Doi: 10.52341/20738080_2026_142_3_49

ОСОБЕННОСТИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ МЕТОДАМИ ИЗУЧЕНИЯ ВНУТРИСОСУДИСТОЙ ФИЗИОЛОГИИ, У ЛИЦ С ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННОЙ ИШЕМИЕЙ МИОКАРДА ПРИ СТРЕСС-ЭХОКАРДИОГРАФИИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ



АРАБИДЗЕ Г.Г.,
д.м.н., врач-кардиолог, врач-терапевт, заведующий кафедрой терапии и подростковой медицины, руководитель Университетской терапевтической клиники (на базе ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница имени В.В. Вересаева Департамента здравоохранения города Москвы») ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, *arabidze@mail.ru*



ТОРОПОВА А.Е.,
врач отделения функциональной диагностики ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница имени В.В. Вересаева Департамента здравоохранения города Москвы», *an.toropova19@gmail.com*



ПРАВДИВЦЕВА Е.В.,
к.м.н., ассистент кафедры терапии и подростковой медицины ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, *katiku@yandex.ru*



СТРУЦЕНКО М.В.,
к.м.н., эндоваскулярный хирург, сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением рентгенохирургии ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница имени В.В. Вересаева Департамента здравоохранения города Москвы», *mvstrutsenko@gmail.com*



ПИРОГОВ А.Л.,
д.м.н., доцент кафедры терапии и подростковой медицины ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, *doctor.pyrogov@mail.ru*

Обзор посвящен анализу современных данных о возможностях физиологической визуализации атеросклеротического поражения коронарных артерий после подтверждения ишемической болезни сердца при стресс-эхокардиографии.

Ключевые слова: нестабильная стенокардия, острый коронарный синдром (ОКС), стресс-ЭхоКГ, фракционный резерв кровотока, моментальный резерв кровотока, диспансерное наблюдение, прогноз после ОКС.

FEATURES OF ATHEROSCLEROTIC LESIONS OF THE CORONARY ARTERIES DEFINED BY STUDYING INTRAVASCULAR PHYSIOLOGY IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL ISCHEMIA NEWLY DIAGNOSED BY STRESS ECHOCARDIOGRAPHY. REVIEW OF LITERATURE

Arabidze G., Toropova A., Pravdivtseva E., Strutsenko M., Pirogov A.

The review is dedicated to the analysis of current data on a possibility of physiologic imaging of atherosclerotic lesions of the coronary arteries after confirmation of ischemic heart disease by stress echocardiography.

Key words: unstable angina, acute coronary syndrome (ACS), stress echocardiography, fractional flow reserve, instant flow reserve, follow-up monitoring, prognosis after ACS.

Введение

Ежегодно в мире диагностируется более 7 млн случаев ОКС [1]. Для выявления ишемии миокарда у пациентов с подозрением на острый коронарный синдром (ОКС) без подъёма сегмента ST при отсутствии критериев очень высокого и высокого

рисков неблагоприятного исхода рекомендуется выполнение неинвазивного стресс-теста – предпочтительно с визуализацией – для оценки сократимости левого желудочка (ЛЖ), если нет противопоказаний. Стресс-ЭхоКГ характеризуется большими чувствительностью (80–85%) и специфичностью (84–86%) в диагностике коронарной обструкции, по сравнению со стандартной ЭКГ с физической нагрузкой (ФН) [2, 8]. Данные инвазивной коронароангиографии (КАГ) предоставляют информацию про анатомический субстрат, но не позволяют точно определить, какие стенозы вызывают ишемию и требуют лечения.

В настоящее время во многих странах измерение фракционного резерва кровотока (ФРК) стало золотым стандартом для определения функциональной значимости пограничного стеноза у больных с хронической ишемической болезнью сердца (ИБС), но, несмотря на накопленные данные, в настоящее время применение методов внутрисосудистой физиологии при ОКС является дискутабельным. Также актуальным остаётся поиск новых предикторов благоприятного и неблагоприятного прогнозов у пациентов с ОКС.

