А.И. Абдрахманова*^{1,2}, Н.Б. Амиров^{3,4}, Н.А. Цибулькин⁵

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

⁴— МСЧ МВД России по РТ, Казань, Россия

⁵— ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, кафедра кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии, Казань, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРФУЗИОННОЙ ТОМОСЦИНТИГРАФИИ МИОКАРДА ПРИ БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

A.I. Abdrakhmanova*^{1,2}, N.B. Amirov^{3,4}, N.A. Cibulkin⁵

¹ — Kazan (Volga Region) Federal University, Department of Fundamental Foundations of Clinical Medicine, Kazan, Russia

² — Interregional Clinical Diagnostic Center, Department of Cardiology, Kazan, Russia

³ — Kazan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Department of Polyclinic Therapy and General Medical Practice, Kazan, Russia

⁴ — Medical sanitary unit of the Ministry of Internal Affairs of Russia in the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

⁵ — Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia, Department of Cardiology, X-ray Endovascular and Cardiovascular Surgery, Kazan, Russia

Application of Perfusion Single Photon Emission Computed Tomography of the Myocardium in Pain-Free Myocardial Ischemia

Резюме

В представленном обзоре медицинской литературы приведены данные об использовании метода однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда у пациентов с безболевым ишемией миокарда. Проблема в том, безболевым ишемией миокарда может быть первым проявлением ишемической болезни сердца, и повышать риск сердечно — сосудистых осложнений в несколько раз. Оценка состояния морфофункциональных процессов в миокарде является основной целью диагностической визуализации с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда. Этот метод позволяет получить трехмерное изображение левого желудочка с информацией о распределении объема перфузии по миокарду, дает возможность более диагностировать безболевым ишемией миокарда. Проведение однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в режиме ЭКГ-синхронизации позволяет визуализировать кинетику стенок миокарда в различные фазы сердечного цикла и тем самым одновременно оценивать функциональное состояние миокарда левого желудочка. Показатели сократительной функции миокарда левого желудочка в участках преходящей гипоперфузии могут быть предикторами кардиальных событий после перенесенного инфаркта миокарда и независимым предикторами периоперационных кардиальных событий у паци-

*Контакты: Алсу Ильдусовна Абдрахманова, e-mail: alsuchaa@mail.ru

*Contacts: Alsu I. Abdrakhmanova, e-mail: alsuchaa@mail.ru

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0769-3682>

ентов, подвергающихся кардиохирургическому вмешательству. Сочетание однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда с физической нагрузкой или фармакологическими тестами помогает выявить коронарный стеноз среди обследованных с безболевым ишемией миокарда, выявить показания для проведения инвазивных исследований. Перфузионная однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда — необходимый инструмент для стратификации риска и оценки прогноза заболеваний миокарда у асимптомных пациентов с безболевым ишемией миокарда.

Ключевые слова: безболевая ишемия миокарда, однофотонная эмиссионная компьютерная томография миокарда

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 14.05.2020 г.

Принята к публикации 28.07.2020 г.

Для цитирования: Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б., Цибульский Н.А. ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРФУЗИОННОЙ ТОМОСЦИНТИГРАФИИ МИОКАРДА ПРИ БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). Архив внутренней медицины. 2020; 10(5): 340-347. DOI: 10.20514/2226-6704-2020-10-5-340-347

Abstract

This literature review provides data on the use of single-photon emission computed tomography of myocardium in silent myocardial ischemia. The presence of silent myocardial ischemia increases the risk of cardiovascular complications several times and may be the first manifestation of coronary heart disease. Assessing the state of morphofunctional processes in the myocardium is the main goal of diagnostic imaging using single-photon emission computed tomography of the myocardium. This allows to get three-dimensional image of left ventricle with information about distribution of perfusion volume across myocardium, makes it possible to more accurately differentiate such condition as silent myocardial ischemia. Conducting single-photon emission computed tomography in ECG synchronization mode allows you to visualize the kinetics of the myocardial walls in different phases of the cardiac cycle and thereby simultaneously assess the functional state of the left ventricular myocardium. Indicators of contractile function of the left ventricular myocardium in areas of transient hypoperfusion can be predictors of cardiac events after myocardial infarction and independent predictors of perioperative cardiac events in patients undergoing cardiac surgery. Performing single-photon emission computed tomography in ECG-synchronization mode allows visualizing kinetics of myocardial walls in different phases of cardiac cycle and thereby simultaneously assessing functional state of left ventricle myocardium. In combination with physical exercise and pharmacological tests, it helps to identify coronary stenosis among patients with silent myocardial ischemia. Perfusion single-photon emission computed tomography of myocardium is a necessary tool for stratification and assessment of prognosis of cardiac diseases in asymptomatic patients.

