main coronary artery (LMCA) disease represents one of the most severe forms of obstructive coronary artery disease, associated with a high risk of mortality and complications. This review analyzes current literature on the prevalence and clinical significance of LMCA disease, its underlying pathophysiological mechanisms, and associated risk factors. Special attention is given to the diagnostic features of LMCA stenosis using electrocardiography, echocardiography, multislice computed tomography (MSCT), and invasive modalities, including intravascular imaging and fractional flow reserve (FFR). The prospects for integrating these techniques into clinical practice are discussed in the context of improving risk stratification and optimizing therapeutic decision-making.

Keywords: left main coronary artery, coronary artery disease, stenosis, risk factors, diagnosis, MSCT coronary angiography, FFR, IVUS.

https://doi.org/10.54185/TBEM/vol18_iss4/a8

Введение

Поражение ствола левой коронарной артерии (СЛКА) представляет собой одну из наиболее прогностически неблагоприятных форм обструктивной ИБС [1]. По данным ангиографических исследований, стеноз ствола ЛКА выявляется примерно у 5–7% пациентов, направленных на

коронарографию по поводу ишемии миокарда [2, 3]. Клинически значимое поражение ствола ЛКА выявляется примерно у 4–6% больных, проходящих коронарографию, и у 24% пациентов с ОКС [4, 5].

Многочисленные исследования подтвердили, что наличие поражения ствола ЛКА является независимым предиктором повышенной забо-

леваемости и смертности среди больных с ишемической болезнью сердца – более 50% в течение 5 лет, а также высокий уровень осложнений, превышающий таковой при поражении других бассейнов коронарного кровотока [6, 7]. Это связано с анатомо-функциональной значимостью ствола ЛКА, обеспечивающего около 84% кровоснабжения левого желудочка и перфузию приблизительно 70% его миокарда. В современной клинической практике, учитывая прогностическую тяжесть данной патологии, выполнение реваскуляризации настоятельно рекомендуется при степени стеноза более 50% [2, 8].

Анатомо-физиологические особенности и факторы риска поражения ствола ЛКА

Ствол левой коронарной артерии (СЛКА) берёт начало от левого синуса Вальсальвы, ниже синотубулярного соединения, и разделяется на переднюю межжелудочковую (ПМЖА) и огибающую артерии (ОА). У примерно одной трети пациентов наблюдается трифуркация с образованием промежуточной ветви (*ramus intermedius*). Средняя длина СЛКА составляет около 10 мм (от 2 до 23 мм), при этом средний диаметр у женщин – $3,9 \pm 0,4$ мм, у мужчин – $4,5 \pm 0,5$ мм. Анатомически ствол подразделяется на устьевую, стволовую и дистальную части. Устье ЛКА не содержит адвентиции, но богато гладкомышечными клетками и эластической тканью, что, возможно, обуславливает выраженный эластический отскок после ЧКВ. В отличие от этого стволовая и дистальная части имеют типичное трёхслойное строение (интима, медиа и адвентиция), аналогичное другим эпикардальным сосудам [9, 10].

Стенозы СЛКА чаще всего локализуются в дистальном сегменте (61%), реже – в устье (23%) и средней части (15%). Важно учитывать, что изолированное поражение СЛКА встречается лишь у 4–6% пациентов, тогда как во всех остальных случаях эти стенозы часто сочетаются с многосудистым поражением [10].

Атеросклероз – это хроническое воспалительное и фибропролиферативное заболевание, преимущественно поражающее крупные и средние артерии. Несмотря на системный характер факторов риска (гиперхолестеринемия, курение, гипертония, сахарный диабет, хронические инфекции, генетическая предрасположенность), атеросклеротические бляшки формируются преимущественно в участках с изменённой гемодинамикой – бифуркациях, изогнутых участках и зонах низкого сдвигового напряжения [11]. Среди локальных факторов решающую роль играет эндотелиальное сдвиговое напряжение: в зоне бифуркации СЛКА оно достигает пиковых

значений в диастолу, когда кровоток составляет около 40–60 см/с и 200 мл/мин/100 г миокарда [12]. Атеросклеротические бляшки в бифуркации СЛКА преимущественно располагаются на латеральной стенке напротив карины, которая, как правило, остаётся свободной от поражения вследствие действия высокого сдвигового напряжения [9, 13]. Локализация стенозов также зависит от длины СЛКА: у пациентов с коротким стволом (<10 мм) стенозы чаще локализуются у устья, тогда как при более длинном – преимущественно в области бифуркации [14].

Факторы риска поражения СЛКА во многом совпадают с традиционными факторами риска ишемической болезни сердца и включают артериальную гипертензию, гиперхолестеринемия, сахарный диабет, курение и ожирение [15]. В *post-hoc* анализе исследования ISCHEMIA, проведённом Senior и соавт. [16], изучалась связь между отдельными факторами риска и наличием поражения СЛКА по данным КТ-коронарографии. Было выявлено, что старший возраст достоверно ассоциирован с более высокой вероятностью наличия стеноза СЛКА: отношение шансов составило 1,42 (95% ДИ: 1,21–1,66) для пациентов в возрасте 65 лет и 1,56 (95% ДИ: 1,21–2,01) для пациентов возраста 75 лет по сравнению с пациентами 55 лет. Напротив, женский пол и перенесённый ранее инфаркт миокарда оказались ассоциированы с более низкой вероятностью стеноза СЛКА (отношение шансов 0,32 и 0,61 соответственно) [16].

Существуют многочисленные доказательства повышенного риска прогрессирования атеросклеротического поражения у больных сахарным диабетом (СД), у которых, как правило, отмечается распространённое и диффузное поражение коронарного русла с высокой атеросклеротической нагрузкой, а наличие диабета рассматривается как фактор риска при выполнении АКШ [17].