Согласно докладу ВОЗ (2025) неинфекционные заболевания (НИЗ) – такие, как сердечно-сосудистые, хронические респираторные, а также рак, диабет, остаются основной причиной летальных исходов и инвалидности в Европейском регионе. Ежегодно около 1,8 млн случаев смерти можно предотвратить (причём 60% – за счёт снижения воздействия факторов риска [ФР] и мер общественного здравоохранения), а 40% вылечить с помощью своевременной и качественной медицинской помощи [2].

В Российской Федерации болезни системы кровообращения (БСК) остаются ведущей причиной смертей у взрослого населения [3]. Доля БСК в структуре причин смерти за последние годы составляла: 46% – в 2019 г., 45% – в 2020 г., 38% – в 2021 г., 44% – в 2022 г. от общего числа смертельных исходов.

Распространённость непосредственно нестабильной стенокардии (НС) в популяции оценить сложно. По имеющимся данным, ежегодная численность пациентов, госпитализированных с диагнозом ОКС без стойкого подъёма сегмента ST низкого риска в 2016–2020 гг. в России составляла 169–267 тыс. чел. и занимала ведущее место в общей структуре ОКС, что составило около половины всех случаев ОКС [4].

По сведениям автоматизированной системы мониторинга медицинской статистики, в 2022 г. в Центральном федеральном округе (ЦФО) Российской Федерации лечение в стационарах прошли 104 182 чел. с ОКС, из них у 60 318 был установлен инфаркт миокарда (ИМ). Соответственно, количество госпитализаций по поводу НС в ЦФО в 2022 г. можно оценить числом 43 864 (112 случаев на 100 тыс. населения). При этом значительное количество фактов НС остается вне поля зрения медицинской статистики, поскольку многие больные переносят эпизод НС без обращения к врачу [5]. Кроме того, у лиц с ОКС без стойкого подъема сегмента ST имеются риски в отдалённом периоде наблюдения. По данным регистра РЕКОРД-3, летальность в течение 12 мес. после перенесённого события составила 4,8% у пациентов с ОКС с подъёмом сегмента ST, а у пациентов с ОКС без подъёма ST – 10,5% [5].

Рассматриваемой теме посвящено достаточное количество литературных источников, и настоящий обзор выполнен с целью анализа современных данных, посвященных возможностям физиологической визуализации атеросклеротического поражения коронарных артерий (КА) после подтверждения ИБС при стресс-ЭхоКГ.

Для подготовки обзора литературы был проведен поиск и отбор научных публикаций в российских и международных базах данных eLibrary и PubMed. Поиск ограничивался публикациями за последние 5 лет (2020–2026), однако фундаментальные и знаковые работы более ранних лет также учитывались. Отбор статей проводился на основе анализа заголовков, аннотаций и полноты текста с последующим критическим анализом содержания.

ИБС, ОКС без подъема сегмента ST и стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП

ОКС – термин, обозначающий любую группу клинических признаков или симптомов, позволяющих подозревать ИМ или НС. Термин ОКС используется, когда недостаточно диагностических критериев для нозологического диагноза (ИМ или НС) и, следовательно, представляет собой предварительный диагноз в первые часы и сутки заболевания, в то время как термины ИМ и НС используются при формировании окончательного диагноза [3].

ОКС без подъёма сегмента ST вызывается частичной или прерывистой окклюзией артерии и ассоциируется с депрессией сегмента ST (≈31%), инверсией зубца Т (≈12%), депрессией сегмента ST в сочетании с инверсией зубца Т (≈16%) или отсутствием обоих факторов (≈41%) [2].

При подозрении на ИБС всем пациентам рекомендована оценка предтестовой вероятности наличия ИБС. Этот показатель базируется на оценке характера боли в грудной клетке, возрасте и поле [6].

Таким образом, диагноз НС формулируется фактически методом исключения ИМ среди пациентов с ОКС без подъёма сегмента ST [5]. НС является наиболее разнородной группой в отношении клинических проявлений, оценки риска и в плане отдалённого прогноза, так как приведённая нозология включает лиц не только с минимальными проявлениями ишемии миокарда, связанными с постепенным прогрессированием коронарного стеноза до гемодинамически значимого уровня, но и с нераспознанной тотальной ишемией ЛЖ, вызванной критическим стенозом ствола левой КА (ЛКА). В первом случае прогноз может быть благоприятным при активной медикаментозной терапии, во втором задержка с проведением реваскуляризации может привести к смерти пациента [5].