Key words: *silent myocardial ischemia, perfusion scintigraphy*

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests

Sources of funding

The authors declare no funding for this study

Article received on 14.05.2020

Accepted for publication on 28.07.2020

For citation: Abdrahmanova A.I., Amirov N.B., Cibulkin N.A. Application of Perfusion Single Photon Emission Computed Tomography of the Myocardium in Pain-Free Myocardial Ischemia. The Russian Archives of Internal Medicine. 2020; 10(5): 340-347. DOI: 10.20514/2226-6704-2020-10-5-340-347

ББИМ — безболевая ишемия миокарда, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМ — инфаркт миокарда, КА — коронарная артерия, КАГ — коронароангиография, КСО — конечно-систолический объем, ЛЖ — левый желудочек, ОЭКТ — однофотонная эмиссионная компьютерная томография, ФВ — фракция выброса, ФН — физическая нагрузка, ЭКГ — электрокардиография, ЭхоКГ — эхокардиография

Жизнеугрожающие состояния, связанные с окклюзией коронарных артерий (КА), в первую очередь, инфаркт миокарда (ИМ) и внезапная сердечная смерть, являются распространенными проявлениями атеротромботических сосудистых заболеваний. Наличие безболевого ишемии миокарда (ББИМ) повышает риск развития внезапной сердечной смерти в 10 раз, нарушений ритма сердца в — 2 раза, ИМ и застойной сердечной недостаточности — в 4,5 раза [1-3]. При повреждении, вызванном ишемией миокарда, происходит ряд патологических процессов, из которых нарушение перфузии — более точный и ранний маркер ишемии, чем ЭКГ-

изменения или определение диссинергии [4]. Оценка состояния морфофункциональных процессов в миокарде (сократимости, перфузии, склерозирования, ишемии, гибернации, иннервации) является основной целью диагностической визуализации с помощью радионуклидных методов [5], которые имеют высокую воспроизводимость, позволяющую оценивать динамику указанных процессов [6]. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОЭКТ), являясь «золотым» стандартом оценки преходящей ишемии миокарда, позволяет оценить кровоснабжение миокарда на уровне микроциркуляции и определить степень повреждения кардио-

миоцитов. Распределение радиофармацевтических препаратов в миокарде зависит как от самой перфузии, так и от целостности сарколеммы кардиомиоцита. Используемые для данного метода препараты на основе короткоживущего изотопа технеция-99m (^{99m}Tc -МИБИ и ^{99m}Tc -тетрафосмин), распределяются в миокарде пропорционально кровотоку, с одной стороны отражая перфузию, а с другой, являясь липофильными катионами, путем пассивной диффузии (по электрохимическому градиенту) проникают через клеточную мембрану. Затем они более стабильно связываются с митохондриальной мембраной и, таким образом, отражают состоятельность энергетической цепи клетки, являясь маркерами ее жизнеспособности [7].

Проведение перфузионной ОЭКТ в режиме ЭКГ-синхронизации позволяет визуализировать кинетику стенок миокарда в различные фазы сердечного цикла и, тем самым, одновременно оценивать функциональное состояние миокарда левого желудочка (ЛЖ) [8]. Оценка сократимости производится одновременно с основным перфузионным протоколом, не увеличивая общее время исследования, при этом получаемые данные о сократимости ЛЖ оказываются достаточно точными и воспроизводимыми [9, 10]. Сочетание ОЭКТ с физической нагрузкой (ФН) или фармакологическими тестами помогает выявить коронарный стеноз среди обследованных с ББИМ, так как при стенозировании коронарного сосуда менее 85% в большинстве случаев не происходит снижение кровотока в условиях функционального покоя, и почти 70% острых коронарных событий — результат коронарных поражений, которые не являются гемодинамически значимыми [11, 12]. Провоцируемая неоднородность кровотока проявляется на сцинтиграммах дефектами перфузии миокарда различной степени выраженности. Нарушения перфузии принято подразделять на стабильные и преходящие: стойкие дефекты перфузии могут соответствовать зонам некроза или рубцовых изменений, преходящие дефекты перфузии обычно отражают обратимую ишемию миокарда [13]. Появление стресс-индуцированных дефектов перфузии у больных с коронарной недостаточностью обычно сопровождается нарушениями сократимости ЛЖ. После прекращения нагрузки у большинства пациентов происходит быстрое восстановление контрактильной способности сердца, однако примерно в 30–35% случаев нарушение инотропной функции сохраняется в течение часа после выполнения стресс-теста. Такое длительное сохранение стресс-индуцированной дисфункции ЛЖ считается ранним предиктором развития коронарного тромбоза и может быть использовано в качестве неинвазивного маркера тяжести поражения сосудов [14]. Показатели сократительной функции миокарда ЛЖ в участках преходящей гипоперфузии могут быть предикторами кардиальных событий после перенесенного ИМ. Наиболее точными параметрами, опре-

