

Перфузионная однофотонная эмиссионная компьютерная томография миокарда, синхронизированная с электрокардиограммой, при безболевого ишемии миокарда

✉ А.И. Абдрахманова^{1, 2}, Н.Б. Амиров^{1, 3, 4}, Н.А. Цибульский⁵,
Г.Б. Сафиуллина², А.К. Хусанова³, А.Г. Хасанова¹

¹ Кафедра фундаментальных основ клинической медицины ИФМиБ ФГАОУ ВО “Казанский (Приволжский) федеральный университет”

² ГАУЗ “Межрегиональный клинико-диагностический центр”, Казань

³ Кафедра поликлинической терапии и общей врачебной практики КФГБОУ ВО “Казанский государственный медицинский университет” МЗ РФ

⁴ ФКУЗ “Медико-санитарная часть МВД России по Республике Татарстан”, Казань

⁵ Кафедра кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии ФГБОУ ДПО “Казанская государственная медицинская академия” МЗ РФ

Безболевого ишемия миокарда (ББИМ) повышает риск развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Нарушения регионарной сократимости и перфузии миокарда являются наиболее точными и ранними маркерами ишемической болезни сердца (ИБС), для выявления которых возможно использование однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), позволяющей оценить риск у пациентов с установленным или заподозренным диагнозом ИБС. В ходе данного исследования с помощью ОФЭКТ были изучены особенности перфузии миокарда, сократительной функции левого желудочка и состояния коронарного русла у пациентов с ББИМ. Было установлено, что дефекты перфузии миокарда могут обнаруживаться в покое, а ее стрессиндуцированное ухудшение указывает на тяжелые нарушения кровоснабжения миокарда и высокий риск коронарных осложнений. Наличие у пациентов с ББИМ сахарного диабета и артериальной гипертензии не влияет на степень нарушения перфузии, а ухудшение кровоснабжения возникает в жизнеспособном миокарде и не связано с рубцовыми изменениями после перенесенного инфаркта миокарда.

Ключевые слова: безболевого ишемия миокарда, ишемическая болезнь сердца, однофотонная эмиссионная компьютерная томография.

Введение

Безболевого ишемия миокарда (ББИМ) может быть первым проявлением атеросклероза коронарных артерий (КА), а ее наличие повышает риск внезапной сердечной смерти в 10 раз, нарушений ритма

сердца – в 2 раза, инфаркта миокарда (ИМ) и застойной сердечной недостаточности – в 1,5 раза [1, 2]. Нарушения регионарной сократимости и перфузии миокарда являются наиболее точными и ранними маркерами ишемии, для выявления которых возможно использование однофотонной эмиссионной компьютерной томографии

Контактная информация: Абдрахманова Алсу Ильдусовна, alsuchaa@mail.ru

(ОФЭКТ) [3–5]. Данное исследование обладает высокой воспроизводимостью, что позволяет зафиксировать динамику указанных процессов [6, 7]. Проведение перфузионной ОФЭКТ в режиме синхронизации с **электрокардиограммой** (ЭКГ) дает возможность визуализировать кинетику стенок миокарда в различные фазы сердечного цикла и одновременно оценивать функциональное состояние миокарда **левого желудочка** (ЛЖ) [8, 9].

Информативность ОФЭКТ повышается при сочетании с **нагрузочной пробой** (НП), проведение которой позволяет выявить стрессиндуцированные дефекты перфузии у больных с коронарной недостаточностью и нарушениями сократимости ЛЖ, связанными со стенозом КА [10, 11]. Обнаружено, что результаты ОФЭКТ обладают большей прогностической ценностью, чем количество пораженных КА по данным коронароангиографии. Летальность пациентов с **ишемической болезнью сердца** (ИБС) возрастает пропорционально площади зоны преходящей ишемии, достигая 6,5% в год при значениях более 20% ишемии от общей площади ЛЖ. Наличие перифокальной ишемии (вокруг зоны рубца после перенесенного ИМ) связано с более высоким риском кардиальной смерти, чем наличие зон ишемии, не связанных с рубцом. Поэтому одной из основных диагностических задач нагрузочной ОФЭКТ является выделение групп риска по наличию и выраженности ишемии, индуцированной нагрузкой, ее локализации, преходящей дилатации и дисфункции ЛЖ, снижению **фракции выброса** (ФВ) [12]. При этом метод ОФЭКТ представляет практическую ценность для оценки риска у пациентов не только с установленным, но и с заподозренным диагнозом ИБС [13, 14].

