

**А.И. Абдрахманова*^{1,2}, Н.А. Цибулькин³,
Н.Б. Амиров^{1,4,5}, И.М. Хабибуллин², Л.И. Горнаева²,
Л.А. Галимзянова², Д.С. Елагина¹**



¹— ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

кафедра Фундаментальных основ клинической медицины, Казань, Россия

²— ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», отделение кардиологии, Казань, Россия

³— ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, кафедра кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно — сосудистой хирургии, Казань, Россия

⁴— ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, кафедра поликлинической терапии и общей врачебной практики, Казань, Россия

⁵— МСЧ МВД России по РТ, Казань, Россия

БЕЗБОЛЕВАЯ ИШЕМИЯ МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕННОГО ЧРЕСКОЖНОГО КОРОНАРНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

**A.I. Abdrahmanova*^{1,2}, N.A. Tsibulkin³, N.B. Amirov^{1,4,5},
I.M. Khabibullin², L.I. Gornaeva², L.A. Galimzyanova², D.S. Elagina¹**

¹— Kazan Federal University, Kazan, Russia

²— GAUZ "Interregional Clinical Diagnostic Center", Kazan, Russia

³— Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

⁴— Kazan state medical university, Kazan, Russia

⁵— MSU MVD, Kazan, Russia

Silent Myocardial Ischemia in Patients after Permanent Coronary Intervention

Резюме

По данным литературы были проанализированы частота и срок возникновения ишемии миокарда, в том числе безболевого ишемии, у пациентов после проведенного чрескожного коронарного вмешательства. Фактором риска возникновения рестеноза стента у пациентов после чрескожного коронарного вмешательства является безболевого ишемии миокарда. Наличие безболевого ишемии миокарда само по себе может указывать на степень тяжести органических изменений в коронарных артериях. Следствием этого является необходимость выявления рестеноза, которое может осуществляться с помощью нагрузочных проб с визуализацией. Данные пробы также помогают выявить ишемию миокарда и скрытую коронарную недостаточность. Безболевого ишемии миокарда обнаруживается у четверти пациентов после чрескожного коронарного вмешательства. Безболевого инфаркт миокарда составляет 22-78 % от всех инфарктов после чрескожного коронарного вмешательства. Для определения наличия ишемии миокарда, в том числе скрытой коронарной недостаточности, а также с целью своевременной диагностики рестеноза и снижения частоты осложнений, могут быть использованы диагностические нагрузочные пробы, в частности, однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Ее использование может быть целесообразно для выявления пациентов с высоким риском развития рестеноза, определения показаний к проведению повторного чрескожного коронарного вмешательства, а также для оценки прогноза после реваскуляризации. При отсутствии клинической симптоматики коронарной недостаточности после чрескожного коронарного вмешательства, пробы с физической нагрузкой рекомендуется проводить в первые два года после реваскуляризации. Пробы с физической нагрузкой необходимо проводить в более ранние сроки при следующих условиях: наличие высокого сердечно-сосудистого риска, неполная или субоптимальная реваскуляризация, стентирование коронарной артерии малого диаметра, бифуркационное или устьевое стентирование. Своевременная диагностика безболевого ишемии миокарда с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии у пациентов, перенесших чрескожное коронарное вмешательство, является важной задачей клинической практики.

Ключевые слова: безболевого ишемии миокарда, чрескожное коронарное вмешательство

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования

Статья получена 20.05.2021 г.

Принята к публикации 07.04.2022 г.

Для цитирования: Абдрахманова А.И., Цибулькин Н.А., Амиров Н.Б. и др. БЕЗБОЛЕВАЯ ИШЕМИЯ МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕННОГО ЧРЕСКОЖНОГО КОРОНАРНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА. Архивъ внутренней медицины. 2022; 12(3): 165-174. DOI: 10.20514/2226-6704-2022-12-3-165-174. EDN: DNDKCS

Abstract

Frequency and timing of appearance of myocardial ischemia, including silent ischemia, were analyzed in published scientific sources. Silent myocardial ischemia is risk factor for stent restenosis after percutaneous coronary interventions. Patients with silent ischemia lack clinical symptoms while perfusion, metabolic and electrical activity of their myocardium may be compromised. These patients do not have warning clinical symptoms during physical exercise and do not stop inappropriate activity. Silent myocardial ischemia itself can indicate severity of atherosclerosis in coronary arteries. High probability of stent restenosis can be assessed by exercise tests prior to coronary angiography. These tests also allow to reveal clinically silent myocardial ischemia. Quarter of patients after coronary intervention develop silent myocardial ischemia. Silent myocardial infarction comprises 22-78% of all infarctions after coronary interventions. Exercise tests based on single-photon emitting computed tomography can be used in diagnosing stent restenosis, silent ischemia and assessment of cardiovascular risk in patients after coronary interventions. Its results can be used as indications for repeated coronary interventions and for prognosis after revascularization. Exercise tests are recommended in two years after revascularization in absence of ischemic symptoms. Early tests are recommended in cases of high cardiovascular risk, suboptimal revascularization, stenting of arteries with small diameter or at bifurcation. Diagnosis of silent myocardial ischemia by single-photon emitting computed tomography in patients after coronary revascularization is significant for clinical practice.

Key words: *silent myocardial ischemia, percutaneous coronary intervention*

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests

Sources of funding

The authors declare no funding for this study

Article received on 20.05.2021

Accepted for publication on 07.04.2022

For citation: Abdrahmanova A.I., Tsibulkin N.A., Amirov N.B. et al. Silent Myocardial Ischemia in Patients after Permanent Coronary Intervention. The Russian Archives of Internal Medicine. 2022; 12(3): 165-174. DOI: 10.20514/2226-6704-2022-12-3-165-174. EDN: DNDKCS

ББИМ — безболевая ишемия миокарда, ВСС — внезапная сердечная смерть, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМ — инфаркт миокарда, КАГ — коронароангиография, ЛЖ — левый желудочек, МРТ — магнитно-резонансная томография, ОЭКТ — однофотонная эмиссионная компьютерная томография, ПЭТ — позитронно-эмиссионная томография, РФП — радиофармацевтические препараты, СД — сахарный диабет, стресс-ЭхоКГ — стресс — эхокардиография, ФВ — фракция выброса, ФН — физическая нагрузка, ХБП — хроническая болезнь почек, ХМ-ЭКГ — холтеровское мониторирование ЭКГ, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, ЭКГ — электрокардиография, ЭхоКГ — эхокардиография

Введение

В лечении ишемической болезни сердца (ИБС) широко применяется чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). Об его эффективности судят по устранению эпизодов ишемии миокарда, как болевых, так и безболевых. У пациентов с безболевым ишемией миокарда (ББИМ) нет клинических проявлений — приступов стенокардии или ее эквивалентов — на фоне нарушения перфузии, метаболизма, функции и электрической активности миокарда. В связи с этим, пациенты с ББИМ после ЧКВ не могут контролировать уровень своей физической нагрузки, т.к. нет ограничителя в виде боли. Пациенты не предпринимают попыток избежать факторов, которые могут привести к возникновению приступа стенокардии или ее эквивалентов. Если у пациентов нет клинических проявлений прогрессирования процесса, то у них не возникает необходимость

обращения за медицинской помощью. Необходимое лечение назначается несвоевременно. Наличие ББИМ приводит к ухудшению прогноза у пациентов после ЧКВ — повышается риск возникновения инфаркта миокарда (ИМ) и внезапной сердечной смерти (ВСС) [1-4].