деляющими прогноз заболевания у пациентов, перенесших ИМ, считаются фракция выброса (ФВ) ЛЖ и конечно-систолический объем (КСО): смертность среди больных ИМ с ФВАЖ 45% и/или КСО 70 мл значительно ниже, по сравнению с больными ИМ, имеющими ФВАЖ < 45% и/или КСО > 70 мл [14, 15]. Низкая ФВАЖ (<30%) является предиктором смерти от кардиальных событий, также, как и наличие выраженных дефектов перфузии. При этом выявление преходящих дефектов перфузии не добавляет отрицательной прогностической значимости такому показателю как низкая ФВАЖ (менее 30%) из-за высокого риска внезапной сердечной смерти у таких пациентов [3, 15]. Состояние контрактильной функции ЛЖ после острого ИМ может быть одной из главных детерминант прогноза. Анализ результатов ЭКГ-синхронизированной ОЭКТ, выполненной у постинфарктных больных, подтвердил высокую прогностическую ценность метода в стратификации риска кардиальных событий: уменьшение ФВАЖ до 40% и менее увеличивает риск кардиальных событий в три раза [10, 14]. Показатели контрактильной функции сердца являются независимым предикторами периоперационных кардиальных событий у пациентов, подвергающихся кардиохирургическому вмешательству. При этом оценка объемных показателей и ФВАЖ особенно важна для пациентов с нормальной перфузией миокарда. Чувствительность и специфичность сцинтиграфии с нагрузкой составляют в среднем 85-90% и 70-75% соответственно [11, 12, 16].

Исследования в группе бессимптомных пациентов после операции коронарного шунтирования доказывают особую прогностическую ценность метода ОЭКТ в первые 6 лет после проведенного хирургического вмешательства. Выявление перфузионных дефектов, стабильных или обратимых, сопряжено с более высоким риском смерти и риском развития нефатального ИМ [2].

Перфузионная ОЭКТ миокарда используется также для стратификации и оценки прогноза заболеваний миокарда. Более ранняя диагностика бессимптомной ишемии миокарда дает точную идентификацию сосудов-виновников, что может предотвратить ненужную интервенционную терапию. В отдельных группах населения неинвазивная визуализация с использованием ОЭКТ позволяет значительно улучшить оценку риска сердечно-сосудистых событий и повысить приверженность к лечению при согласовании профилактических вмешательств с величиной риска [4].

ОЭКТ позиционируется как один из ведущих неинвазивных методов диагностики обструктивных поражений КА у больных с промежуточным результатом предварительных тестов вероятности ИБС. Данный метод обладает достаточно высокой чувствительностью (90–91%) и специфичностью (75–84%). Также ОЭКТ позволяет провести стратификацию риска при ИБС. Продемонстрирована прямая за-

висимость: при увеличении зоны распространения ишемии по ОЭКТ отмечается ежегодный прирост частоты смертей от кардиальных причин и ИМ. ОЭКТ позволяет отобрать больных для реваскуляризации миокарда, т.е. при зоне ишемии миокарда до 10% по данным ОЭКТ, риск смерти от кардиальных причин при реваскуляризации миокарда выше, чем от медикаментозной терапии, а при ишемии более 10% — реваскуляризация миокарда улучшает выживаемость по сравнению с консервативной терапией [3, 17, 18].

Доказано, что результаты ОЭКТ более важны для прогноза, чем количество пораженных артерий при коронароангиографии (КАГ), потому что ОЭКТ дает возможность определения жизнеспособности миокарда. Так, выявление признаков перенесенного ИМ по данным функциональных методов в сочетании с окклюзией инфаркт-зависимой артерии на КАГ и отсутствием признаков жизнеспособности миокарда по результатам ОЭКТ с высокой вероятностью свидетельствует о наличии необратимых рубцовых изменений миокарда в области перенесенного ИМ и отсутствии показаний для чрескожных коронарных вмешательств [19]. В то же время, интенсивность накопления радиофармацевтических препаратов в миокарде, кровоснабжаемом инфаркт-зависимой артерией, может определяться особенностями нарушения его метаболизма [20, 21]. Показано, что летальность пациентов с ИБС растет пропорционально площади зоны преходящей ишемии, достигая 6,5% в год при значениях более 20% от общей площади ЛЖ. Более того, наличие перифокальной ишемии (вокруг зоны рубца после перенесенного ИМ) связано с более высоким риском кардиальной смерти, чем наличие зон ишемии, не связанных с рубцом. Одной из основных диагностических задач нагрузочной ОЭКТ является стратификация групп риска по наличию и выраженности ишемии, индуцированной нагрузкой, ее локализации, преходящей дилатации и дисфункции ЛЖ, снижению фракции выброса ЛЖ [3, 15].