Частота проведения ЧКВ больным с ОКС без подъёма ST остаётся невысокой и составляет около 37% [3, 7]. У пациентов с ОКС без подъёма сегмента ST для стратификации риска неблагоприятного исхода рекомендуется использовать валидизированные индексы и шкалы (в частности, шкалу GRASE), на основании чего определяется дальнейшая тактика ведения больного [3]. Для выявления ишемии миокарда у лиц с подозрением на ОКС без подъёма сегмента ST без критериев очень высокого и высокого рисков неблагоприятного исхода (то есть без возобновляющихся приступов боли в грудной клетке, без ишемических изменений на ЭКГ в динамике и без диагностически значимого повышения уровня сердечного тропонина в крови при повторных определениях) рекомендуется выполнение неинвазивного стресс-теста, предпочтительно с визуализацией для оценки сократимости ЛЖ в первые 72 час. после госпитализации, если нет противопоказаний [3]. По результатам стресс-теста определяется категория пациентов, которым показано проведение инвазивных методов исследования [3].

Диагностика ИБС по данным стресс-ЭхоКГ основана на обнаружении стресс-индуцированных обратимых нарушений движения стенки ЛЖ, которым предшествуют снижение кровотока, нарушение метаболизма и диастолической функции. Стресс-ЭхоКГ имеет большие чувствительность и специфичность при диагностике коронарной обструкции по сравнению со стандартной ЭКГ с нагрузкой [2, 8]. Специфичность последних методик ниже из-за высокой частоты ложноположительных результатов (10–35%), особенно у бессимптомных лиц и женщин [8]. Однако диагностическая точность стресс-ЭхоКГ тоже варьируется в зависимости от предварительной вероятности ИБС у обследуемого пациента [2]. Точность диагностики может значительно снижаться и при применении антиангинальных препаратов, особенно бета-блокаторов, поэтому рекомендуется воздерживаться от медикаментозного лечения на момент проведения теста, чтобы избежать ложноотрицательного результата [2].

Преимуществами стресс-ЭхоКГ являются её широкая доступность, низкая стоимость, возможность проведения и интерпретации результатов у постели больного, быстрота, отсутствие ионизирующего излучения и возможность повторного проведения без опасений по поводу безопасности [9]. Хотя результат стресс-ЭхоКГ зависит от оператора (что может снизить воспроизводимость результатов), эта методика доступна каждому кардиологическому отделению или кабинету [9]. Значительным ограничением является ухудшение качества изображения, особенно у пациентов с ожирением и ХОБЛ [9].

В структуре результатов стресс-ЭхоКГ на велоэргометре присутствует значительная доля пациентов с незавершёнными симптом-лимитированными тестами – 35%. Чаще тесты завершались при достижении верхнего предела артериального давления (АД). В целом значительный прирост АД является отличительной чертой тестов с ФН. Ограничение выполнимости прослеживается и в других похожих исследованиях. Так, *P.J. Flores-Blanco et al.* получили 29%, недостаточных для диагностики результатов стресс-ЭхоКГ на тредмиле [4].

При невозможности выполнения проб с ФН из-за сопутствующих заболеваний или противопоказаний к нагрузочным тестам, а также при неинформативности данных проб (то есть прекращении пробы до появления диагностических критериев) может быть использована чреспищеводная электрическая кардиостимуляция предсердий (ЧПЭСП) [8]. Критический анализ диагностической точности стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП показывает эквивалентность другим стресс-методам визуализации [2, 10, 11]. Подтверждением ишемии при проведении стресс-ЭКГ с ЧПЭСП считаются горизонтальная или нисходящая депрессия сегмента ST, равная 2 мм, в первых спонтанных комплексах

после прекращения стимуляции сердца, а также появление преходящих зон нарушения локальной сократимости миокарда ЛЖ по данным контрольной ЭхоКГ [2, 8]. У пациента с множественными поражением КА при стресс-ЭхоКГ возможно также расширение полости ЛЖ с изменениями её формы [2].