Ишемия миокарда после ЧКВ, факторы риска рестеноза

Рестеноз является одним из осложнений после ЧКВ. У пациентов без ББИМ он сопровождается рецидивом стенокардитических болей или другими клиническими проявлениями. Выявлены факторы, которые влияют на рост частоты возникновения рестеноза. К ним относятся: возраст, женский пол, наличие в анамнезе ряда

заболеваний (сахарный диабет (СД), хроническая болезнь почек (ХБП) и др.), аллергические реакции на металлы, полимеры и лекарственные препараты, особенности строения коронарных сосудов (стентирование артерий малого диаметра), места атеросклеротического поражения (бифуркационное или устьевое стентирование) и др. [5, 6].

Ряд исследований посвящены наблюдению за пациентами, которым проведено ЧКВ. В течение двух лет были выявлены рецидивы ишемии миокарда, которые проявлялись в форме стенокардия напряжения, изолированной ББИМ и их сочетания. Из всех пациентов с рецидивом ишемии, в 22,2% случаев обнаружена ББИМ при выполнении пробы с физической нагрузкой (ФН). В редких случаях развивался ИМ. При этом рецидивы ишемии миокарда возникали чаще в период 3-8 месяцев после ЧКВ. Если причиной этого процесса был рестеноз стента, то рецидив возникал раньше, в сроки 3-6 месяцев после ЧКВ [7]. При проведении холтеровского мониторирования электрокардиографии (ХМ-ЭКГ) ишемические эпизоды обнаружены в 72% случаев: 17% имели только эпизоды ишемии, которые проявлялись классической стенокардией; 15% — только безболевые эпизоды ишемии (ББИМ тип I). У 40% пациентов выявлено сочетание безболевой ишемии и ишемии, которая сопровождалась болью (ББИМ тип II) [8, 9].

После успешного ЧКВ у 14% пациентов определялись признаки ББИМ в зоне кровоснабжения целевого сосуда во время пробы с ФН через 6 мес. наблюдения. У пациентов, имеющих ББИМ, обнаружена меньшая пороговая нагрузка, которая приводила к ишемии, в сравнении с пациентами со стенокардией без эпизодов ББИМ. Время возникновения симптомов, связанных с рестенозом стента после установки, составляло от 3 до 12 месяцев, средний период возникновения рестеноза стента после ЧКВ — 6 месяцев [10, 11]. Выявлено, что частота рестенозов составила от 3% до 20% для стентов с лекарственным покрытием и от 16% до 44% для стентов без лекарственного покрытия. Эти данные получены за период наблюдения от 3 до 20 месяцев после установки стента [12].

Частота рестеноза составляет 8-12% в сроки от 6 до 9 месяцев после ангиопластики, при этом выявлено три варианта проявления рецидива ишемии: в виде болевого приступа, в виде ББИМ, и их сочетание [13]. Даже после эффективной реваскуляризации миокарда со значительным увеличением и стабилизацией показателей толерантности к ФН, через один год у 54% наблюдаемых пациентов выявлен рост количества эпизодов, длительности и суммарного индекса болевой ишемии и ББИМ по сравнению с результатами обследования через 1 месяц после ЧКВ со стентированием [14].

Прогностическое значение имели результаты проведенного ХМ-ЭКГ через 10 дней и через 3 мес. после ЧКВ. Выявленные эпизоды ишемии в эти сроки соотносятся с увеличением частоты осложнений ИБС в течение года наблюдения [15-17]. У четверти пациентов после ЧКВ рестеноз может быть не диагностирован своевременно из-за возникновения у них ББИМ [18].

Через 6 месяцев по данным ХМ-ЭКГ в группе пациентов с ИБС, которые перенесли стентирование, ББИМ выявлялась в 6,6% случаев. По данным коронароангиографии (КАГ) у этих пациентов был выявлен рестеноз стента, который привел к необходимости повторного стентирования «стент в стент» [19].

Распространенность безболевого ИМ после ЧКВ до конца не изучена. В одном из исследований обнаружено, что безболевой ИМ (БИМ) встречается у 3,7% пациентов [16]. Проведено многоцентровое исследование, в котором был рандомизирован 15991 пациент, перенесший ЧКВ. В течение 2 лет после ЧКВ ИМ с зубцом Q был подтвержден у 186 (1,16%) пациентов, большинство (78%) были классифицированы как БИМ из-за отсутствия клинических проявлений [20]. Фактическая частота БИМ в данном исследовании составила 0,9%, что четырехкратно ниже, чем в предыдущем. Разница вероятно связана со сроком наблюдения, ограниченным двумя годами после ЧКВ. С течением времени частота выявления ИМ, в т.ч. и безболевого, у пациентов увеличивается [21, 22].

Отдельную группу составляют пациенты, у которых ББИМ была выявлена до проведения ЧКВ. У этих пациентов клинические предикторы отсроченных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий остаются неопределенными. Наиболее частыми поздними событиями в этой группе пациентов являются острые коронарные синдромы с подъемом и без подъема сегмента ST, реваскуляризация, тромбоз ранее установленного стента, госпитализация по поводу сердечной недостаточности и летальность от всех причин. В работе Doi S. с соавт. (2019) при наблюдении в течение полутора лет, поздние сердечно-сосудистые события обнаружены в 10-15% случаев, из которых более 60% составляет повторная реваскуляризация [23].

Факторами развития поздних сердечно-сосудистых событий у больных с ББИМ является ХБП и СД, которые повышают риск более чем в 8 раз. Наличие ХБП или СД может служить индикатором поздних неблагоприятных сердечно-сосудистых событий при немой ишемии миокарда даже после успешной процедуры ЧКВ [10, 23]. У пациентов, изначально имевших ББИМ, даже после удачно проведенного ЧКВ, при полной или частичной реваскуляризации, существует опасность рецидива ББИМ. Выявлено, что после проведения ЧКВ, ишемия определялась у каждого пятого пациента с СД, и в половине случаев она была безболевой [24].