По нашим данным наличие сопутствующей ББИМ патологии (сахарный диабет, гипертония) не влияет на перфузию миокарда [22]. Возможно, это связано с тем, что нарушение перфузии не зависит от происхождения атеросклероза. Острые сердечно-сосудистые события атеросклеротической этиологии не всегда связаны с наличием факторов риска. Другой причиной, полученных нами данных может быть небольшое количество пациентов в изученной группе [22]. В работе Денисенко-Канкия Е.И., и др. (2019) у пациентов, которые имели в анамнезе гипертоническую болезнь и сахарный диабет выявлено достоверное снижение перфузии миокарда при нагрузке по результатам ОФЭКТ [23].

Наличие ИМ ухудшает показатели перфузии и в покое, и в стрессе, но не изменяет показатель стресс-индуцированной преходящей ишемии [22]. Разница в перфузии при наличии перенесенного инфаркта

связана с наличием неперфузионных рубцовых участков.

Степень ухудшения перфузии не зависит от наличия инфаркта, так как жизнеспособный миокард одинаково реагирует на физическую нагрузку. Это указывает на то, что ухудшение процессов перфузии возникают в живом миокарде и не связаны с рубцовыми зонами. Полученные нами данные совпадают с результатами других авторов: так в работе Аншелес А.А. и соав. (2012) у 73 (94,8%) пациентов с ИМ в анамнезе визуализировался стабильный дефект перфузии в зоне, соответствующей данным ЭКГ [24]. При проведении пробы с физической нагрузкой, по результатам нашей работы, у пациентов с ББИМ увеличивался показатель ФВ (независимо от наличия инфаркта) за счет повышения сократимости жизнеспособного миокарда [22]. В работе Аншелес А.А., и др. (2012) у 32% пациентов ФВ после нагрузки снижалась более чем на 3%, у 53% — оставалась практически неизменной, у 15% — повышалась более чем на 3%. Первый и второй случаи трактовались как отсутствие адекватного прироста ФВ после нагрузки. Было предположено, что снижение ФВ после нагрузки связано со степенью преходящей ишемии. Однако, несмотря на наличие тенденции (более тяжелая ишемия приводит к более выраженному снижению ФВ после нагрузки), между показателями была выявлена слабая корреляционная зависимость. [24]

Стресс-тест ухудшает показатели перфузии относительно покоя в 9 сегментах (10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19) из 19. Такая картина возникает преимущественно при левом типе кровообращения. Физическая нагрузка ухудшает перфузию в боковой стенке ЛЖ и смежных с ней сегментов в связи с отсутствием возможности компенсаторного кровоснабжения из правой коронарной артерии. Можно предположить, что в большинстве случаев патологические изменения происходят в бассейне передней межжелудочковой артерии [22]. По данным литературы, поражение передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии определено в 46,1% при изолированном и сочетанном ее поражении, и реже — в огибающей ветви левой коронарной артерии (25,6%) [25].

Основные показания и ограничения к проведению ОЭКТ представлены в таблице 1.

Определение диагностической значимости и ценности метода синхронизированной с ЭКГ ОЭКТ в сравнении с другими методами визуализации в оценке поражения миокарда и коронарного русла у больных ББИМ не всегда возможно, учитывая различающиеся принципы регистрации.

Так, мультиспиральная компьютерная томография и магнитно-резонансная томография позволяют получить множество объективных численных данных: диаметр сосудов, размеры полостей и других структур, тогда как ОЭКТ либо не позволяет получить эти значения, либо дает их на основании косвенных данных. Но, при всей ценности количественных данных, они не позволяют полноценно оценить со-

стояние сердца. К примеру, такой важнейший показатель, как жизнеспособность миокарда, является, в лучшем случае, полуколичественным, а чаще всего — оценочным, качественным. При положительной пробе стресс-ЭКГ при ОЭКТ у больных ИБС в 100% случаев выявляется преходящая ишемия миокарда, в то время как при отри-

цательной пробе стресс-ЭКГ отсутствие признаков ишемии отмечается лишь в 35% случаев. Случаи сомнительных или не доведенных до диагностических критериев проб влияют на конечный заключительный диагноз состояния перфузии миокарда по данным ОЭКТ, что требует более детального анализа получаемых данных [24].