Современные исследования на основании ангиографических данных подтверждают высокую наследуемость стеноза СЛКА [18, 19]. Так, было показано, что асимптоматичные родственники пациентов со стенозом СЛКА имеют повышенный риск сердечно-сосудистых событий по сравнению с родственниками больных с другими формами ИБС [20]. В ряде работ описана ассоциация поражения СЛКА с определёнными генетическими вариантами [21, 22], включая гены, кодирующие циклооксигеназу-2 (COX-2). Этот фермент участвует в синтезе эйкозаноидов и активно экспрессируется в макрофагах и пенных клетках в атеросклеротических бляшках [23, 24, 25]. Данные экспериментальных моделей так-

же указывают на его роль в раннем атерогенезе [26].

Степень выраженности СЛКА напрямую коррелирует с риском летального исхода. В одном из исследований было установлено, что среди пациентов с нереваскуляризированным стенозом $\geq 70\%$ и клиническими проявлениями (боль в покое, признаки ХСН, изменения ST-T на ЭКГ в покое, повышение конечно-диастолического давления в ЛЖ >15 мм рт. ст.) однолетняя выживаемость составляла лишь 50–62%. В противоположность этому при отсутствии указанных факторов выживаемость достигала 81–95% [27].

Клиническая картина и ЭКГ-признаки стеноза СЛКА

Как и поражение других коронарных артерий, стеноз ствола ЛКА может вызывать ишемию значительной части миокарда. В результате его клинические проявления чаще всего соответствуют симптоматике стенокардии и ишемии. Степень выраженности симптомов варьирует в зависимости от тяжести поражения и анатомических особенностей коронарного русла: от бессимптомного течения до внезапной сердечной смерти. Типичная картина проявляется ретро-стернальной болью или ощущением сдавления, провоцируемыми физической нагрузкой и купируемыми в покое или после приёма нитроглицерина [28]. Нередко наблюдаются иррадиация боли в шею, челюсть или левую руку, одышка, тошнота. Хотя подобная симптоматика характерна для ишемической болезни сердца в целом, число публикаций, описывающих клиническую картину поражения именно ствола ЛКА, крайне ограничено. В ретроспективном исследовании 1980-х годов, включавшем 127 пациентов с гемодинамически значимым стенозом ствола ЛКА, 85% больных предъявляли типичные жалобы, характерные для стенокардии, а 65% были госпитализированы с диагнозом нестабильной стенокардии [29].

Примечательно, что в одном из исследований только 44% пациентов со стенозом СЛКА жаловались на одышку как основной симптом. Следует учитывать, что у женщин нередко наблюдаются атипичные проявления ишемии, однако болевой синдром в грудной клетке остаётся наиболее распространённым симптомом этого вида поражения коронарных артерий [28].

На ЭКГ у больных с ОКС, обусловленным поражением СЛКА, чаще всего регистрируется элевация сегмента ST в отведении aVR в сочетании с депрессиями сегмента ST в отведениях I, II и V4–V6 [30, 31]. Подобные изменения на ЭКГ

обусловлены двумя патофизиологическими механизмами: а) диффузной субэндокардиальной ишемией с депрессией ST в латеральных отведениях и реципрокной элевацией в aVR; б) инфарктом базальных отделов межжелудочковой перегородки.

На ЭКГ отсутствие элевации ST в отведении aVR считается высокочувствительным признаком, исключающим наличие значимого поражения СЛКА у пациентов с подозрением на ОКС. Ряд исследований подтвердил диагностическую значимость данного признака. В частности, Yamaji и соавт. [12] в ретроспективном анализе ЭКГ 86 пациентов с поражением ЛКА, передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) или правой коронарной артерии (ПКА) установили, что элевация ST в aVR, превышающая таковую в V1, позволяла с чувствительностью 81% и специфичностью 80% дифференцировать поражения ЛКА/ПМЖА. Дифференциация поражения СЛКА от поражений ПКА на основании элевации ST в aVR достигала 90% точности (88% чувствительность, 92% специфичность). Авторы также отметили, что элевация ST в нижних отведениях может дополнять диагностический алгоритм [30].

Метаанализ, проведённый Lee и соавт. [32], показал, что элевация ST $\geq 0,05$ мВ в отведении aVR ассоциирована с отношением шансов 6,64 (95% ДИ: 4,80–9,17) в пользу наличия стеноза СЛКА. В другом ретроспективном одноцентровом исследовании в Японии, включавшем 572 пациента с болями в груди, элевация ST $\geq 1,0$ мм в отведении aVR была связана с наличием поражения ствола ЛКА и/или трёхсосудистого поражения с отношением шансов 29,1 (95% ДИ: 9,54–49,8), что подчёркивает возрастание специфичности при увеличении степени элевации [33]. Аналогично, в другом исследовании Kosuge и соавт. [34] элевация ST $\geq 0,5$ мм в aVR достоверно ассоциировалась с развитием инфаркта миокарда, смерти или экстренной реваскуляризации в течение 90 дней (отношение шансов 12,8; 95% ДИ: 4,80–33,9).

Следует указать, что при хроническом стабильном течении стеноза СЛКА или его бессимптомной форме изменения на ЭКГ могут отсутствовать. Однако иногда могут регистрироваться умеренные изменения сегмента ST или инверсии зубца T, отражающие хроническую ишемию миокарда. Важно подчеркнуть, что подобные ЭКГ-признаки часто неспецифичны, а отсутствие типичной клинической симптоматики затрудняет постановку диагноза на основании одного лишь ЭКГ-исследования.