Методы визуализации, которые используются в диагностике ишемии миокарда после ЧКВ

При повреждении миокарда, вызванном его ишемией, происходит ряд патологических процессов: неоднородность перфузии, метаболические нарушения, диастолическая и систолическая дисфункция левого желудочка (ЛЖ), патологическая динамика согласно электрокардиографии (ЭКГ). Затем появляется клиника стенокардии или ее эквиваленты.

У пациентов, которые перенесли ЧКВ для визуализации миокарда необходимо использовать нагрузочные пробы. Неинвазивные пробы с нагрузкой помогают выявить у пациента преходящую ишемию миокарда по изменениям на ЭКГ, нарушениям движения стенок ЛЖ при стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ), или возникновению/ухудшению перфузии миокарда, которая фиксируется при проведении однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОЭКТ), позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), ЭхоКГ с контрастированием или МРТ с введением контраста [25, 26].

Стресс-ЭхоКГ помогает выявить нарушения локальной сократимости, связанные с ишемией миокарда [27], при этом местоположение участка нарушений сократимости сердечной мышцы чаще всего соответствует областям кровоснабжения измененной коронарной артерии. Ценностью этого метода является обнаружение возникающих нарушений региональной сократимости при кратковременной ишемии [28]. Основными преимуществами Стресс-ЭхоКГ являются: визуализация каждого сегмента ЛЖ, оценка изменений во время проведения пробы, использование множества Эхо-КГ-показателей региональной и глобальной сократимости; мобильность современных ультразвуковых аппаратов; неинвазивность,

безопасность, хорошая переносимость пациентами, исключение ионизирующей радиации, возможность проведения исследования неоднократно, сравнительно низкая стоимость метода. Чувствительность стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой составляет 80–85 %, а специфичность — 80–88 % [27]. К недостаткам стресс-ЭхоКГ относятся плохое качество визуализации структур сердца у ряда пациентов, субъективный фактор при обработке результатов, качество ультразвуковой визуализации при выполнении пробы, недостаточная квалификация специалиста. Для улучшения качества визуализации эндокарда применяются специальные контрастные вещества («микробузырьки», оболочкой которых являются альбумин, липиды или другие полимеры) [28]. Проблема субъективности анализа результатов стресс-ЭхоКГ решается с помощью тканевой доплерографии [29, 30], результаты которой зависят от угла сканирования, смещения соседних участков миокарда и движения всего сердца. В последние годы изучаются возможности применения для количественной оценки кинетики миокарда при стресс-ЭхоКГ анализа деформации миокарда на основе методики спекл-трекинг (speckle-tracking), не обладающей недостатками тканевой доплерографии [31-33]. На рисунке 1 представлена характеристика стресс-ЭхоКГ.



Рисунок 1. Характеристика стресс — ЭхоКГ

Примечание: выраженное преимущество: +2 балла, умеренное преимущество: +1 балл, умеренный недостаток: -1 балл, выраженный недостаток: -2 балла, отсутствие признака: 0 баллов (данная функция отсутствует)



Рисунок 2. Характеристика МРТ.

Примечание: выраженное преимущество: +2 балла, умеренное преимущество: +1 балл, умеренный недостаток: -1 балл, выраженный недостаток: -2 балла, отсутствие признака: 0 баллов (данная функция отсутствует)

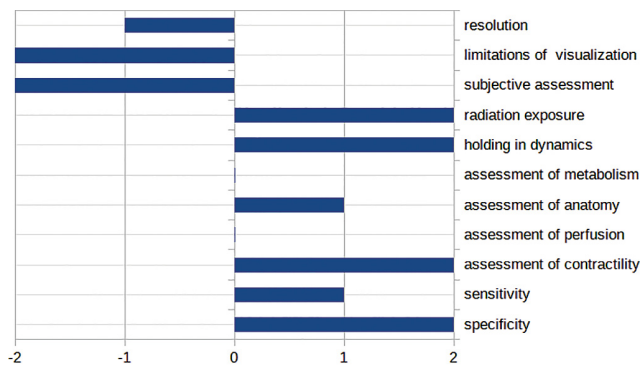


Figure 1. Characterization of Stress-EchoCG

Note: severe advantage: +2 points, moderate advantage: +1 point, moderate disadvantage: -1 point, significant disadvantage: -2 points, no sign: 0 points (this function is absent)

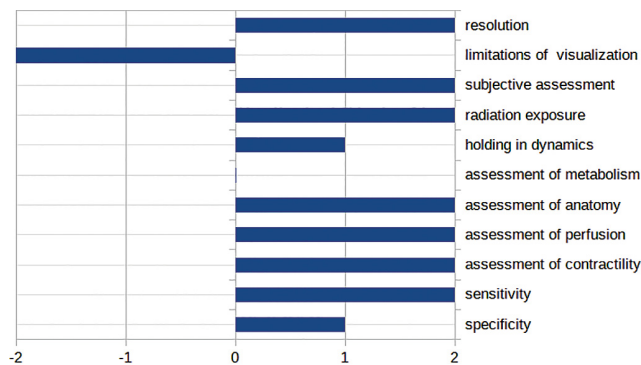


Figure 2. Characterization of MRI.

Note: severe advantage: +2 points, moderate advantage: +1 point, moderate disadvantage: -1 point, significant disadvantage: -2 points, no sign: 0 points (this function is absent)

Методом, который позволяет определить объемы полостей сердца, амплитуду движения участков мышцы сердца, фракцию выброса является МРТ сердца. При проведении нагрузочной пробы разрешающая способность этого метода визуализации повышается. С помощью МРТ и добутаминовой пробы оценивается инотропный резерв миокарда. Точность исследования при использовании контрастных веществ повышается. Чувствительность стресс-перфузионной МРТ — 89%, специфичность — 80%. Появление новых нарушений сократимости стенки ЛЖ (в трех из 17 сегментов) или обнаружение дефекта перфузии >10% (более двух сегментов) может указывать на высокий риск осложнений. Преимуществами стресс-МРТ являются высокое пространственное разрешение и хорошая воспроизводимость. Стресс-МРТ используется у лиц с некачественной визуализацией сердца при ЭхоКГ. МРТ имеет противопоказания, такие как клаустрофобия у пациента или наличие в его организме инородных металлических объектов [34]. На рисунке 2 представлена характеристика МРТ.

С помощью ОЭКТ и ПЭТ происходит визуализация всего спектра жизнеспособности миокарда: необратимые изменения (постинфарктный кардиосклероз, фиброз), преходящая ишемия, процессы гибернации и оглушения миокарда. Возможности применения

КТ-коррекции поглощения и новейшего программного обеспечения повышают качество изображений с визуализацией все более тонких нарушений перфузии [34].