Таблица 1. Показания и ограничения к проведению ЭКГ-синхронизированной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда
Table 1. Indications and limitations for ECG-synchronized single-photon emission computed tomography of the myocardium

Показания к проведению ОЭКТ/ Indications for SPECT	Ограничения к проведению ОЭКТ/ Limitations for SPECT
Выявление дефектов перфузии миокарда при подозрении на наличие значимых стенозов коронарных артерий/ Detection of myocardial perfusion defects in case of suspicion of significant coronary artery stenosis	Длительность процедуры/ Duration of the procedure
Отбор пациентов на коронароангиографию/ Selection of patients for coronary angiography	
Оценка влияния выявленного атеросклеротического поражения и стенозов коронарных артерий на перфузию миокарда/ Assessment of the effect of the revealed atherosclerotic lesion and coronary artery stenosis on myocardial perfusion	Трудности в интерпретации данных в заднебазальном и нижних отделах межжелудочковой перегородки/ Difficulties in interpreting data in the posterior basal and lower parts of the interventricular septum
Оценка целесообразности и объема планируемого чрескожного коронарного вмешательства, определение симптом-связанной коронарной артерии/ Assessment of the feasibility and volume of the planned percutaneous coronary intervention, determination of symptom-related coronary artery	Низкая чувствительность метода при наличии множественных поражений венечных артерий/ Low sensitivity of the method in the presence of multiple lesions of the coronary arteries
Динамическое наблюдение и оценка эффекта от медикаментозной терапии и вмешательств/ Dynamic observation and assessment of the effect of drug therapy and interventions	Аллергическая реакция на радиофармацевтические препараты/ An allergic reaction to radiopharmaceuticals
Прогноз и стратификация риска при хронической ишемической болезни сердца/ Prognosis and risk stratification in chronic coronary artery disease	
Подозрение на перенесенный инфаркт миокарда (оценка реперфузии, прогноз перед дальнейшими вмешательствами у больных высокого риска)/ Suspicion of myocardial infarction (assessment of reperfusion, prognosis before further interventions in high-risk patients)	Для детей моложе 16 лет/ For children under 16 years of age
Оценка состоятельности функции сердца перед сложными кардиохирургическими и другими операциями/ Assessment of the consistency of the heart function before complex cardiac and other operations	Для женщин репродуктивного возраста в ранние сроки установленной или возможной беременности/ For women of reproductive age in the early stages of a diagnosed or possible pregnancy
Проведение дифференциальной диагностики между коронарной и некоронарной этиологией поражения миокарда/ Differential diagnosis between coronary and non-coronary etiology of myocardial damage	
Оценка состояния перфузии и сократительной функции миокарда при сердечной недостаточности/ Assessment of the state of perfusion and contractile function of the myocardium in heart failure	Технические ограничения по весу пациента/ Technical restrictions on patient weight
Оценка сократимости левого желудочка при сомнительных результатах эхокардиографии/ Assessment of left ventricular contractility in case of questionable results of echocardiography	

Примечание: ОЭКТ — однофотонная эмиссионная компьютерная томография, ЭКГ — электрокардиография
Note: SPECT — single-photon emission computed tomography, ECG — electrocardiography

При анализе сократимости миокарда ОЭКТ предоставляет исчерпывающие количественные данные о движении и утолщении стенок ЛЖ в виде компактных полярных карт. Такой подход позволяет фиксировать только повторяющиеся, воспроизводимые, т.е. достоверные нарушения сократимости с их точной локализацией. В этом отличие ОЭКТ от эхокардиографии и магнитно-резонансной томографии, где анализируется кино-петля только из одного или нескольких сократительных циклов. При ОЭКТ автоматически получают значения систолического движения и утолщения стенок ЛЖ по каждому из сегментов с точностью до 1-2 мм, что позволяет установить критерии нормы, а также дискретизировать нарушения сократимости по балльной системе аналогично баллам нарушения перфузии. В диапазоне ФВ от 20 до 70% при проведении синхронизированной с ЭКГ ОЭКТ ФВ в среднем на 7-9 единиц ниже, чем при оценке с помощью ЭхоКГ. Эти различия обусловлены разными алгоритмами вычисления ФВ, что приводит к различным значениям нормы ФВ по данным двух методов [15].

В большинстве случаев по локализации стабильных и преходящих дефектов перфузии по данным ОЭКТ достоверно прогнозируется наличие поражения в каждой из основных КА. Однако обнаружено, что стенозы до 80% не вызывают преходящей ишемии миокарда в зоне своего бассейна в 71,4% случаев (кроме ствола левой коронарной артерии и проксимального сегмента передней нисходящей коронарной артерии) [24]. Возможно, это связано с тем, что достигнутая нагрузка не всегда достаточна для выявления ББИМ. При подозрении на гемодинамически значимое поражение КА необходимо проведение нагрузочной пробы с максимально возможной для пациента нагрузкой с целью оценки ишемии миокарда с помощью ОЭКТ с обязательным сопоставлением полученных данных с результатами КАГ. Наименьшая чувствительность и специфичность ОЭКТ в выявлении стенозов КА более 70% наблюдается при многососудистом поражении [8, 12].