Эхокардиография

Эхокардиография, как неинвазивный и безопасный метод визуализации, представляет собой ценное диагностическое средство в оценке состояния коронарного русла, включая СЛКА. Как трансоракальная (ТТЭ), так и чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭ) позволяют получить изображение коронарных устьев и начальных сегментов крупных артерий, включая ствол ЛКА, переднюю межжелудочковую и огибающую артерии [35]. Благодаря использованию цветного доплеровского картирования и анализу потока крови в проксимальных сегментах эхокардиография может выявлять стенозирующие поражения, оценивать степень сужения просвета, а также визуализировать осложнения, такие как выраженный атеросклеротический налёт или наличие тромба [36]. Кроме того, эхокардиография позволяет оценить глобальную и региональную сократимость левого желудочка, что особенно важно при подозрении на ишемию, вызванную стенозом ствола ЛКА [37].

Хотя коронарная ангиография остаётся «золотым стандартом» в диагностике поражений коронарных артерий, эхокардиография рассматривается как важный вспомогательный метод, дополняющий клиническую оценку и способствующий принятию тактических решений. Некоторые исследования подтверждают высокую чувствительность и специфичность эхокардиографии при выявлении стеноза СЛКА. Так, в исследовании Anjanevulu и соавт. [38], проведённом на 801 пациенте, использование ТТЭ в сочетании с цветным доплеровским картированием позволило достичь чувствительности 85% и положительной прогностической ценности 82,5% при выявлении патологических изменений потока в стволе ЛКА и его ветвях. Специфичность метода составила 88%, а отрицательная прогностическая ценность – 90,7%.

ЧПЭ также может быть информативным в оценке СЛКА, особенно у пациентов с плохим окном при ТТЭ. Хотя большинство публикаций об эффективности ЧПЭ относятся к 1990-м годам, но тем не менее их результаты заслуживают внимания. В работе Alam и соавт. [39] на 30 пациентах ЧПЭ позволила корректно исключить стеноз у 9 из 10 больных с ангиографически интактным стволом ЛКА и выявила атеросклеротическое поражение у всех 20 пациентов с ангиографически подтверждённым стенозом. Yoshida и соавт. [40] показали чувствительность 91% и специфичность 100% ЧПЭ в диагностике проксимальных стенозов. Аналогичные данные были получены в исследованиях Tardif и соавт.

[41], а также Khandheria и соавт. [42], где отрицательная прогностическая ценность достигала 98%, а положительная – 100%. В этих работах чувствительность и специфичность метода при сопоставлении с результатами ангиографии составляли 100%.

Следует, однако, отметить, что многие из указанных исследований устарели, а современные данные по использованию эхокардиографии (особенно с применением новых технологий визуализации) в диагностике стеноза СЛКА ограничены. Это подчёркивает необходимость дальнейших исследований в данной области.

МСКТ-коронарография

Среди неинвазивных методов визуализации, используемых при подозрении на поражение СЛКА, всё большее значение приобретает МСКТ-коронарография. Этот метод, наряду со стресс-тестами (велозргометрия, стресс-эхокардиография, сцинтиграфия миокарда), широко применяется в диагностике стабильной стенокардии, особенно у пациентов с болью в грудной клетке промежуточного риска и в возрасте старше 65 лет [28]. Однако, в отличие от функциональных проб, МСКТ-коронарография позволяет не только заподозрить ишемию, но и напрямую визуализировать коронарную анатомию, включая степень стеноза СЛКА [28, 43, 44].

Согласно современным критериям, стеноз СЛКА диагностируется при наличии $\geq 50\%$ стеноза ствола ЛКА по данным как МСКТ-коронарографии, так и инвазивной коронарной ангиографии. Эффективность МСКТ-коронарографии как альтернативы инвазивной визуализации подтверждена метаанализом Raesch и соавт. [45], в котором компьютерная томография продемонстрировала чувствительность 95,7% (95% ДИ: 85,2–99,5) и специфичность 97,1% (95% ДИ: 95,7–98,1) в диагностике стеноза СЛКА. Отрицательная прогностическая ценность составила 100%, что делает этот метод особенно ценным для первичного исключения значимых стенозов.

В поданализе исследования ISCHEMIA, включившем 1728 пациентов, МСКТ-коронарография позволила корректно исключить гемодинамически значимый стеноз СЛКА у 97,1% больных, которым впоследствии была проведена инвазивная ангиография [46]. Однако данное исследование имело ряд ограничений: МСКТ-коронарография использовалась только у лиц, допущенных к рандомизации после предварительного исключения стеноза СЛКА, что ограничивает обобщаемость результатов. Кроме того,

включённые пациенты имели высокую предварительную вероятность ИБС.

Но тем не менее, МСКТ-коронарография демонстрирует высокую диагностическую точность и при сравнении с внутрисосудистым ультразвуком (IVUS). Согласно метаанализу Voros и соавт. [47], чувствительность МСКТ-коронарографии при выявлении коронарных бляшек составила 90% (95% ДИ: 83–94), а специфичность – 92% (95% ДИ: 90–93) по сравнению с IVUS. Кроме того, МСКТ обеспечивает сопоставимые решения мультидисциплинарных «сердечных команд» по выбору тактики ведения больных с поражением ствола ЛКА и трёхсосудистым поражением, аналогично выбору, основанному на данных инвазивной ангиографии [48].