Доказано большое значение ОЭКТ во всестороннем анализе состояния сердечной мышцы [35-37]. Она обнаруживает первые признаки повреждения обмена веществ, перфузии, жизнеспособности миокарда при отсутствии приступа стенокардии или ее эквивалентов у пациента. При ишемии или повреждении миокарда появляются зоны сниженного накопления — дефекты перфузии. Синхронизация с ЭКГ пациента позволяет с помощью ОЭКТ увидеть движение стенок миокарда в зависимости от фаз цикла работы сердца и оценить функциональное состояние миокарда ЛЖ, получить дополнительную информацию о наличии обратимой дисфункции миокарда и степени ее выраженности. При этом происходит оценка глобальной и локальной сократимости ЛЖ, количественный анализ систолической и диастолической функций ЛЖ, повышается диагностическая ценность исследования. По данным литературы, чувствительность и специфичность ОЭКТ составляют соответственно 87% и 76%, при этом синхронизация с ЭКГ увеличивает специфичность метода до 96% [38-42]. Результаты ОЭКТ, в первую очередь показатели перфузии миокарда, помогают определить прогноз, предполагая уровень и степень поражения коронарных артерий.



Рисунок 3. Характеристика ОЭКТ.
 Примечание: выраженное преимущество: +2 балла, умеренное преимущество: +1 балл, умеренный недостаток: -1 балл, выраженный недостаток: -2 балла, отсутствие признака: 0 баллов (данная функция отсутствует)



Рисунок 4. Характеристика ПЭТ.
 Примечание: выраженное преимущество: +2 балла, умеренное преимущество: +1 балл, умеренный недостаток: -1 балл, выраженный недостаток: -2 балла, отсутствие признака: 0 баллов (данная функция отсутствует)

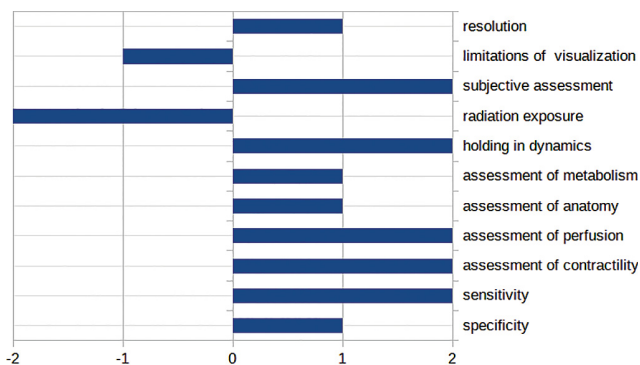


Figure 3. Characterization of SPECT.
 Note: severe advantage: +2 points, moderate advantage: +1 point, moderate disadvantage: -1 point, significant disadvantage: -2 points, no sign: 0 points (this function is absent)

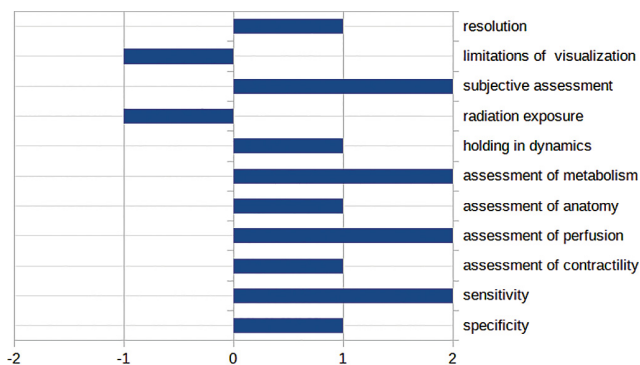


Figure 4. Characterization of PET.
 Note: severe advantage: +2 points, moderate advantage: +1 point, moderate disadvantage: -1 point, significant disadvantage: -2 points, no sign: 0 points (this function is absent)

Таблица 1. Преимущества и недостатки методов неинвазивной диагностики ишемии миокарда
Table 1. Advantages and disadvantages of methods for non-invasive diagnosis of myocardial ischemia

Метод исследования/ Methods	Преимущества/ Advantages	Недостатки/ Disadvantages
Стресс-ЭхоКГ/ Stress-EchoCG	<ul style="list-style-type: none"> • более высокая специфичность, чем у радионуклидных методов и МРТ • множественные показатели региональной и глобальной сократимости • мобильность устройств • неинвазивность • хорошая переносимость пациентом • отсутствие ионизирующего излучения • безопасен для многократного использования • высокая доступность в клиниках/ • higher specificity than in radionuclide methods and MRI • multiple indicators of contractility • mobility of devices • non-invasive technic • good tolerance by patient • no ionizing radiation • safe for repeated use • high availability in clinics 	<ul style="list-style-type: none"> • более низкая чувствительность, чем у радионуклидных методов и МРТ • плохая визуализация в некоторых случаях • технические трудности во время стресс-теста • субъективность результата • недостаточная квалификация специалиста/ • lower sensitivity than in radionuclide methods and MRI • poor visualization in some cases • technical difficulties during stress test • subjective assessment • depends on experience of operator
ОЭКТ/ SPECT	<ul style="list-style-type: none"> • более высокая чувствительность по сравнению с Эхо-КГ • комбинированное исследование перфузии и сократимости / • higher sensitivity compared to Echo-CG • combined study of perfusion and contractility 	<ul style="list-style-type: none"> • радиационное облучение • ограниченное пространственное разрешение • низкое временное разрешение • более низкая специфичность Эхо-КГ • низкая доступность • продолжительность процедуры • неопределенные данные для базально-нижней стенки и апикальной перегородки • более низкая чувствительность при множественном поражении коронарных артерий • побочные реакции на РФП • технические ограничения по весу пациента/ • radiation exposure • limited spatial resolution • low temporal resolution • lower specificity in Echo-CG • low availability • duration of procedure • uncertain data for basal inferior wall and apical septum • lower sensitivity for multiple coronary artery lesions • side reactions to RFP • limitations for patient's weight
МРТ/ MRI	<ul style="list-style-type: none"> • обнаружение рубцовой ткани • возможна в сочетании с оценкой перфузии / • detection of scar tissue • possibly combined with perfusion assessment 	<ul style="list-style-type: none"> • небезопасен при наличии кардиостимуляторов и кардиовертеров-дефибрилляторов • более низкий риск для пациентов с почечной недостаточностью • аритмия/тахикардия ухудшают качество изображения • клаустрофобия и неспособность оставаться неподвижным • низкая доступность • посторонние металлические предметы/ • unsafe for pacemakers and cardioverters-defibrillators • lower risk for patients with renal insufficiency • arrhythmia/tachycardia impair image quality • claustrophobia and motionless issues • low availability • foreign metal objects
ПЭТ/ PET	<ul style="list-style-type: none"> • оценка метаболизма и перфузии • количественные измерения • высокое разрешение • коррекция затухания мягкими тканями / • assessment of metabolism and perfusion • quantitative measurements • high resolution • correction of attenuation by soft tissues 	<ul style="list-style-type: none"> • более низкое пространственное разрешение • воздействие радиации • ограниченная доступность / • lower spatial resolution • exposure to radiation • limited availability