Таким образом, ОЭКТ — неинвазивный метод исследования, который позволяет диагностировать функциональную значимость атеросклеротического поражения КА, оценить региональную перфузию тканей, жизнеспособность миокарда, определить прогноз и стратифицировать риск у больных. Информативность этого метода возрастает при сочетании с пробами с физической нагрузкой. Для диагностики ББИМ проведение ОЭКТ миокарда с нагрузочной пробой имеет следующие преимущества: метод более эффективен, т.к. позволяет установить локализацию, степень выраженности ишемии миокарда во время нагрузки; определить показания к хирургической реваскуляризации; выявить микроциркуляторную форму ишемии. ОЭКТ миокарда с нагрузочной пробой имеет более высокую чувствительность и специфичность относительно ЭКГ-нагрузочного теста и более высокую чувствитель-

ность относительно стресс-ЭхоКГ. ОЭКТ следует выполнять у больных с неявной «коронарной» симптоматикой или у лиц с наличием факторов риска, но отрицательными тестами на коронарную недостаточность [6, 10, 26].

В настоящее время возникла необходимость более глубокого изучения диагностических возможностей ОЭКТ в оценке биологических процессов у пациентов с ББИМ, этот метод исследования — необходимый инструмент для стратификации риска и оценки прогноза заболеваний миокарда у асимптомных пациентов.

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

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

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

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>): concept and design development, review of Russian-language publications on the topic of the article, data analysis and interpretation, responsible for all aspects of the work

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

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

Список литературы

1. Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б., Сайфуллина Г.Б. Без-болевого ишемия миокарда (обзор литературы). Вестник современной клинической медицины. 2015; 8(6): 103-15. doi: 10.20969/VSKM.2015.6(8).
Abdrakhmanova A.I., Amirov N.B., Sayfullina G.B. Silent myocardial ischemia (literature review). The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2015; 8(6): 103-15. doi: 10.20969/VSKM.2015.6(8). [in Russian].
2. Амиров Н.Б., Абдрахманова А.И., Сайфуллина Г.Б. и др. Без-болевого ишемия миокарда. Казань, Медицина, 2018; 83 с. ISBN 978-5-7645-0650-0
Amirov N.B., Abdrakhmanova A.I., Sajfullina G.B. et al. Painless ischemia. Kazan, Medicina. 2018; 83p. [in Russian].
3. Голухова Е.З., Громова О.И., Булаева Н.И. и др. Внезапная сердечная смерть у больных ишемической болезнью сердца: от механизмов к клинической практике. Кардиология. 2017;57(12):73–81. doi:10.18087/cardio.2017.12.10069.