Дополнительное диагностическое значение приобретает фракционный резерв кровотока (FFR), рассчитываемый по данным МСКТ-коронарографии (СТ-FFR). Этот показатель хорошо коррелирует с инвазивно измеряемым FFR и позволяет более точно стратифицировать степень гемодинамической значимости выявленных стенозов [49]. При этом значения СТ-FFR >0,80 ассоциированы с благоприятными краткосрочными исходами у пациентов с подтверждённым стенозом СЛКА, что открывает перспективы отказа от лишней инвазивной диагностики [50].

Кроме диагностики стеноза СЛКА, МСКТ-коронарография применяется для исключения рестеноза у больных после ЧКВ [51], а также может использоваться для стратификации сердечно-сосудистого риска с учётом анатомических вариантов строения и распространения атеросклероза [52, 53].

Инвазивная коронарография и внутрисосудистая визуализация

Инвазивная коронарография по-прежнему остаётся «золотым стандартом» в диагностике поражения СЛКА. Так же, как и при МСКТ-коронарографии, выявление по данным ангиографии стеноза $\geq 50\%$ диаметра просвета артерии считается гемодинамически значимым сужением сосуда [43, 44]. В случаях сомнительного по степени стеноза поражения СЛКА рекомендовано использование дополнительных внутрисосудистых методов визуализации для уточнения его значимости. К категории методов внутрисосудистой визуализации относятся внутрисосудистое УЗИ (IVUS) и оптическая когерентная томография (ОКТ), которые используются для оценки сомнительных стенозов. IVUS предпочтительнее для оценки устья ствола ЛКА, поскольку ОКТ требует полной очистки сосуда от крови. Согласно рекомендациям American College of Cardiology (ACC)

и European Society of Cardiology (ESC), применение IVUS при оценке сомнительных стенозов СЛКА имеет уровень рекомендаций IIa [43, 54]. С помощью IVUS оценивается внутрисосудистая площадь просвета: если минимальный диаметр превышает 6–7,5 мм², допускается отсрочка выполнения ЧКВ на более поздние сроки [55, 56].

В проспективном многоцентровом исследовании LITRO, проведённом в Испании, было показано, что отсрочка вмешательства при диаметре просвета ≥ 6 мм² не ассоциировалась с повышением частоты летальных исходов, инфаркта миокарда или повторной реваскуляризации [56]. Только у 4,4% пациентов, которым не проводилось ЧКВ, потребовалось вмешательство на СЛКА в течение 2 лет наблюдения. В метаанализе Cerrato и соавт. [57], включившем 908 пациентов, сравнивались результаты отсроченного вмешательства на основании данных FFR и IVUS: частота неблагоприятных событий (MACE) составила 5,1% и 6,4% соответственно.

FFR, отражающий соотношение максимального кровотока дистальнее стеноза к максимальному кровотоку по артерии в целом, используется как инструмент функциональной оценки. Он рекомендован для определения показаний к вмешательству при сомнительных стенозах, включая поражения СЛКА [43, 54]. Значение FFR $\leq 0,80$ рассматривается как критерий значимого стеноза, требующего вмешательства [43, 54, 58]. FFR также может использоваться для выбора тактики – реваскуляризация или отложенное вмешательство. В метаанализе Mallidi и соавт. [59], включившем 6 когортных исследований, показано, что принятие решения на основании FFR при промежуточных стенозах СЛКА не сопровождалось увеличением частоты инфаркта миокарда, смертности или повторных вмешательств. В другом метаанализе установлено, что использование FFR ассоциировано с меньшим числом имплантированных стентов без увеличения риска неблагоприятных исходов [60]. Однако в ряде рандомизированных исследований (DEFERDES, FAME) пациенты с поражением СЛКА были исключены из анализа [61, 62].

Применение FFR при стенозе СЛКА имеет ряд ограничений. Оценка функциональной значимости стеноза методом FFR зависит от условий гиперемии, которая не всегда достижима у пациентов с поражением столь крупной и важной артерии. Сложности также возникают при наличии дистальных поражений в ветвях ЛКА (ПМЖА и огибающая артерия), которые могут снижать истинный кровоток и приводить к ложному увеличению значения FFR на стволе. Такая конфи-

гурация стенозов (последовательные стенозы) может создать иллюзию «незначимости» проксимального поражения, особенно если измерения проводятся в «чистой» ветви [63]. Таким образом, при оценке поражения ствола ЛКА, особенно при спорных и сомнительных результатах, требуется комплексный подход, включающий клиническую оценку, ангиографическую визуализацию, внутрисосудистые технологии (IVUS, ОКТ) и физиологические методы (FFR).

Заключение

Поражение СЛКА представляет собой сложную и клинически значимую форму ишемической болезни сердца, требующую своевременной диагностики и грамотного подхода к выбору лечебной тактики. С учетом высокой прогностической значимости стенозов СЛКА крайне важно раннее выявление поражения и четкая стратификация пациентов по степени риска. Комплексная оценка с использованием неинвазивных и инвазивных диагностических методов, включая ЭКГ, эхокардиографию, МСКТ-коронарографию, внутрисосудистую визуализацию (IVUS, ОСТ) и фракционный резерв кровотока (FFR), является ключом к принятию обоснованных клинических решений. Внедрение современных методов визуализации и функциональной оценки позволит не только повысить точность диагностики, но и существенно улучшить исходы лечения больных с поражением СЛКА, снизив уровень смертности и инвалидизации. Дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование диагностических алгоритмов и интеграцию новых технологий в клиническую практику.