Примечание: МРТ — магнитно-резонансная томография, ОЭКТ — однофотонная эмиссионная компьютерная томография, ПЭТ — позитронно-эмиссионная томография, РФП — радиофармацевтические препараты, Стресс-ЭхоКГ — стресс — эхокардиография, ЭхоКГ — эхокардиография
Note: MRI — magnetic resonance imaging, SPECT — single photon emission computed tomography, PET — positron emission tomography, RFP — radiopharmaceuticals, Stress-EchoCG — stress-echocardiography, EchoCG — echocardiography

Однако более информативны данные, полученные при проведении нагрузочной пробы. Чувствительность и специфичность исследования с ФН составляют в среднем 85–90% и 70–75% соответственно [43]. Летальность пациентов зависит от площади проходящей ишемии. Выявлено, что при значениях более 20% от общей площади ЛЖ она достигает 6,5% в год. К тому же, обнаружено, что появление ишемии у пациентов после перенесенного ИМ вокруг рубцовой зоны приводит к увеличению риска кардиальной смерти, по сравнению с выявлением зон ишемии, которые с рубцом не связаны. ОЭКТ помогает выявить пациентов группы риска рестеноза, учитывая наличие, степень и площадь ишемии, возникшей после проведения пробы с ФН, ее локализацию, проходящую дисфункцию ЛЖ, снижение фракции выброса ЛЖ. Плюсом проведения ОЭКТ по протоколу «покой/нагрузка» является простота выполнения. В тоже время при повторных исследованиях необходимо учитывать лучевую нагрузку [44–46]. Характеристика ОЭКТ представлена на рисунке 3.

Преимуществом ПЭТ является использование для определения жизнеспособного миокарда радиофармацевтических препаратов (РФП), из которых один ($^{13}\text{NH}_3$, ^{82}Rb -хлорид, H_2^{15}O) показывает состояние клеточной перфузии, а другой (^{18}F -ФДГ) — уровень потребления миокардом глюкозы, который при возникновении обратимой ишемии может быть сохранным или даже повышенным. ПЭТ располагает целым рядом метаболических РФП — как для оценки окисления жирных кислот, так и для оценки функционирования цикла Кребса, гликолиза. Техническим преимуществом ПЭТ перед ОФЭКТ является более высокая разрешающая способность и коррекция ослабления фотонного излучения мягкими тканями [27]. Однако ПЭТ, как дорогостоящий метод визуализации, не часто используется в клинической практике. Применение ультракороткоживущих изотопов также является ограничением распространенности ПЭТ [34]. Характеристика ПЭТ представлена на рисунке 4.

В таблице 1 представлены преимущества и недостатки отдельных методов неинвазивной диагностики ишемии миокарда, которые можно применять у пациентов после проведения ЧКВ (адаптировано [47]).

Ведение пациентов после ЧКВ

По результатам проведенных исследований разработаны рекомендации по наблюдению за пациентами после ЧКВ. Результаты исследования ADORE (Aggressive Diagnosis Of REstenosis) показали отсутствие необходимости проведения скрининга пациентов на выявление ББИМ методом ЭКГ-проб с ФН через 6 недель и стресс-теста с ОЭКТ через 6 месяцев после ЧКВ по сравнению с выполнением стресс-тестирования у пациентов с ранее выявленной болевой ишемией миокарда. Не было выявлено достоверной разницы между группами пациентов с болевой ишемией миокарда и ишемией без клинических проявлений в прогнозировании вероятности

возникновения ИМ, выживаемости, функциональном состоянии, качестве жизни и частоте проведения инвазивных процедур на сердце через 9 мес. наблюдения после ЧКВ. Большое значение в выборе тактики ведения пациентов после ЧКВ имеет индивидуальный подход, который зависит от клинических и ангиографических факторов риска развития рестеноза [6, 48, 49]. Для подтверждения сохранения результатов коррекции поражений коронарных артерий при отсутствии симптомов ишемии у пациентов, перенесших ЧКВ, проведение пробы с ФН необходимо после неполной или субоптимальной реваскуляризации и у пациентов, у которых до проведения ЧКВ была выявлена безболевого ишемия миокарда [50].

При стабильном состоянии после ЧКВ пациенты должны проходить диспансерное обследование с регулярностью 1 раз в полгода [51]. При отсутствии клинической симптоматики после ЧКВ, рекомендуют проводить пробу с ФН не ранее двух лет после реваскуляризации [52]. Ряд исследователей рекомендуют выполнение радионуклидных методов исследования после реваскуляризации при отсутствии симптомов ишемии в течение первых 2 лет после ЧКВ [46].

Рекомендуется активная диспансеризация и наблюдение всех пациентов после стентирования коронарных артерий, особенно женщин, с выполнением пробы с ФН в сроки до 9 мес. после вмешательства при отсутствии болевого синдрома или в любые сроки при рецидиве стенокардии [25, 53, 54].

Выводы

Фактором риска возникновения рестеноза стента у пациентов после ЧКВ является ББИМ. Наличие ББИМ само по себе может указывать на степень тяжести органических изменений в коронарных артериях. Поэтому возникает необходимость диагностики рестеноза, которая проводится с помощью нагрузочных проб с визуализацией, что помогает определить ишемию миокарда и скрытую коронарную недостаточность. Использование ОЭКТ с целью мониторинга состояния пациентов после ЧКВ со стентированием необходимо для выявления пациентов с высоким риском развития рестеноза, определения показаний к повторному ЧКВ и оценки прогноза после реваскуляризации. Своевременная диагностика и лечение ББИМ у пациентов, перенесших ЧКВ, являются важными задачами в клинической практике.

Заключение

Своевременная диагностика и лечение ББИМ у пациентов, перенесших ЧКВ, являются важными задачами в клинической практике.

Вклад авторов:

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

Абдрахманова А.И. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0769-3682>): разработка концепции и дизайна, обзор русскоязычных пуб-

ликаций по теме статьи, анализ и интерпретация данных, ответственная за все аспекты работы

Цибулькин Н.А. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1343-0478>): разработка концепции и дизайна, обзор англоязычных публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация данных

Амиров Н.Б. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0009-9103>): проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи

Хабибуллин И.М. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0975-7002>): анализ и интерпретация данных, написание первой версии статьи, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации

Горнаева Л.И. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3991-2157>): анализ и интерпретация данных, написание первой версии статьи, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации

Галимзянова Л.И. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4359-4657>): анализ и интерпретация данных, написание первой версии статьи, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации

Елагина Д.С. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4925-7128>): анализ и интерпретация данных, написание первой версии статьи, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации

Author Contribution:

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication.