Цель исследования: верифицировать методом ЭКГ-синхронизированной ОФЭКТ наличие ишемии миокарда у пациентов с бессимптомной диагностически значимой депрессией сегмента ST, а также изучить особенности перфузии миокарда, сокра-

тительной функции ЛЖ и состояние коронарного русла у пациентов с ББИМ.

Материал и методы

В исследование было включено 53 пациента с ББИМ, находившихся в кардиологических отделениях ГАУЗ “Межрегиональный клиничко-диагностический центр” в период с января 2013 г. по декабрь 2019 г., которым во время госпитализации проводилась ОФЭКТ. Из них 21 пациенту ОФЭКТ миокарда осуществлялась по 2-дневному протоколу в последовательности: 1-й день – проба в покое (REST), 2-й день – исследование в сочетании со стресс-тестом (STRESS). В качестве НП использовалась велоэргометрия. При поступлении все пациенты подписывали информированное согласие. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография проводилась на гамма-томографе MILLENIUM MPR (GE Medical Systems), использовался **радиофармацевтический препарат** (РФП) на основе короткоживущего изотопа технеция – ^{99m}Tc -технетрил. Доза РФП вводилась согласно рекомендациям и контролировалась с помощью соответствующего оборудования. Количественный подход к оценке наличия и тяжести дефектов перфузии миокарда заключался в разделении миокарда на 19 сегментов и определении процента включения РФП в каждый сегмент. При анализе тяжести нарушений перфузии использовалась 5-балльная шкала: включение РФП более 80% соответствовало норме (0 баллов), при слабо сниженном накоплении (75–80%) – 1 баллу, при умеренно сниженном (50–74%) – 2 баллам, при значительно сниженном (25–49%) – 3 баллам, значение оценки накопления менее 25% – 4 баллам. Исходя из результатов, рассчитывались суммарный покой-счет (**summed rest score**, SRS) – сумма баллов во всех сегментах в покое, суммарный стресс-счет (**summed stress score**, SSS) – сумма баллов во всех сегментах при стресс-тесте, сумма баллов стрессиндуци-

Таблица 1. Общая характеристика пациентов с ББИМ (n = 53)

Параметр	Количество пациентов	
	абс.	%
Мужчины/женщины	46/7	86,8/13,2
I тип ББИМ/II тип ББИМ	25/28	47,0/53,0
АГ	35	66,0
ИМ	33	62,3
НРС	21	39,6
СД	20	37,7
АКШ	7	13,2
ЧКВ	15	28,3

Обозначения здесь и в табл. 2: АГ – артериальная гипертония, АКШ – аортокоронарное шунтирование, НРС – нарушение ритма сердца, СД – сахарный диабет, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство, I тип ББИМ – полностью безболевая форма ББИМ, II тип ББИМ – сочетание ББИМ и ангинозных приступов.

Таблица 2. Общая характеристика пациентов с ББИМ (n = 21), которым ОФЭКТ миокарда осуществлялась по 2-дневному протоколу

Параметр	Количество пациентов	
	абс.	%
Мужчины/женщины	20/1	95,2/4,8
I тип ББИМ/II тип ББИМ	9/12	42,9/57,1
АГ	16	76,2
ИМ	11	52,4
НРС	11	52,4
СД	6	28,6
АКШ	2	9,5
ЧКВ	6	28,6

рованной преходящей ишемии (**summed difference score, SDS**). Полученные данные были обработаны в программах Microsoft Excel 2019 и IBM SPSS Statistics 23. При описании количественных показателей использовались значения средних арифметических величин и стандартных отклонений. Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. При множественных срав-

нениях применялся метод Холма–Бонферрони, различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В группе исследования 86,8% (46 человек) составляли мужчины. Средний возраст пациентов 57,3 (53–64) года, индекс массы тела $28,19 \pm 5,3$. Общая характеристика пациентов с ББИМ представлена в табл. 1.