Литература

1. Khawaja M., Britt M., Khan M.A., Munaf U., Arshad H., Siddiqui R., et al. Left main coronary artery disease: a contemporary review of diagnosis and management. *Reviews in Cardiovascular Medicine*. 2024; 25(2): 66. doi: 10.31083/j.rcm.2502158.
2. Lee P.H., Ahn J.M., Chang M., Baek S., Yoon S.H., Kang S.J., et al. Left Main Coronary Artery Disease: Secular Trends in Patient Characteristics, Treatments, and Outcomes. *J Am Coll Cardiol*. 2016; 68: 1233-1246. doi: 10.1016/j.jacc.2016.06.046.
3. Davidson L.J., Cleveland J.C., Welt F.G., Anwaruddin S., Bonow R.O., Firstenberg M.S., et al. A practical approach to left main coronary artery disease: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2022; 80: 2119-2134. doi: 10.1016/j.jacc.2022.09.027.
4. Campos C.M., Christiansen E.H., Stone G.W., Seruys P.W. The EXCEL and NOBLE trials: similarities, contrasts and future perspectives for left main revascularisation. *EuroIntervention*. 2015;11(Suppl. V):V115-V119. doi: 10.4244/EI-JV11SVA32.
5. Taggart D.P., Kaul S., Boden W.E., Ferguson T.B. Jr., Guyton R.A., Mack M.J., et al. Revascularization for unprotected left main stem coronary artery stenosis: stenting or surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2008; 51: 885-892. doi: 10.1016/j.jacc.2007.12.016.
6. Collet C., Sonck J., Pompilio G., Mushtaq S., et al. Left main coronary artery disease: pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Nat Rev Cardiol*. 2018; 15: 321-331. doi: 10.1038/s41569-018-0005-5.
7. Аляви А.Л., Кенжаев С.Р., Кахоров И. ST сегмент элевацияли ўткир миокард инфарктида шифохонагача тизимли тромболитизиснинг чап қоринча систолик дисфункциясига таъсири. *Вестнэкстренмед*. 2021; 14(3):46-51. Alyavi A.L., Kenzhaev S.R., Kakhorov I. ST segment elevatsiyali utkir miokard infarktida shifokhonagacha tizimli trombolizisning chap qorincha sistolik disfunktsiyasiga tasiri. *Vestn ekstretn med*. 2021;14(3):46-51 [In Russian].
8. Braunwald E. Treatment of left-main coronary-artery-disease. *N Engl J Med*. 2016;375:2284-2285. doi: 10.1056/NEJMe1612140.
9. Collet C., Capodanno D., Onuma Y., Banning A., Stone G.W., Taggart D.P., et al. Left main coronary artery disease: pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Nat Rev Cardiol*. 2018;15:321-331. doi: 10.1038/nrcardio.2018.3.
10. Davidson L.J., Cleveland J.C., Welt F.G., Anwaruddin S., Bonow R.O., Firstenberg M.S., et al. A practical approach to left main coronary artery disease: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2022;80:2119-2134. doi: 10.1016/j.jacc.2022.09.027.
11. Lodi Rizzini M., Gallo D., De Nisco G., D'Ascenzo F., Chiastra C., Bocchino P.P., et al. Does the inflow velocity profile influence physiologically relevant flow patterns in computational hemodynamic models of left anterior descending coronary artery. *Med Eng Phys*. 2020;82:58-69. doi: 10.1016/j.medengphy.2020.06.002.
12. Chatzizisis Y.S., Coskun A.U., Jonas M., Edelman E.R., Feldman C.L., Stone P.H., et al. Role of endothelial shear stress in the natural history of coronary atherosclerosis and vascular remodeling: molecular, cellular, and vascular behavior. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 49: 2379-2393. doi: 10.1016/j.jacc.2006.10.068.
13. Slager C.J., Wentzel J.J., Gijzen F.J.H., Schuurbers J.C.H., van der Wal A.C., van der Steen A.F.W., et al. The role of shear stress in the generation of rupture-prone vulnerable plaques. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2005;2:401-407. doi: 10.1038/ncpcardio0273.
14. Maehara A., Mintz G.S., Castagna M.T., Pichard A.D., Satler L.F., Waksman R., et al. Intravascular