Модифицированная методика проведения стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП заключается в более ускоренных этапах стимуляции в сравнении с ранее принятой. После введения зонда-электрода для ЧПЭСП приступают к чреспищеводной стимуляции предсердий, начиная с частоты, на 20 ударов меньшей, чем субмаксимальная ЧСС. Частоту стимуляции увеличивают непрерывно на 10 имп./мин. каждую минуту до достижения максимальной ЧСС (по показателю: 220 минус возраст пациента). Стимуляцию с максимальной ЧСС продолжают в течение 3 мин. При возникновении атриовентрикулярной блокады II степени с периодами Самойлова–Венкебаха внутривенно вводят 1 мг сульфата атропина. Во время ЧПЭСП и на первых минутах после её прекращения осуществляют непрерывную регистрацию ЭКГ в 12 отведениях, контроль АД, а также оценку локальной сократимости ЛЖ в 5 стандартных позициях [10].

В ряде исследований отдавалось предпочтение проведению стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП пациентам с сопутствующей патологией, препятствующей выполнению пробы с ФН, в частности, при тяжёлом заболевания периферических сосудов, артрите, переломе, нейромышечной слабости, ожирении, ХОБЛ, пожилом возрасте или общей слабости, а также в послеоперационном периоде [2, 10]. В другом исследовании отмечено, что стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП может стать заменой нагрузочным тестам с ФН и фармакологическими препаратами у 80-летних пациентов [12], что может быть востребовано на фоне увеличения продолжительности жизни и полиморбидности населения.

Наиболее часто в работе врача встречаются комбинации из двух и трёх нозологий, но в 2,7% случаев у одного пациента могут протекать 6–8 болезней одновременно [13].

Однако методика стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП не лишена недостатков. Так, в ряде источников данный вид исследования описан как недиагностический в 4% от всех возможных тестов. Причина – резистентная атриовентрикулярная блокада к введению атропина с невозможностью достижения 85% от максимальной ЧСС, прогнозируемой для данного возраста. Или из-за побочных эффектов – таких, как аритмия и гипертония. Это потребовало преждевременного прерывания теста [2, 14]. К недостаткам методики также относится возникновение боли в груди или пищеводе в результате эзофагеальной стимуляции [10].

В свою очередь, преимуществами методики стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП является возможность быстрой остановки теста при достижении конечных точек, что особенно важно для лиц с развивающейся ишемией. Помимо этого, отсутствуют гипервентиляция и воздействие на периферическое сосудистое русло [10]. Также стимуляция предсердий приводит к минимальным или нулевым изменениям артериального давления: потребление кислорода миокардом возрастает не так существенно, как при ФН. Поэтому предполагается, что ишемия, возникающая при ЧПЭСП, носит менее выраженный и кратковременный характер [10].

При данной методике реже отмечались и эпизоды нарушения ритма [15].

Таким образом, стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП – тест с высокой степенью безопасности [2, 10]. Это исследование является важным инструментом для прогнозирования смерти у лиц с диагностированной или предполагаемой ИБС и может рассматриваться как альтернатива визуализации с ФН или с фармакологическим стрессом [2, 11, 16].

При добавлении к оценке сократимости ЛЖ импульсно-волновой тканевой допплерографии информативность стресс-ЭхоКГ повышается [17].

ИБС и физиологическая визуализация коронарных атеросклеротических поражений

Согласно российским клиническим рекомендациям внутрисосудистое вмешательство рекомендовано в течение 72 час. у пациентов промежуточного риска. [3]. К ним относятся лица с ХБП, сниженной фракцией выброса ЛЖ, ранней постинфарктной стенокардией, перенесшие ЧКВ или КШ, имеющие 109–140 баллов по шкале GRACE, и больные, у которых при неинвазивных стресс-тестах выявлена ишемия миокарда [5].

Имеются две основные цели проведения КАГ пациентам с ОКС без подъёма сегмента ST:

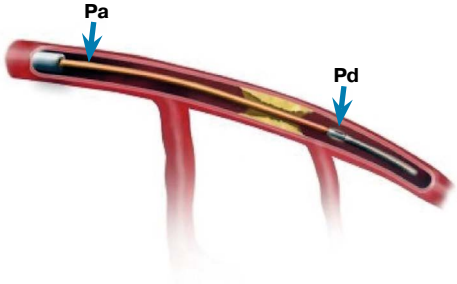
- оценка риска сердечно-сосудистых событий или смерти на основании наличия и распространённости обструктивного поражения коронарных артерий (КА);
- оценка возможности реваскуляризации миокарда.