- Golukhova E.Z., Gromova O.I., Bulaeva N.I., Bokeria L.A. Sudden Cardiac Death in Patients With Ischemic Heart Disease: From Mechanisms to Clinical Practice. *Kardiologiya*. 2017;57(12):73-81. doi:10.18087/cardio.2017.12.10069. [in Russian].
4. Абдрахманова А.И., Сайфуллина Г.Б., Амиров Н.Б. Место перфузионной сцинтиграфии миокарда в диагностике синдрома такоцубо. *Российский кардиологический журнал*. 2018;23(12):125-130. doi:10.15829/1560-4071-2018-12-125-130. Abdrakhmanova A.I., Saifullina G.B., Amirov N.B. Myocardial perfusion scintigraphy in the diagnostics of takotsubo syndrome. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;23(12):125-130. doi:10.15829/1560-4071-2018-12-125-130. [in Russian].
 5. Сергиенко В.Б., Аншелес А.А. Радионуклидная диагностика с нейротропными радиофармпрепаратами. Серия. Научная мысль. М., ИнфраМ, 2014; 112с. ISBN: 9785160091709. Sergienko V.B., Ansheles A.A. Nuclear imaging with neurotropic radiopharmaceuticals. *Scientific thought*. Moscow: InfraM. 2014; 112p. [in Russian].
 6. Аншелес А.А., Сергиенко В.Б. Томографические методы диагностики при оценке перфузии миокарда у больных с ишемической болезнью сердца. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2011; 3: 74-9. Ansheles A.A., Sergienko V.B. Tomographic diagnostic methods for assessing myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. *Med. radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*. 2011; 3: 74-9. [in Russian]
 7. Труфанов Г.Е., Декан В.С., Романов Г.Г. и др. Перфузионная сцинтиграфия миокарда. СПб.: Элби, 2012; 80 с. ISBN 978-5-93979-296-7. Trufanov G.E., Dekan V.S., Romanov G.G. et al. Perfusion scintigraphy of the myocardium. Spb.: ELbi, 2012; 80p. [in Russian].
 8. Аншелес А.А. Особенности интерпретации перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда с компьютернотомографической коррекцией поглощения. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2014; 2: 520. doi:10.20862/0042-4676-2014-0-2-5-20. Ansheles A.A. Specific features of interpretation of myocardial perfusion singlephoton emission computed tomography with computed tomographic attenuation correction. *Vestnik rentgenologii i radiologii* 2014; 2: 520. doi:10.20862/0042-4676-2014-0-2-5-20. [in Russian].
 9. Priori S.G., BlomströmLundqvist C., Mazzanti A., et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J* 2015;36(41):2793867. doi: 10.1093/eurheartj/ ehv316.
 10. Аншелес А.А., Миронов С.П., Шульгин Д.Н. и др. Перфузионная ОЭКТ миокарда с КТ — коррекцией поглощения: принципы получения и интерпретации данных (методические рекомендации). *Лучевая диагностика и терапия*. 2016; 3(7): 87-101. doi:10.22328/2079-5343-2016-3-87-101. Ansheles A.A., Mironov S.P., Shul'gin D.N. et al. Myocardial perfusion SPECT with CT — based attenuation correction: data absorption and interpretation (guidelines). *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2016;(3):87-101. doi:10.22328/2079-5343-2016-3-87-101. [in Russian].
 11. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2014; 4(46):517– 92. doi: 10.5167/uzh-106697
 12. Аншелес А.А., Сергиенко И.В., Сергиенко В.Б. Современное состояние и перспективные технологии радионуклидной диагностики в кардиологии. *Кардиология*. 2018; 58(6): 61-9. doi:10.18087/cardio.2018.6.10134. Ansheles A.A., Sergienko I.V., Sergienko V.B. Current state and perspective technologies of radionuclide diagnostics in cardiology. *Cardiology*. 2018; 58(6): 61-9. doi:10.18087/cardio.2018.6.10134. [in Russian].
 13. Михайлов Е.В., Шамурова Ю.Ю., Танцырева И.В. и др. Перфузионная сцинтиграфия миокарда и чрескожное коронарное вмешательство у пациентов со стенозирующим поражением коронарных артерий. *Уральский медицинский журнал*. 2018; 10(165): 60–5. doi: 10.25694/URMJ.2018.10.22 Mihajlov E.V., SHamurova YU.YU., Tancyreva I.V. et al. Myocardial perfusion scintigraphy and percutaneous coronary intervention in patients with stenotic coronary artery disease. *Ural Medical Journal*. 2018; 10(165): 60–5. doi: 10.25694/URMJ.2018.10.22. [in Russian].
 14. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И., Минин С.М. Использование ЭКГ — синхронизированной перфузионной томосцинтиграфии миокарда в кардиологической практике. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2011;56(1):52-61. Lishmanov YU.B., CHernov V.I., Minin S.M. Ispol'zovanie the use of ECG — synchronized perfusion myocardial tomoscintigraphy in cardiology practice. *Medical Radiology and radiation safety*. 2011; 56(1): 52-61. [in Russian].
 15. Аншелес А.А., Завадовский К.В., Сазонова С.И. и др. Возможности радионуклидных методов диагностики в оценке риска внезапной сердечной смерти. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2018; 17(2): 68-74. doi: 10.15829/1728-8800-2018-2-68-74. Ansheles A.A., Zavadvoskij K.V., Sazonova S.I. et al. The possibilities of radionuclide diagnostic methods in assessing the risk of sudden cardiac death. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2018; 17(2): 68-74. doi: 10.15829/1728-8800-2018-2-68-74. [in Russian].
 16. 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/ehv296
 17. 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. Kuznecov V.A., Yaroslavskaya E.I., Gorbatenko E.A. Predictors of hemodynamically significant coronary stenosis in patients with impaired myocardial perfusion according to single photon emission computed tomography of the myocardium. *Clinical medicine*. 2012; 7: 25-30. [in Russian].
 18. Яковлев В.М., Мартынов А.И., Ягода А.В. Клинико-визуальная диагностика безболевого ишемии миокарда. Ставрополь: Ставрополье. 2012; 214 с. ISBN 978-5-9596-0820-0 Jakovlev V.M., Martynov A.I., Jagoda A.V. Clinico–visual diagnosis of silent myocardial ischemia. Stavropol': Stavropol'e. 2012; 214 p. [in Russian].