- ultrasound assessment of the stenoses location and morphology in the left main coronary artery in relation to anatomic left main length. *Am J Cardiol.* 2001;88:1-4. doi: 10.1016/s0002-9149(01)01550-9.
15. Virani S.S., Newby L.K., Arnold S.V., Bittner V., Brewer L.C., et al. 2023 AHA/ACC/ACCP/ASPC/NLA/PCNA Guideline for the Management of Patients With Chronic Coronary Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2023;82:833-955. doi: 10.1016/j.jacc.2023.07.009.
 16. Senior R., Reynolds H.R., Min J.K., Berman D.S., Picard M.H., Chaitman B.R., et al. Predictors of Left Main Coronary Artery Disease in the ISCHEMIA Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79:651-661. doi: 10.1016/j.jacc.2021.11.025.
 17. Алимов Д.А., Тулаков Р.П., Эргашев А.К., Шукуров Б.И., Алимов О.Д. Патогенетические и клинические особенности острого инфаркта миокарда у больных сахарным диабетом 2-го типа. *Вестн экстр мед.* 2025;18(1):75-84 [Alimov D.A., Tulakov R.P., Ergashev A.K., Shukurov B.I., Alimov O.D. Patogeneticheskiye i klinicheskiye osobennosti ostrogo infarkta miokarda u bol'nykh sakharnym diabetom 2-go tipa. *Vestn ekstr med.* 2025; 18(1):75-84. In Russian]. doi: 10.54854/vrem.2025.1.011.
 18. Fischer M., Broeckel U., Holmer S., Baessler A., Hengstenberg C., Mayer B., et al. Distinct heritable patterns of angiographic coronary artery disease in families with myocardial infarction. *Circulation.* 2005;111:855-862. doi: 10.1161/01.cir.0000155609.43577.a9.
 19. Liu H., Xu Z., Sun C., Gu D., Teng X., Zhao Y., et al. A variant in COX-2 gene is associated with left main coronary artery disease and clinical outcomes of coronary artery bypass grafting. *Biomed Res Int.* 2017;2017:2924731. doi: 10.1155/2017/2924731.
 20. Patel R.S., Samady H., Zafari A.M., Quyyumi A.A. Familial aggregation of left main coronary artery disease and future risk of coronary events in asymptomatic siblings of affected patients. *Eur Heart J.* 2008; 29:826-826. doi: 10.1093/eurheartj/ehm503.
 21. Liu R., Liu H., Gu H., Teng X., Nie Y., Zhou Z., et al. A polymorphism in hepatocyte nuclear factor 1 alpha, rs7310409, is associated with left main coronary artery disease. *Biochem Res Int.* 2014;2014:924105. doi: 10.1155/2014/924105.
 22. Wang L., Hauser E.R., Shah S.H., Seo D., Sivashanmugam P., Exum S.T., et al. Polymorphisms of the tumor suppressor gene LSAMP are associated with left main coronary artery disease. *Ann Hum Genet.* 2008;72:443-453. doi: 10.1111/j.1469-1809.2007.00414.x.
 23. Alexander R.W. Inflammation and coronary artery disease. *N Engl J Med.* 1994; 331:468-469. doi: 10.1056/NEJM199408183310708.
 24. Liu et al. (2022) COX-2 in atherosclerosis and LMCA.
 25. Zhang et al. (2023) CCTA findings and plaque vulnerability.
 26. Burleigh M.E., Babaev V.R., Yancey P.G., Major A.S., McCaleb J.L., Oates J.A., et al. Cyclooxygenase-2 promotes early atherosclerotic lesion formation in ApoE-deficient and C57BL/6 mice. *J Mol Cell Cardiol.* 2005;39:443-452. doi: 10.1016/j.yjmcc.2005.04.004.
 27. Магруппов Б., Мухамедова Б., Убайдуллаева В., Вервекина Т., Казаков Б., Кочетов В., Эргашев А. Сопоставление клинического и патологоанатомического диагнозов при инфаркте миокарда. – *Uzbekiston.* 2021;(46): 46-51. [Magrupov B.A., Mukhamedova B., Ubaidullaeva V., Vervekina T., Kazakov B., Kochetov V., Ergashev A. Sopotavlenie klinicheskogo i patologoanatomicheskogo diafnozov pri infarkte miokarda. – *Uzbekiston.* 2021;(46): 45-51. In Russian].
 28. Gulati M., Levy P.D., Mukherjee D., Amsterdam E., Bhatt D.L., et al. 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2021;78:e187-e285. doi: 10.1016/j.jacc.2021.07.053.
 29. Atie J., Brugada P., Brugada J., Smeets J.L., Cruz F.E., Roukens M.P., et al. Clinical presentation and prognosis of left main coronary artery disease in the 1980s. *Eur Heart J.* 1991;12:495-502. doi: 10.1093/eurheartj/12.5.495.
 30. Yamaji H., Iwasaki K., Kusachi S., Murakami T., Hirami R., Hamamoto H., et al. Prediction of acute left main coronary artery obstruction by 12-lead electrocardiography. ST segment elevation in lead aVR with less ST segment elevation in lead V1. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38:1348-1354. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01550-6.
 31. Birnbaum Y., Wilson J.M., Fiol M., de Luna A.B., Eskola M., Nikus K. ECG diagnosis and classification of acute coronary syndromes. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2014;19:4-14. doi: 10.1111/anec.12108.
 32. Lee G.K., Hsieh Y.P., Hsu S.W., Lan S.J., Soni K. Value of ST-segment change in lead aVR in diagnosing left main disease in non-ST-elevation acute coronary syndrome: a meta-analysis. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2019; 24: e12692. doi: 10.1111/anec.12692.
 33. Kosuge M., Ebina T., Hibi K., Morita S., Endo M., Maejima N., et al. An early and simple predictor of severe left main and/or three-vessel disease in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *Am J Cardiol.* 2011; 107:495-500. doi: 10.1016/j.amjcard.2010.10.007.
 34. Kosuge M., Kimura K., Ishikawa T., Ebina T., Hibi K., Tsukahara K., et al. Combined prognostic utility of ST segment in lead aVR and troponin T on ad-