Abdrakhmanova A.I. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0769-3682>): development of the concept and design, review of Russian-language publications on the topic of the article, analysis and interpretation of data, responsible for all aspects of the work

Tsibulkin N.A. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1343-0478>): development of the concept and design, review of English-language publications on the topic of the article, analysis and interpretation of data

Amirov N.B. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0009-9103>): verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript

Khabibullin I.M. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0975-7002>): contributed to the analysis and interpretation of the data, wrote the first version of the article, approved the final version of the article before submitting it for publication

Gornaeva L.I. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3991-2157>): contributed to the analysis and interpretation of the data, wrote the first version of the article, approved the final version of the article before submitting it for publication

Galimzyanova L.I. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4359-4657>): contributed to the analysis and interpretation of the data, wrote the first version of the article, approved the final version of the article before submitting it for publication.

Elagina D.S. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4925-7128>): contributed to the analysis and interpretation of the data, review of English-language publications on the topic of the article, approved the final version of the article before submitting it for publication.

Список литературы / References:

- Cassese S., Byrne R.A., Schulz S. et al. Prognostic role of restenosis in 10 004 patients undergoing routine control angiography after coronary stenting. *European Heart Journal*. 2015; 36(2): 94-99. doi:10.1093/eurheartj/ehu383.
- Коротаева Е.С., Королева Л.Ю., Ковалева Г.В. и др. Основные предикторы тромбоза стента у пациентов с острым коронарным синдромом после чрескожного коронарного вмешательства на фоне различной двойной антитромбоцитарной терапии. *Кардиология*. 2018;58(51):12–21. Korotaeva E.S., Koroleva L.Yu., Kovaleva G.V. et al. Main predictors of stent thrombosis in patients with acute coronary syndrome after percutaneous coronary intervention on the background of various dual antiplatelet therapy. *Cardiology*. 2018; 58 (51): 12-21. doi:10.1093/eurheartj/ehu383. [in Russian].
- Marjan B, Magdalena O. In-Stent Restenosis in Drug-Eluting Stents: Issues and Therapeutic Approach. *J Cardiol Curr Res*. 2016; 6(3): 00206. doi: 10.15406/jccr.2016.06.00206
- Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б., Сайфуллина Г.Б. Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы). *Вестник современной клинической медицины*. 2015; 6: 103—115. Abdrakhmanova A.I., Amirov N.B., Sayfullin G.B. Painless myocardial ischemia (literature review). *Bulletin of modern clinical medicine*. 2015; 6: 103-115. doi: 10.20969/VSKM.2015.6(8) [in Russian].
- Воронина В.П., Киселева Н.В., Марцевич С.Ю. Пробы с дозированной физической нагрузкой в кардиологии: прошлое, настоящее и будущее. Часть I. Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2015; 14(2): 80-87. doi:10.15829/1728-8800-2015-2-80-87 Voronina V.P., Kiseleva N.V., Martsevich S.Yu. Dosed exercise testing in cardiology: past, present and future. Part I. *Cardiovascular therapy and prevention*, 2015; 14 (2): 80-87 doi:10.15829/1728-8800-2015-2-80-87 [in Russian].
- Елканова М.М., Шитов В.Н., Ботвина Ю.В. и др. Выявление безболевого ишемии миокарда при развитии рестеноза у больного после чрескожного коронарного вмешательства. *Атеротромбоз*. 2016; 1: 101-107. Elkanova MM, Shitov VN, Botvina Yu.V. et al. Revealing painless myocardial ischemia in the development of restenosis in a patient after percutaneous coronary intervention. *Atherothrombosis*. 2016; 1: 101-107 doi:10.21518/2307-1109-2016-1-101-107 [in Russian].
- Lee M.S., Banka G. In-stent Restenosis. *Interv Cardiol Clin*. 2016; 5(2): 211-220. doi: 10.1016/j.iccl.2015.12.006
- Conti C., Bavry A., Petersen J. Silent ischemia: clinical relevance. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(5):435-441. doi: 10.1016/j.jacc.2011.07.050
- Kokkinidis D., Waldo S., Armstrong E. Treatment of coronary artery in-stent restenosis. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2017; 15(3): 191-202. doi: 10.1080/14779072.2017.1284588.
- Лупанов В.П. Безболевая ишемия миокарда: диагностика, медикаментозное и хирургическое лечение, прогноз. *Consilium Medicum*. 2012; 10 (4): 36-44. Lupanov V.P. Painless myocardial ischemia: diagnosis, drug and surgical treatment, prognosis. *Consilium Medicum*. 2012; 10 (4): 36-44 [in Russian].
- Alraies M.C., Darmoch F., Tummala R. et al. Diagnosis and management challenges of in-stent restenosis in coronary arteries. *World J Cardiol* 2017; 9(8): 640-651. doi: 10.4330/wjcv9.i8.640
- Alfonso F., Cuesta J.. The Therapeutic Dilemma of Recurrent In-Stent Restenosis. *Circ Cardiovasc Interv*. 2018; 11(8):e007109. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007109.
- Alfonso F., Perez-Vizcayno M., Cuesta J., et al. 3-Year Clinical Follow-Up of the RIBS IV Clinical Trial: A Prospective Randomized Study of Drug-Eluting Balloons Versus Everolimus-Eluting Stents in Patients With In-Stent Restenosis in Coronary Arteries Previously Treated With Drug-Eluting Stents. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018; 11(10): 981-991. doi: 10.1016/j.jcin.2018.02.037