19. Patel K., Spertus J., Chan H. et al. Extern of Myocardial Ischemia on Positron Emission Tomography and Survival Benefit with Early Revascularization. *J Am Coll Cardiol*. 2019; 74 (13): 1646-54. doi: 10.1016/j.jacc.2019.07.055.
20. Fukushima R., Arashi H., Minami Y. et al. Functional and metabolic improvement after coronary intervention for non-viable myocardial detected by 18F fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *J Cardiol Cases*. 2019; 20(2): 57-60. doi: 10.1016/j.jccase.2019.03.006.
21. Shibata N., Takagi K., Morishima I. et al. The impact of the excimer laser on myocardial salvage in ST-elevation acute myocardial infarction via nuclear scintigraphy. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2020; 36(1): 161-170. doi:10.1007/s10554-019-01690.
22. Абдрахманова А.И., Сайфуллина Г.Б., Амиров Н.Б. и др. Показатели перфузионной томосцинтиграфии миокарда при безболевого ишемии миокарда. *Вестник современной клинической медицины*. 2020; 1(13): 54–61. doi:10.20969/VSKM.2020.13(1).54-61. Abdrahmanova A.I., Saifullina G.B., Amirov N.B. et al. Myocardial perfusion tomoscintigraphy indicators in silent myocardial ischemia. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2020; 13(1): 54-61. doi:10.20969/VSKM.2020.13(1).54-61. [in Russian].
23. Денисенко-Канкия Е.И., Чанахчян Ф.Н., Василенко Е.И. и др. Сравнительный анализ данных перфузионной сцинтиграфии миокарда у пациентов с поражением коронарных артерий. *Кардиологический вестник*. 2019;4:58-65. doi.org: 10.36396/MS.2019.15.4.008
- Denisenko-Kankiya E.I., CHanahchyan F.N., Vasilenko E.I. et al. Comparative analysis of myocardial perfusion scintigraphy data in patients with coronary artery disease]. *Cardiology journal*. 2019; 4: 58-65. doi: 10.36396/MS.2019.15.4.008. [in Russian].
24. 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., SHul'gin D.N., Solomyanyj V.V. et al. Comparison of the results of stress tests, data of single-photon emission computed tomography and coronarography in patients with coronary heart disease. *Cardiological Bulletin*. 2012; 2: 10-16. [in Russian].
25. Сумин А.Н., Корок Е.В. и др. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в диагностике обструктивных поражений коронарных артерий. *Российский кардиологический журнал*. 2017; 12: 14-20. Sumin A.N., Korok E.V., Korotkevich A.A. et al. Possibilities of single-photon emission computed tomography in the diagnosis of obstructive lesions of the coronary arteries. *Russian journal of cardiology*. 2017;12:14-20. [in Russian].
26. Лупанов В.П. Выбор неинвазивной нагрузочной пробы в диагностике ишемической болезни сердца (научный обзор). *Медицинский совет*. 2018; 16: 62-70. Lupanov V.P. The choice of a non-invasive exercise test in the diagnosis of coronary heart disease (scientific review). *Medical Council (Meditinskiy sovet)*. 2018; 16: 62-70. [in Russian].

J Oral Facial Pain Headache. Winter 2020;34(1):53–60.
doi: 10.11607/ofph.2480. Epub 2019 Aug 27.

Marcelo Kreiner, Jeffrey Okeson, Verónica Tanco, Anders Waldenström, Annika Isberg

Орофациальная и зубная боль как единственный симптом острого инфаркта миокарда — высокий риск ошибочного диагноза и смерти

Orofacial Pain and Toothache as the Sole Symptom of an Acute Myocardial Infarction Entails a Major Risk of Misdiagnosis and Death

Цели: обеспечить обновление знаний о клинических проявлениях и нейрофизиологических аспектах орофациальной боли сердечного происхождения.

Методы: поиск в рецензируемых базах данных Scopus / Embase, NCBI (PubMed) и Science Direct проводился в период до декабря 2018 года.

Результаты: Пациенты с инфарктом миокарда без типичного болевого синдрома в груди имеют более высокий риск смерти из-за пропущенного диагноза и, следовательно, значительно большего периода времени между появлением симптомов и госпитализацией. Во время ишемии миокарда об орофасциальной боли сообщают 4 из 10 пациентов и описывают ее как давящую и/или жгучую. До 4% больных инфарктом миокарда испытывают боль исключительно в орофациальных структурах, при этом данный симптом встречается чаще у женщин, чем у мужчин. Орофациальная боль во время ишемии миокарда связана с ишемией нижней стенки сердца, что вероятно связано с вовлечением в патологический процесс блуждающего нерва.

Заключение: Осведомленность врача обо всем спектре клинических характеристик инфаркта миокарда является ключевым фактором в постановке точного диагноза. Медицинские работники и широкая общественность должны знать о возможности инфаркта миокарда с болями в ротовой полости, зубной болью или болью в ушах/височно-нижнечелюстных суставах в качестве единственного симптома.