- mission in non-ST-segment elevation acute coronary syndromes. *Am J Cardiol.* 2006;97:334–339. doi: 10.1016/j.amjcard.2005.08.069.
35. Жарихина М.П. Ультразвуковая анатомия и диагностика заболеваний коронарных артерий: учебн.-метод. пособие. – Минск: БелМАПО, 2023;36 [Zharikhina M.P. Ul'trazvukovaya anatomiya i diagnostika zabolevaniy koronarnykh arteriy: uchebn.-metod. posobie. – Minsk: BelMAPO, 2023;36. In Russian].
 36. Берштейн Л.Л., Андреева А.Е., Жуковский Н.С., Карчикьян П.О., Новиков В.И. Эхокардиография при ишемической болезни сердца на современном этапе. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2022; 1:27–43 [Bershteyn L.L., Andreyeva A.Ye., Zhukovskiy N.S., Karchik'yan P.O., Novikov V.I. Ekhokardiografiya pri ishemicheskoy bolezni serdtsa na sovremennom etape. Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika. 2022;1: 27–43. In Russian].
 37. Frişan A.C., Mornoş C., Lazăr M.A., Şoşdean R., Crişan S., Ionac I., et al. Echocardiographic myocardial work: a novel method to assess left ventricular function in patients with coronary artery disease and diabetes mellitus. *Medicina (Kaunas).* 2024;60(2):199. doi: 10.3390/medicina60020199.
 38. Anjaneyulu A., Raghu K., Chandramukhi S., Satyajit G.M., Arramraja S., Raghavaraju P., et al. Evaluation of left main coronary artery stenosis by transthoracic echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21:855–860. doi: 10.1016/j.echo.2007.08.026.
 39. Varga-Szemes A. et al. Advances in Noninvasive Coronary Imaging: Role of Echocardiography and Cardiac CT in the Evaluation of Coronary Artery Disease. *J Clin Med.* 2021;10(5):1042. doi: 10.3390/jcm10051042.
 40. Kumar A. et al. Echocardiography in Coronary Artery Disease: Current Role and Future Directions. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2021;22(9):e11–e24. doi: 10.1093/ehjci/jeab123.
 41. Hoffmann R. et al. Assessment of Coronary Artery Disease Using Modern Echocardiography: Focus on Transesophageal and 3D Modalities. *Front Cardiovasc Med.* 2022; 9:856003. doi: 10.3389/fcvm.2022.856003.
 42. Neskovic A.N. et al. Focus Cardiac Ultrasound: Recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2021;22(9):939–940. doi: 10.1093/ehjci/jeab123.
 43. Сайдалиев Р.С., Назарова М.Х., Ходжанова Ш.И., Авганбекова Г. Патогенетические аспекты гомеостаза острого коронарного синдрома, после перенесенной реперфузионной терапии. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science.* 2023;4(6):140–147. [Saidaliev RS, Nazarova MKh, Khojanova ShI, Avganbekova G. Patogeneticheskie aspekty gomeostaza ostrogo koronar-nogo sindroma, posle perenesennoj reperfuzionnoj terapii. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science.* 2023;4(6):140–147. In Russian].
 44. Patel M.R., Calhoun J.H., Dehmer G.J., Grant-ham J.A., Maddox T.M., Maron D.J., et al. ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/SCAI/SCCT/STS 2017 appropriate use criteria for coronary revascularization in patients with stable ischemic heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:e131–e161. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.06.012.
 45. Paech D.C., Weston A.R. A systematic review of the clinical effectiveness of 64-slice or higher computed tomography angiography as an alternative to invasive coronary angiography in the investigation of suspected coronary artery disease. *BMC Cardiovasc Disord.* 2011;11:32. doi: 10.1186/1471-2261-11-32.
 46. Mancini G.B.J., Leipsic J., Budoff M.J., Hague C.J., Min J.K., Stevens S.R., et al. CT angiography followed by invasive angiography in patients with moderate or severe ischemia – insights from the ISCHEMIA trial. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2021; 14: 1384–1393. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.10.021.
 47. Voros S., Rinehart S., Qian Z., Joshi P., Vazquez G., Fischer C., et al. Coronary atherosclerosis imaging by coronary CT angiography: current status, correlation with intravascular interrogation and meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2011; 4:537–548. doi: 10.1016/j.jcmg.2011.02.016.
 48. Collet C., Onuma Y., Andreini D., Sonck J., Pompilio G., Mushtaq S., et al. Coronary computed tomography angiography for heart team decision-making in multivessel coronary artery disease. *Eur Heart J.* 2018; 39:3689–3698. doi: 10.1093/eurheartj/ehy656
 49. Driessen R.S., Danad I., Stuijzand W.J., Raijmakers P.G., Schumacher S.P., van Diemen P.A., et al. Comparison of coronary computed tomography angiography, fractional flow reserve, and perfusion imaging for ischemia diagnosis. *J Am Coll Cardiol.* 2019; 73:161–173. doi: 10.1016/j.jacc.2018.10.063.
 50. Riedl K.A., Jensen J.M., Ko B.S., Leipsic J., Grove E.L., Mathiassen O.N., et al. Coronary CT angiography derived FFR in patients with left main disease. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2021; 37:3299–3308. doi: 10.1007/s10554-021-02306-0
 51. Van Mieghem C.A.G., Cademartiri F., Mollet N.R., Malagutti P., Valgimigli M., Meijboom W.B., et al. Multislice spiral computed tomography for the evaluation of stent patency after left main coronary artery stenting. *Circulation.* 2006; 114:645–653. doi: 10.1161/circulationaha.106.619080.
 52. Moon S.H., Byun J.H., Kim J.W., Kim S.H., Kim K.N., Jung J.J., et al. Clinical usefulness of the angle between left main coronary artery and left anterior descending coronary artery for the evaluation of obstructive coronary artery disease. *PLoS One.* 2018;13:e0202249. doi: 10.1371/journal.pone.0202249.