Согласно рекомендациями ACC/AHA значимым стенозом считают стеноз более 70%, а при стволовом поражении ЛКА – более 50% [18]. Данные инвазивной КАГ предоставляют информацию про анатомический субстрат, но не позволяют точно определить, какие стенозы вызывают ишемию и требуют лечения, особенно у пациентов с многососудистым поражением и ОКС [19, 20]. Функционально значимый стеноз вызывает стенокардию и связан с неблагоприятным прогнозом [7]. Исследования FAME и FAME II показали, что реваскуляризация только функционально значимых стенозов в сочетании с оптимальной медикаментозной терапией достоверно снижает частоту повторных вмешательств в течение 1 года [7, 21].

Целенаправленная реваскуляризация гемодинамически значимых поражений по результатам внутрисосудистой физиологии приводит к уменьшению клинических проявлений и улучшению результатов лечения, уменьшая количество ненужных стентирований при пограничных поражениях КА [19].

В последние годы активно изучаются методы внутрисосудистой физиологии – например, фракционный резерв кровотока (ФРК), который определяет отношение максимального кровотока в области стеноза и максимального кровотока в той же артерии при отсутствии стеноза. На практике определяется измерением давления выше и ниже стеноза в условиях максимального расширения артерии посредством внутрикоронарного введения аденозина (см. рис.).

На практике наиболее востребовано количественное соотношение потока, разработанное Medis medical imaging system (Лейден, Нидерланды) и Pulse medical imaging technology (Шанхай, Китай). Оно определяется двумя диагностическими ангиографическими проекциями, расположенными на



Определение ФРК методом измерения давления: Pa – проксимальнее стеноза, Pd – дистальнее стеноза (Hill D.D., Bykowski A., Lim M.J. Fractional flow reserve // StatPearls Publishing – 2026. https: //www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482324).

расстоянии не менее 250 друг от друга, для создания 3D-модели.

В ФРК-модели перепад давления рассчитывается для каждого сегмента с использованием геометрии стеноза и средней скорости гиперемического потока по формуле Гульда. Кровь рассматривается как однородная и ньютоновская жидкость, коронарное давление считается постоянным при отсутствии стеноза, скорость коронарного потока сохраняется вдоль КА, а стационарный поток задается в качестве граничного условия на выходе. Таким образом, массовый расход в каждой точке вдоль исследуемого сосуда может быть определен средней скоростью потока и размерами сосуда из 3D-модели [22].

Объединенный анализ пяти проспективных когортных исследований показал отличную диагностическую эффективность, которая была определена как в общей когорте пациентов (чувствительность – 91%, специфичность – 94%, диагностическая точность – 93%), так и среди больных определенной (с учетом их возраста, пола, ИМТ, диабета) клинической картины [22]. Диагностическая эффективность метода была подтверждена у лиц с многососудистым поражением при его сравнении по применению ФРК при переклассификации тяжести коронарного заболевания по шкале SYNTAX.

ФРК имеет достоверно установленные границы нормы – 0,75–0,80. Стеноз менее 0,75 может провоцировать ишемию миокарда, и потребуется реваскуляризация [8].

Указанный пороговый уровень был определён эмпирически и валидизирован в 5-летнем многоцентровом рандомизированном исследовании FAME. Это исследование продемонстрировало превосходство ЧКВ (выполняемого селективно при поражениях с ФРК⩽0,8) над неселективным (на всех ангиографически значимых стенозах). Это превосходство выразилось в снижении как частоты композитного события (смерти/инфаркта миокарда/повторной реваскуляризации) через 1 год после стентирования (при меньшем количестве выполненных вмешательств и установленных стентов), так и кумулятивного риска развития смерти (или ИМ) у больных со стабильной ИБС и многососудистым поражением КА через 2 года наблюдения за ними [19, 21, 23]. Полученный эффект объясняется тем, что около 35% стенозов с ангиографической степенью сужения в 50–70% и около 20% стенозов со степенью сужения 71–90% не сопровождались существенным трансстенотическим градиентом, т.е. были компенсированы коллатеральным кровотоком. Стентирование таких пораже-

ний не может улучшить перфузию, которая в данном случае не снижена, но сопровождается осложнениями, обусловленными инвазивными вмешательствами [19, 23].