14. Nicolais C., Lakhter V., Virk H. et al. Therapeutic Options for In-Stent Restenosis. *Curr Cardiol Rep.* 2018;20(2):7. doi: 10.1007/s11886-018-0952-4
15. Farooq V., Gogas B.D., Serruys P.W. Restenosis: delineating the numerous causes of drug-eluting stent restenosis. *Circ Cardiovasc Interv.* 2011; 4: 195-205. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.110.959882.
16. Березовская Г.А., Ганюков В.И., Карпенко М.А. Рестеноз и тромбоз стента: патогенетические механизмы развития и прогностические маркеры. *Российский кардиологический журнал.* 2012; 6: 91-95. Berezovskaya G.A., Ganyukov V.I., Karpenko M.A. Restenosis and stent thrombosis: pathogenetic mechanisms of development and prognostic markers. *Russian journal of cardiology.* 2012; 6: 91-95 [in Russian]
17. Воробьева А.В., Бондаренко Б.Б., Барт В.А. и др. Оценка риска кардиальных событий у больных стабильной ишемической болезнью сердца после чрескожного коронарного вмешательства, сопровождающегося повреждением миокарда. *Трансляционная медицина.* 2019; 6(3): 15–24. Vorobieva A.V., Bondarenko B.B., Bart V.A. Evaluation of the risk of cardiac events in patients with stable ischemic heart disease after percutaneous coronary intervention accompanied by myocardial injury. *Translational medicine.* 2019; 6 (3): 15-24 [in Russian].
18. Шиготарова Е.А., Кулюцин А.В., Олейников В.Э. Безболевого ишемия миокарда: современный взгляд на проблему. *Международный медицинский журнал.* 2016; 1(22): 11-16. Shigotarova E.A., Kulyutsin A.V., Oleinikov V.E. Painless myocardial ischemia: a modern view of the problem. *International Medical Journal.* 2016; 1 (22): 11-16 [in Russian].
19. Тавкаева Д.Р., Маянская С.Д. Структура безболевого ишемии миокарда у больных с инфарктом миокарда после чрескожного коронарного вмешательства или консервативной терапии. *Всероссийская конференция «Противоречия современной кардиологии: спорные и нерешенные вопросы».* Самара: Медфорум, 2012: 181-182. Tavkaeva D.R., Mayanskaya S.D. The structure of painless myocardial ischemia in patients with myocardial infarction after percutaneous coronary intervention or conservative therapy. *Theses of the All-Russian Conference "Contradictions of Modern Cardiology: Controversial and Unresolved Issues".* Samara: Medforum, 2012: 181-182 [in Russian].
20. Chang C.C., Spitzer E., Chichareon P., et al. Ascertainment of Silent Myocardial Infarction in Patients Undergoing Percutaneous Coronary Intervention (from the GLOBAL LEADERS Trial). *Am J Cardiol.* 2019; 12 (124): 1833-1840. doi: 10.1016/j.amjcard.2019.08.049.
21. Soliman E. Silent myocardial infarction and risk of heart failure: Current evidence and gaps in knowledge. *Trends Cardiovasc Med.* 2019;29(4):239-244. doi: 10.1016/j.tcm.2018.09.004.
22. Boateng S., Sanborn T. Acute myocardial infarction. *Dis Mon.* 2013;59(3):83-96. doi: 10.1016/j.disamonth.2012.12.004
23. Doi S., Suzuki M., Funamizu T., et al. Clinical Features of Potential After-Effects of Percutaneous Coronary Intervention in the Treatment of Silent Myocardial Ischemia. *Heart Vessels.* 2019; 12(34):1917-1924. doi: 10.1007/s00380-019-01444-8.
24. Perera D., Crane T., Lee V., et al. Angiography-guided Multivessel Percutaneous Coronary Intervention Versus Ischemia-guided Percutaneous Coronary Intervention Versus Medical Therapy in the Management of Significant Disease in Non-Infarct-related Arteries in ST-Elevation Myocardial Infarction Patients With Multivessel Coronary Disease. *Crit Pathw Cardiol.* 2018; 2 (17):77-82. doi: 10.1097/HPC.0000000000000144.
25. Knuuti J., Wijns W., Saraste A. и др. 2019 Рекомендации ESC по диагностике и лечению хронического коронарного синдрома. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25(2): 3757. Knuuti J., Wijns W., Saraste A. et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Russian Journal of Cardiology.* 2020;25(2):3757. doi.org/10.15829/1560-4071-2020-2-3757 [in Russian].
26. Knuuti J., Ballo H., Juarez-Orozco L.E., et al. The performance of non-invasive tests to rule-in and rule-out significant coronary artery stenosis in patients with stable angina: a meta-analysis focused on post-test disease probability. *Eur Heart J.* 2018; 39: 3322- 3330. doi: 10.1093/eurheartj/ehy267.
27. Montalescot G., Sechtem U., Achenbach S., et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: The Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2013; 34 (38): 2949–3003. doi: 10.1093/eurheartj/ehs296.
28. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16 (3): 233– 270. doi: 10.1093/ehjci/jev014.
29. Никифоров В.С., Тютин А.Р., Палагутин М.А. и др. Неинвазивная оценка гемодинамики с помощью тканевой доплерографии. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2011; 10 (2): 13–18. Nikiforov V.S., Tiutin A.R., Palagutin M.A., et al. Noninvasive evaluation of hemodynamic by tissue Doppler imaging. *Regionarnoe krovoobrašenie i mikroциркуляciä.* 2011; 10 (2): 13–18. doi.org/10.24884/1682-6655-2011-10-2-13-18 [in Russian]
30. Agarwal R, Gosain P, Kirkpatrick JN., et al. Tissue Doppler imaging for diagnosis of coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Ultrasound.* 2012; 10: 47. doi: 10.1186/1476-7120-10-47.
31. Медведев П.И., Алехин М.Н., Сидоренко Б.А. Диагностические возможности спеклтрекинг эхокардиографии у больных ишемической болезнью сердца. *Кардиология.* 2016; 56 (2): 79–84. Medvedev P.I., Alekhin M.N., Sidorenko B.A. Diagnostic Possibilities of Speckle-Tracking Echocardiography in Patients With Ischemic Heart Disease. *Kardiologiya.* 2016; 56 (2): 79–84. doi.org/10.18565/cardio.2016.2.79-84 [in Russian]
32. Wierzbowska-Drabik K., Hamala P., Roszczyk N., et al. Feasibility and correlation of standard 2D speckle tracking echocardiography and automated function imaging derived parameters of left ventricular function during dobutamine stress test. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2014; 30: 729–37. doi: 10.1007/s10554-014-0386-z. Epub 2014 Feb 13.
33. Никифоров В.С., Марсальская О.А., Новиков В.И. Эхокардиографическая оценка деформации миокарда в клинической практике. *СПб.: Культинформпресс, 2015; 28 с.* Nikiforov V.S., Marsal'skaia O.A., Novikov V.I. Echocardiographic assessment of myocardial deformity in clinical practice. *St.Petersburg: Cult Inform Press, 2015; 28 p.* [in Russian]
34. Никифоров В.С. Методы сердечно-сосудистой визуализации в диагностике ишемической болезни сердца. *Consilium Medicum.* 2017; 19 (1): 18–24.