Были проанализированы результаты ОФЭКТ в покое. Получены следующие данные: дефекты перфузии были обнаружены у всех пациентов с бессимптомной диагностически значимой депрессией сегмента ST, количество сегментов со сниженным накоплением РФП в покое составило $11,06 \pm 3,56$, SRS – $21,74 \pm 8,5$, ФВ ЛЖ – $50,12 \pm 14,86\%$, **конечно-диастолический объем (КДО) ЛЖ** – $129,61 \pm 54,3$ мл.

У 21 пациента (39,6%) ОФЭКТ миокарда осуществлялась по 2-дневному протоколу. Характеристика этих пациентов представлена в табл. 2.

У 13 пациентов (62%) НП с велоэргометром была положительной, на ЭКГ на максимальной степени нагрузки (средняя мощность $96,52 \pm 9,46$ Вт) регистрировалась депрессия сегмента ST (в среднем $1,63 \pm 0,44$ мм) в отведениях от 3 до 7 (в среднем $4,76 \pm 1,3$ отведения). Общий объем преходящей гипоперфузии у пациентов этой группы составил $11,53 \pm 5,61\%$. При подсчете суммарной балльной оценки получены следующие результаты: SRS – $20,33 \pm 9,09$, SSS – $22,86 \pm 9,46$ ($p < 0,005$), SDS – $2,52 \pm 0,36$. Показатель SSS использовали для стратификации риска коронарных событий; у 86% значение SSS составляло более 12, что указывало на тяжелые нарушения перфузии миокарда и высокий риск коронарных осложнений.

Также была выявлена достоверная динамика изменений ФВ: в покое – $56,52 \pm 10,86\%$, при стресс-тесте – $53,66 \pm 11,70\%$ ($p < 0,05$). Результаты исследова-

ния по 2-дневному протоколу представлены в табл. 3.

Статистически значимые различия между показателями перфузии в покое и при стресс-тесте были выявлены для сегментов 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19 ($p < 0,05$). Не было найдено достоверных различий в показателях ОФЭКТ у пациентов с I и II типами ББИМ: у пациентов с I типом ББИМ SRS – $22,56 \pm 9,2$, SSS – $24,18 \pm 10,9$, SDS – $2,38 \pm 3,8$; в группе ББИМ II типа SRS – $20,84 \pm 8,1$, SSS – $19,64 \pm 8,88$, SDS – $2,83 \pm 4,3$.

При сравнении групп пациентов с наличием и отсутствием **сахарного диабета** (СД) получены следующие данные: в группе больных с СД SRS – $20,76 \pm 8,9$, SSS – $19,25 \pm 6,18$ и SDS – $4,33 \pm 5,2$, в группе пациентов без СД SRS – $22,17 \pm 8,4$, SSS – $22,78 \pm 10,9$ и SDS – $1,8 \pm 3,3$ (по всем индексам различия статистически недостоверны).

При сравнении групп пациентов с наличием и отсутствием **артериальной гипертензии** (АГ) получены следующие данные: у пациентов с АГ SRS – $20,26 \pm 8,7$, SSS – $20,84 \pm 9,5$, SDS – $2,88 \pm 4,5$, у пациентов без АГ SRS – $24,38 \pm 7,5$, SSS – $24,00 \pm 10,55$ и SDS – $1,4 \pm 1,5$ ($p > 0,05$).

Было установлено, что наличие ИМ в анамнезе у пациентов с ББИМ ухудшает показатели перфузии и в покое, и в стрессе: в группе пациентов с ИМ SRS – $25,33 \pm 7,24$, SSS – $27,15 \pm 9,5$, SDS – $3,82 \pm 3,31$; у пациентов без ИМ SRS – $15,18 \pm 6,6$, SSS – $16,23 \pm 6,5$, SDS $2,20 \pm 4,8$ ($p < 0,05$). Среди факторов неблагоприятного прогноза учитывались АГ, СД и ИМ. Наличие перечисленных факторов не влияло на развитие ББИМ: не более чем с 1 фактором – 48% больных, с 2 факторами и более – 52%.