Недавно были опубликованы данные о клинических результатах в реальной популяции, показывающие низкую частоту серьезных сердечно-сосудистых событий в течение 1 года у группы пациентов, в которой решение о лечении основывалось на результатах ангиографии с ФРК (4,1% и 2,5% – для групп реваскуляризации и отсрочки соответственно) [22].

Согласно Российскому регистру по использованию внутрисосудистых методов визуализации и физиологии наиболее частыми показаниями к применению данных методов являются следующие:

- наличие промежуточного или ангиографически неопределённого поражения КА;
- длинное (>25 мм) поражение КА;
- необходимость интраоперационного контроля результатов вмешательства на КА,
- устьевые поражения КА,
- подозрение на внутрисосудистый рестеноз [19].

В многоцентровом исследовании при наблюдении за пациентами в течение 4 лет со стабильной и нестабильной стенокардией, перенёсших ЧКВ под контролем ФРК, в группе ЧКВ, проведенного на основе ФРК, были отмечены значительно более низкие риски *смерти от всех причин* (5,8% против 7,7%; скорректированный ОР: 0,798; 95% ДИ: 0,698–0,913; p=0,001) и *от спонтанного ИМ* (1,6% против 2,2%; скорректированный ОР: 0,751; 95% ДИ: 0,587–0,959; p=0,022), чем в группе ЧКВ, проведенного только на основе ангиографии. Между двумя группами не было существенной разницы в риске незапланированной реваскуляризации (15,7% против 15,2%; скорректированный ОР: 0,996; 95% ДИ: 0,918–1,080; p=0,922) [24]. К слову, в связи с этим китайская система здравоохранения посчитала стратегию, основанную на использовании ФРК, экономически более привлекательной, чем ангиографический контроль пациентов, перенесших ЧКВ [25].

В итоге в настоящее время во многих странах измерение ФРК стало золотым стандартом для определения функциональной значимости пограничного стеноза у больных с хронической ИБС [19]. Однако результаты исследования FAME III не позволили подтвердить способность ФРК улучшить исходы ЧКВ при измерении ФРК в сравнении с КШ у пациентов со стабильным течением ИБС и многососудистым поражением КА. Как и в исследовании SYNTAX, ЧКВ под контролем ФРК уступило эффективности КШ при поражениях, имеющих SYNTAX Score >22 [23, 26].

Так как фармакологическая гиперемия при измерении ФРК несёт риски, связанные с введением гиперемических препаратов, был разработан более безопасный и удобный метод исследования – определение моментального резерва кровотока (МРК) как показателя трансстенотического градиента давления, измеряемого в нисходящей фазе пульсовой волны («безволновой» период). В крупных исследованиях *DEFINE-FLAIR* и *IFR-SWEDEHEART* было показано, что применение МРК с пороговым значением ⩽0,89 обеспечивает не меньшую эффективность ЧКВ и снижение риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, чем ФРК с уровнем ⩽0,8 [23]. Также следует учитывать, что ФРК (аналогично неинвазивным стресс-тестам, включающим фармакологическую гиперемию) не является специфичным в отношении эпикардиальных стенозов КА. Его значимые уровни могут быть также связаны с микрососудистой ИБС или микроваскулярной дисфункцией, в лечении которых методы реваскуляризации не используются. На МРК повышение микрососудистого сопротивления оказывает прямо противоположный эффект, что снижает чувствительность, но обеспечивает высокую специфичность данного показателя (в отношении именно эпикардиальных стенозов), представляющую несомненное преимущество в контексте реваскуляризации [23]. По данным ряда исследований, реваскуляризация миокарда под контролем МРК также способствовала снижению продолжительности ЧКВ и развитию неблагоприятных процедурных событий [19].

В ряде исследований у лиц с НС или ИМ без подъёма сегмента ST, как и у пациентов в стабильном состоянии, при использовании методики ФРК сократилось количество стентов без увеличения срока пребывания в стационаре или длительности процедуры, а также уменьшилось количество использованного контрастного вещества [27]. В результате одного из исследований 2025 г. были получены данные и о том, что полная реваскуляризация под контролем ФРК во время индексной процедуры у пациентов с ИМ без подъёма сегмента ST и с многососудистым поражением привела к значительному снижению в течение 1 года совокупного показателя смертности от всех причин, от случаев нефатального ИМ, от любой реваскуляризации и инсульта. Это было обус-

ловлено главным образом снижением частоты повторных реваскуляризаций [28].