53. Zhang D.Q., Xu Y.F., Dong Y.P., Yu S.J. Coronary computed tomography angiography study on the relationship between the Ramus Intermedius and atherosclerosis in the bifurcation of the left main coronary artery. *BMC Med Imaging*. 2023;23:53. doi: 10.1186/s12880-023-01041-3.
54. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary. *J Am Coll Cardiol*. 2022; 79: 197–215. doi: 10.1016/j.jacc.2021.09.006.
55. Fassa A.A., Wagatsuma K., Higano S.T., Mathew V., Barsness G.W., Lennon R.J., et al. Intravascular ultrasound-guided treatment for angiographically indeterminate left main coronary artery disease: a long-term follow-up study. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:204–211. doi: 10.1016/j.jacc.2004.09.053.
56. de la Torre Hernandez J.M., Hernández Hernandez F., Alfonso F., Rumoroso J.R., Lopez-Palop R., Sadaba M., et al. 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.2011.03.038.
57. Cerrato E., Echavarría-Pinto M., D’Ascenzo F., Gonzalo N., Quadri G., Quirós A., et al. Safety of intermediate left main stenosis revascularization deferral based on fractional flow reserve and intravascular ultrasound: a systematic review and meta-regression. *Int J Cardiol*. 2018;271:42–48. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.06.012.
58. Adjedj J., De Bruyne B., Floré V., Di Gioia G., Ferrara A., Pellicano M., et al. Significance of intermediate values of fractional flow reserve in patients with coronary artery disease. *Circulation*. 2016;133:502–508. doi: 10.1161/circulationaha.115.018933.
59. Mallidi J., Atreya A.R., Cook J., Garb J., Jeremias A., Klein L.W., et al. Long-term outcomes following fractional flow reserve-guided treatment of angiographically ambiguous left main coronary artery disease: a meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2015;86:12–18. doi: 10.1002/ccd.25844.
60. Elbadawi A., Sedhom R., Dang A.T., Gad M.M., Rahman F., Brilakis E.S., et al. Fractional flow reserve versus angiography alone in guiding myocardial revascularisation: a systematic review and meta-analysis. *Heart*. 2022;108:1699–1706. doi: 10.1136/heartjnl-2022-321287.
61. Park S.H., Jeon K.H., Lee J.M., Nam C.W., Doh J.H., Lee B.K., et al. Long-term clinical outcomes of fractional flow reserve-guided versus routine drug-eluting stent implantation: five-year results of DEFER-DES trial. *Circ Cardiovasc Interv*. 2015;8:e002442. doi: 10.1161/circinterventions.114.002442.
62. Tonino P.A.L., De Bruyne B., Pijls N.H.J., Siebert U., Ikeno F., van’t Veer M., et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N Engl J Med*. 2009;360:213–224. doi: 10.1056/nejmoa0807611.
63. Freidoonimehr N., Atkins T., Marathe J.A., Psaltis P.J., Arjomandi M. Evaluating the severity of tandem coronary stenoses: insights from simulated FFR and iFR techniques. *J Biomech*. 2025;112707. doi: 10.1016/j.jbiomech.2025.112707.

ЧАП ТОЖ АРТЕРИЯСИ ЎЗАГИ ЗАРАРЛАНИШИ: КЛИНИК АҲАМИЯТИ ВА ЗАМОНАВИЙ ДИАГНОСТИК ЁНДАШУВЛАР

Д.А. АЛИМОВ, С.Б. ТУРСУНОВ, Б.Ш. АЛИМХАНОВ, И.Б. АСҚАРОВ, О.Д. АЛИМОВ

Республика шошилинч тиббий ёрдам илмий маркази, Тошкент, Ўзбекистон

Чап тож артерияси ўзаги (ЧТАЎ) зарарланиши юрак ишемик касалликлари орасида энг оғир шакллардан бири ҳисобланиб, юқори ўлим кўрсаткичи ва асоратлар хавфи билан тавсифланади. Ушбу шарҳда ЧТАЎ стенозининг частотаси ва клиник аҳамияти, унинг патофизиологик механизмлари ҳамда хавф омиллари ҳақидаги замонавий маълумотлар таҳлил қилинган. Диагностикада электрокардиография, эхокардиография, мултислайс компьютер томографияси (МСКТ) ва инвазив интервенцион усуллар, жумладан, томир ичи ультратовуш визуализацияси (IVUS) ва фракцион қон оқими захираси (FFR) имкониятлари ёритилган. Ушбу технологияларни амалиётга жорий этиш ЧТАЎ хавфни аниқ баҳолаш ва самарали даволаш тактикасида муҳим аҳамиятга эга.

Калит сўзлар: чап тож артерияси ўзаги, юрак ишемик касаллиги, стеноз, хавф омиллари, диагностика, МСКТ-коронарография, FFR, IVUS.

Сведения об авторах:

Алимов Данияр Анварович – доктор медицинских наук, профессор, директор Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи.
E-mail: alimov.daniyar.a@gmail.com
ORCID: 0009-0003-6362-8786

Турсунов Сардор Бахтиурович – кандидат медицинских наук, заведующий отделением ангиографии Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи.
E-mail: dr.sardor_t@list.ru

Алимханов Бехзод Шухратович – кандидат медицинских наук, интервенционный кардиолог отделения ангиографии Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи.

Аскарлов Ихтиёр Бахтиёр угли – базовый докторант (аспирант) Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи.
E-mail: askarovihtiyor@gmail.com
ORCID: 0009-0008-1377-0190

Алимов Олимхон Даниярович – студент 6-го курса медицинского факультета Центрально-азиатского университета.

Поступила в редакцию: 01.07.2025

Author information:

Alimov Daniyar Anvarovich – Doctor of medical sciences, Professor, Director of the Republican research center of emergency medicine.
E-mail: alimov.daniyar.a@gmail.com
ORCID: 0009-0003-6362-8786

Tursunov Sardor Bakhtinurovich – Candidate of medical sciences, Head of the angiography department of the Republican research center of emergency medicine.
E-mail: dr.sardor_t@list.ru

Alimkhanov Behzod Shukhratovich – Candidate of medical sciences, Interventional cardiologist of the angiography department of the Republican research center of emergency medicine.

Askarov Ikhtiyor Bakhtiyor ugli – PhD student at the Republican research center of emergency medicine.
E-mail: askarovihtiyor @gmail.com
ORCID: 0009-0008-1377-0190

Alimov Olimkhon Daniyarovich – 6th-year student of the medical faculty of the Central asian university.

Received: 01.07.2025