Обсуждение

При ББИМ происходит стресс-индуцированное ухудшение перфузии миокарда. Суммарный стресс-счет, использовавшийся для определения риска

Таблица 3. Результаты ОФЭКТ миокарда

Показатель	REST	STRESS
Количество сегментов со сниженным накоплением РФП	$10,48 \pm 3,56$	$11,69 \pm 3,67^*$
Суммарный счет SRS***, баллы	22 [15; 29]	–
Суммарный счет SSS, баллы	–	22,50 [14,00; 7,75]**
КДО, мл	$107,13 \pm 30,83$	$103,27 \pm 31,70$
ФВ, %	$56,52 \pm 10,86$	$53,66 \pm 11,70^*$

* $p < 0,05$.

** $p < 0,005$.

*** Распределение SRS не является нормальным (однорыборочный критерий Колмогорова–Смирнова – 0,2).

коронарных событий, позволил выявить у 86% пациентов тяжелые нарушения перфузии миокарда и высокий риск коронарных осложнений. Различие в уровне перфузии при перенесенном ИМ обусловлено наличием неперфузируемых рубцовых участков, а степень ухудшения перфузии при физической нагрузке не зависит от наличия или отсутствия постинфарктного кардиосклероза. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что ухудшение перфузии возникает в живом миокарде и не связано с рубцовыми зонами, т.е. не зависит от наличия ИМ в анамнезе. Жизнеспособный миокард одинаково реагирует на физическую нагрузку.

Статистически достоверные изменения в покое и при нагрузке в сегментах 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18 и 19 указывают на левый тип кровообращения у пациентов с ББИМ. Это связано с тем, что физическая нагрузка ухудшает перфузию в боковой стенке ЛЖ и смежных с ней сегментах преимущественно у пациентов с левым типом кровоснабжения, так как отсутствует возможность компенсаторного кровоснабжения из правой КА.

Не было найдено достоверных различий в показателях ОФЭКТ у пациентов с I и II типами ББИМ, и хотя в нашем исследовании не оценивалась клиническая

картина, можно предположить, что ББИМ полностью или сочетание ББИМ и ангинозных приступов не влияет на показатели перфузии, на характер нарушения перфузии, наличие болевого синдрома.

Заключение

У пациентов с ББИМ дефекты перфузии обнаруживаются в покое, а стрессиндуцированное ухудшение перфузии миокарда указывает на тяжелые нарушения кровоснабжения миокарда и высокий риск коронарных осложнений, что соотносится с данными литературы: наличие ББИМ повышает риск внезапной смерти от сердечно-сосудистых причин, нарушений ритма сердца, ИМ, застойной сердечной недостаточности. Наличие у пациентов с

ББИМ СД и АГ не влияло на степень нарушения перфузии. У большинства пациентов с ББИМ левый тип кровообращения. Процессы ухудшения перфузии возникают в живом миокарде и не связаны с рубцовыми зонами, так как независимо от наличия ИМ жизнеспособный миокард одинаково реагирует на физическую нагрузку. Различия в уровне перфузии при перенесенном ИМ связаны с наличием неперфузируемых рубцовых участков, степень ухудшения перфузии при физической нагрузке не зависит от наличия или отсутствия постинфарктного кардиосклероза.

Со списком литературы вы можете ознакомиться на нашем сайте www.atmosphere-ph.ru

Myocardial Perfusion Single-photon Emission Computed Tomography Synchronized with Electrocardiogram in Silent Myocardial Ischemia

A.I. Abdrakhmanova, N.B. Amirov, N.A. Tsybulkin, G.B. Safiullina, A.K. Khusainova, and A.G. Khasanova

Silent myocardial ischemia (SMI) leads to an increased risk of unfavorable cardiovascular events. Abnormalities in regional myocardial contractility and perfusion are the most accurate and early markers of coronary artery disease (CAD). Single-photon emission computed tomography (SPECT) can be used for their identification, allowing risk assessment in patients with established or suspected diagnosis of CAD. In this study, features of myocardial perfusion, left ventricular contractile function and the condition of coronary vascular bed in patients with SMI were examined using SPECT. It was demonstrated that abnormalities of myocardial perfusion can be detected at rest, and its stress-induced deterioration indicates severe impairment of myocardial blood supply and high risk of CAD complications. Co-existence of diabetes mellitus and arterial hypertension in patients with SMI did not affect the degree of perfusion impairment, and blood supply insufficiency occurred in viable myocardium and was not associated with scarring following myocardial infarction.

Key words: silent myocardial ischemia, coronary artery disease, single-photon emission computed tomography.