- Nikiforov V.S. Methods of cardiovascular imaging for the detection of ischemic heart disease. *Consilium Medicum*. 2017; 19 (1): 18–24. [in Russian]
35. Патеюк И.В., Митьковская Н.П., Терехов В.И. и др. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография и скрининг коронарного кальция в диагностике ишемии миокарда и стратификации риска у пациентов с бессимптомной депрессией сегмента ST. *Лечебное дело*. 2015; 5: 33–37. Pateyuk I.V., Mitkovskaya N.P., Terekhov V.I. et al. Single-photon emission computed tomography and coronary calcium screening in the diagnosis of myocardial ischemia and risk stratification in asymptomatic ST-segment depression patients. *General medicine*. 2015; 5: 33–37 [in Russian].
36. Абдрахманова А.И., Сайфуллина Г.Б., Амиров Н.Б. Место перфузионной сцинтиграфии миокарда в диагностике синдрома такоцубо. *Российский кардиологический журнал*. 2018; 12: 125–130. Abdrakhmanova A.I., Sayfullina G.B., Amirov N.B. The place of myocardial perfusion scintigraphy in the diagnosis of takotsubo syndrome. *Russian journal of cardiology*. 2018; 12: 125–130. doi.org/10.15829/1560-4071-2018-12-125-130 [in Russian].
37. Аншелес А.А., Шульгин Д.Н., Соломяный В.В. и др. Сопоставление результатов нагрузочных проб, данных однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и коронарографии у больных ишемической болезнью сердца. *Кардиологический вестник*. 2012; 2: 10–16. Ansheles A.A., Shulgin D.N., Solomyany V.V. et al. Comparison of the results of stress tests, data from single-photon emission computed tomography and coronary angiography in patients with coronary heart disease. *Cardiological Bulletin*. 2012; 2: 10–16. [in Russian].
38. Рыжкова Д.В., Салахова А.Р. Технические основы и клиническое применение позитронной эмиссионной томографии для оценки перфузии миокарда как самостоятельной процедуры и в составе гибридных систем. *Трансляционная медицина*. 2015; 5:113-122. Ryzhkova D.V., Salakhova A.R. Technical fundamentals and clinical application of positron emission tomography for the assessment of myocardial perfusion as an independent procedure and as part of hybrid systems. *Translational medicine*. 2015; 5: 113–122. doi.org/10.18705/2311-4495-2015-0-5-113-122 [in Russian].
39. Bourque J.M., Patel C.A., Ali M.M., et al. Prevalence and predictors of ischemia and outcomes in outpatients with diabetes mellitus referred for single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013; 6(3): 466–77.
40. Spitzer E., Ren B., Zijlstra F., et al. The Role of Automated 3D Echocardiography for Left Ventricular Ejection Fraction Assessment. *Card Fail Rev*. 2017; 3(2): 97–101. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000259.
41. Труфанов Г.Е., Декан В.С., Романов Г.Г. и др. Перфузионная сцинтиграфия миокарда. СПб.: Элби, 2012; 80 с. Trufanov G.E., Dean V.S., Romanov G.G. and other Perfusion scintigraphy of the myocardium. SPb.: Elby, 2012; 80 p. [in Russian].
42. Abdrakhmanova A.I., Osloпова J.V., Esin O.R. et al. Main method of diagnosis of silent myocardial ischemia. *International Journal of Pharmacy and Technology IJPT*. 2016; 4(8): 24400–24406.
43. Митьковская Н.П., Патеюк И.В., Статкевич Т.В. и др. Безболевого ишемия миокарда у пациентов с метаболическим синдромом: стратификация кардиоваскулярного риска. *Новости медико-биологических наук*. 2015; 3: 39–42. Mitkovskaya N.P., Pateyuk I.V., Statkevich T.V. et al. Painless myocardial ischemia in patients with metabolic syndrome: stratification of cardiovascular risk. *Biomedical Science News*. 2015; 3: 39–42 [in Russian].
44. Яковлев В.М., Мартынов А.И., Ягода А.В. Клинико-визуальная диагностика безболевого ишемии миокарда. Ставрополь: Ставрополье. 2012; 214 с. Yakovlev V.M., Martynov A.I., Yagoda A.V. Clinical and visual diagnostics of painless myocardial ischemia. Stavropol: Stavropol. 2012; 214 p. [in Russian].
45. Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б., Цибулкин Н.А. Применение перфузионной томосцинтиграфии миокарда при безболевого ишемии миокарда (обзор литературы). *Архивъ внутренней медицины*. 2020; 10(5): 340–347. Abdrakhmanova A.I., Amirov N.B., Tsibulkin N.A. The use of myocardial perfusion tomoscintigraphy in painless myocardial ischemia (literature review). *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2020; 10 (5): 340–347. doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-5-340-347 [in Russian].
46. Кузнецов В.А., Ярославская Е.И., Горбатенко Е.А. Предикторы гемодинамически значимых коронарных стенозов у пациентов с нарушениями миокардиальной перфузии по данным однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда. *Клиническая медицина*. 2012; 7: 25–30. Kuznetsov V.A., Yaroslavskaya E.I., Gorbatenko E.A. Predictors of hemodynamically significant coronary stenoses in patients with myocardial perfusion disorders according to single-photon emission computed tomography of the myocardium. *Clinical medicine*. 2012; 7: 25–30. [in Russian].
47. Никифоров В.С. Методы сердечно-сосудистой визуализации в диагностике жизнеспособного миокарда при ишемической болезни сердца. СПб.: Издательство «КультИнформПресс», 2012; 33 с. Nikiforov V.S. Methods of cardiovascular imaging in the diagnosis of viable myocardium in ischemic heart disease. St. Petersburg: Publishing house «Kultinformpress», 2012; 33 p. [in Russian].
48. Harb S.C., Marwick T.H. Prognostic value of stress imaging after revascularization: a systematic review of stress echocardiography and stress nuclear imaging. *Am Heart J*. 2014; 1(167): 77–85. doi: 10.1016/j.ahj.2013.07.035.
49. Abdrakhmanova A.I., Tsibulkin N.A., Silent myocardial ischemia in patients after emergency coronary intervention (Literature review). *Revista Latinoamericana de Hipertension*. 2020; 4(15): 297–300.
50. Acampa W., Petretta M.P., Daniele S., et al. Myocardial perfusion imaging after coronary revascularization: a clinical appraisal. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2013; 8 (40): 1275–1282. doi: 10.1007/s00259-013-2417-8
51. Recommendations for the treatment of stable coronary heart disease 2013 (ESC). *Russian Journal of Cardiology*. 2014; 7 (111): 7–79. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2014-7-7-79>
52. Shilov A.A., Kochergin N.A., Ganyukov V.I., et al. Comparability of scintigraphy data with coronary angiography after surgical myocardial revascularization. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2019; 3(18): 23–28. doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-3-23-28
53. Мальгина М.П., Недошивин А.О., Бондаренко Б.Б. Рецидив ишемии после реваскуляризации миокарда методом чрескожного коронарного вмешательства. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2011; 10(7): 18–22. Malgina M.P., Nedoshivin A.O., Bondarenko B.B. Recurrence of ischemia after myocardial revascularization by percutaneous coronary intervention. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2011; 10 (7): 18–22 [in Russian].
54. Singh A., Singal A., Mian A., et al. Recurrent Drug-Eluting Stent In-Stent Restenosis: A State-of-the-Art Review of Pathophysiology, Diagnosis, and Management. *Cardiovasc Revasc Med*. 2020; 21(9):1157-1163. doi: 10.1016/j.carrev.2020.01.005