Аналогичные результаты были получены в исследовании FAVOR III в Китае о превосходстве применения ФРК у пациентов с ОКС низкого риска в снижении долгосрочного риска MACE (серьезного нежелательного сердечно-сосудистого явления) [29].

В другом исследовании были сделаны выводы о безопасности отсрочки коронарной реваскуляризации на основе значения ФРК ⩾0,75 у группы пациентов с умеренными коронарными поражениями, включая больных с НС, ИМ и положительными результатами неинвазивных тестов [30].

Методы физиологической визуализации коронарных атеросклеротических поражений, прогностические биомаркеры и их связь с клиническими исходами при ИБС

Предиктором долгосрочной выживаемости является систолическая функция ЛЖ. Следовательно, стратификация риска посредством оценки его систолической функции полезна для всех симптоматических лиц с подозрением на ИБС.

Смертность увеличивается по мере снижения фракции выброса ЛЖ [9]. В ряде исследований замечено, что ИМ (в группе больных с 5-летним наблюдением) чаще происходит, если инфаркт уже есть в анамнезе, а сердечная недостаточность и летальность чаще характерны для лиц с ранее имевшейся стенокардией. Неблагоприятный прогноз также зависит от уровня общего холестерина крови и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП). В то же время показано, что в группе с впервые возникшим болевым синдромом в груди, не сопровождавшимся ишемическими изменениями на электрокардиограмме, при наблюдении в течение 5 лет прогноз оставался благоприятным [31].

По данным исследования 2022 г., отмечено, что наличие в анамнезе НС со значением ФРК ⩽0,8 является независимым ФР развития MACE, включая сердечно-сосудистую смерть, нефатальный ИМ и нефатальный инсульт, в то время как чрескожная коронарная интервенция – независимый защитный фактор от развития MACE [32].

Следующий маркер более тяжёлого прогноза – это уровень NT-proBNP, он коррелирует с тяжестью анатомической коронарной обструкции и индуцируемой ишемии миокарда. Но одного NT-proBNP недостаточно для выявления клинически значимых ангиографических и физиологических стенозов [33]. Наблюдения за пациентами показали, что уровень NT-proBNP был выше при увеличении тяжести ишемии миокарда [34]. Исследование 2019 г. выявило, что низкий уровень липопротеида высокой плотности (ЛПВП) и гипертония являются независимыми ФР при ФРК <0,8 у лиц с НС [35]. А в исследовании 2025 г. было установлено, что лейкоцитоз после ЧКВ имел прогностическое значение в отношении повышенного риска MACE в течение 5 лет [36]. Также повышенный уровень гликированного гемоглобина в сыворотке был связан с неблагоприятными среднесрочными исходами у пациентов с ОКС низкого риска, перенёсших ЧКВ, особенно у лиц с уже имеющимся диабетом [37].

Заключение

Несмотря на прогресс в лечении ОКС, частота значимых сердечно-сосудистых осложнений (ССО) – повторного ИМ или ишемического инсульта после ИМ, сердечно-сосудистой смерти – составляет около 2%. В последующие 3 года значимые ССО наблюдаются еще у 20% пациентов [3]. Применение технологии последовательного тестирования на определение показаний к КАГ с использованием стресс-ЭхоКГ с ЧПЭСП и в дальнейшем (при выявлении ишемии миокарда) с использованием технологии определения ФРК при КАГ позволяет избежать ненужных ЧКВ. При этом метод определения ФРК также позволяет оптимально выбрать такое поражение КА, которое требует реваскуляризации.

По всей видимости, данный подход может оказаться экономически более эффективным у лиц высокого риска ИБС (пациенты с сахарным диабетом, имеющие общие ФР, в том числе на основе известных биомаркеров, и общие осложнения с ИБС [фибрилляция предсердий, сердечная недостаточность]).

Литературные данные свидетельствуют и о том, что польза от правильного выбора поражения КА с помощью ФРК во время индексной процедуры будет выше для пациентов высокого риска, чем для пациентов низкого риска, и это требует проведения дальнейших исследований.

Литература