



ОДНОФОТОННАЯ ЭМИССИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ПРОБАХ С ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ ПРИ БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА

АБДРАХМАНОВА АЛСУ ИЛЬДУСОВНА, ORCID ID: 0000-0003-0769-3682; канд. мед. наук, доцент кафедры внутренних болезней Института фундаментальной Медицины и Биологии ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Россия, 420012, Россия, Казань, ул. Карла Маркса, 74; врач отделения кардиологии ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Россия, 420087, Казань, ул. Карбышева, 12а, e-mail: alsuchaa@mail.ru

ЦИБУЛЬКИН НИКОЛАЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, ORCID ID: 0000-0002-1343-0478; канд. мед. наук, доцент кафедры кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно - сосудистой хирургии, КГМА – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, 420012, Россия, Казань, ул. Бутлерова, 36, e-mail: cardiokgma@mail.ru

АМИРОВ НАИЛЬ БАГАУВИЧ, ORCID ID: 0000-0003-0009-9103; докт. мед. наук, профессор кафедры поликлинической терапии и общей врачебной практики ФГБОУ ВО "Казанский государственный медицинский университет", Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова 49, e-mail: namirov@mail.ru

САЙФУЛЛИНА ГУЗАЛИНА БАРИЕВНА, ORCID ID: 0000-0002-1259-0285; врач лаборатории радиоизотопной диагностики ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», 420087, Россия, Казань, ул. Карбышева, 12а, e-mail: sayfullina_rad@mail.ru

Реферат. Введение. Одним из методов выявления безболевой ишемии миокарда является оценка его перфузии. Для этого высокочувствительным методом считается однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Она является "золотым стандартом" в диагностике преходящей ишемии миокарда, обусловленной как коронарогенными, так и некоронарогенными причинами. Цель исследования – анализ данных однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в покое и после нагрузочной пробы у пациентов с безболевой ишемией миокарда и обычной формы стенокардии. **Материал и методы.** Проанализированы 78 историй болезни пациентов с безболевой и болевой ишемией миокарда. В качестве нагрузочной пробы применялась велоэргометрия. Оценивались динамика перфузии, сократимости и электрокардиографическая картина. Статистическая обработка проведена с использованием параметрических и непараметрических критериев. **Результаты и их обсуждение.** Пациенты с безболевой ишемией миокарда достоверно реже подвергаются коронарному стентированию и коронарному шунтированию по сравнению с группой с типичной стенокардией. Наиболее частой причиной остановки нагрузочной пробы в группе с безболевой ишемией миокарда является депрессия сегмента ST, что происходит в 6 раз чаще, чем у пациентов с обычной формой стенокардии. В группе с безболевой ишемией миокарда снижение сократимости миокарда наблюдается на 20% чаще, в 2,5 раза реже возникают нарушения сердечного ритма по типу желудочковой экстрасистолии, в 3 раза чаще возникает гипертонический тип реакции на физическую нагрузку, чем у пациентов с обычной формой стенокардии. **Выводы.** Однофотонная эмиссионная компьютерная томография с использованием нагрузочных проб позволяет выявить различия у пациентов с безболевой и болевой формой ишемии миокарда.

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

Для ссылки: Однофотонная эмиссионная компьютерная томография в пробах с физической нагрузкой при безболевой ишемии миокарда / А.И. Абдрахманова, Н.А. Цибулькин, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина // Вестник современной клинической медицины. – 2022. – Т.15, вып.4. – С.12-17. DOI: 10.20969/VSKM.2022.15(4).12-17.

SINGLE-PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN EXERCISE TESTS IN PAINLESS MYOCARDIAL ISCHEMIA

ABDRAHMANOVA ALSU I., ORCID ID: 0000-0003-0769-3682; SCOPUS Author ID: 57192296744, C. Med. Sci., associate professor, Department of Internal Diseases, Institute of Biology and Fundamental Medicine of Kazan Federal University, Russia, 420012, Kazan, Karl Marx Str., 74; doctor of Interregional Clinical Diagnostic Center, Russia, 420089, Kazan, Karbyshev Str., 12a; e-mail: alsuchaa@mail.ru

TSIBULKIN NICOLAY A., ORCID ID: 0000-0002-1343-0478; C. Med. Sci., associate professor, Department of cardiology, roentgen-endovascular and cardiovascular surgery, Kazan State Medical Academy – the branch of Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Russia, 420012, Kazan, Butlerov str., 36, e-mail: cardiokgma@mail.ru

AMIROV NAIL B., ORCID ID: 0000-0003-0009-9103; SCOPUS Author ID: 7005357664, D. Med. Sci., Professor, Department General Medical practice, Kazan State Medical University, 420012 Russia, Kazan, Butlerova Str., 49, e-mail: namirov@mail.ru

SAYFULLINA GUZEL B., ORCID ID: 0000-0002-1259-0285; doctor of Interregional Clinical Diagnostic Center, Russia, 420089, Kazan, Karbyshev Str., 12a, e-mail: sayfullina_rad@mail.ru

Abstract. Introduction. In the diagnosis of silent myocardial ischemia, single-photon emission computed tomography is of great importance. One of the methods for detecting silent myocardial ischemia is the assessment of its perfusion. For this, single-photon emission computed tomography is considered to be a highly sensitive method. It is the "gold standard" in the diagnosis of transient myocardial ischemia due to both coronary and non-coronary causes. **Aim.** The aim of the study was to analyze the data of single-photon emission computed tomography at rest and after a stress test in patients with silent myocardial ischemia and the usual form of angina pectoris. **Material and methods.** 78 case histories of patients with silent and ordinary

myocardial ischemia were analyzed. Bicycle ergometry was used as a stress test. The dynamics of perfusion, contractility and electrocardiographic picture were evaluated. Statistical analysis was carried out using parametric and nonparametric criteria. **Results and discussion.** Patients with silent myocardial ischemia are significantly less likely to undergo coronary stenting and coronary bypass grafting compared to the group with typical angina pectoris. The most common reason for stopping the exercise test in the group with silent myocardial ischemia is ST depression, which occurs 6 times more often than in patients with the usual form of angina. In the group with silent myocardial ischemia, a decrease in myocardial contractility is observed 20% more often, 2.5 times less often there are ventricular extrasystole, 3 times more often there is a hypertonic type of reaction to physical activity than in patients with the usual form of angina pectoris. **Conclusion.** Single photon emission computed tomography using stress tests reveals differences in patients with silent and ordinary forms of myocardial ischemia.

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

For reference: Abdrahmanova AI, Tsubulkin NA, Amirov NB, Sayfullina GB. Single-photon emission computed tomography in exercise tests in painless myocardial ischemia. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2022; 15(4):12-17. **DOI:** 10.20969/VSKM.2022.15(4).12-17.

Введение. Безболевая ишемия миокарда (ББИМ) — преходящее ишемическое состояние миокарда, не сопровождающееся приступом стенокардии. Диагноз ББИМ правомочен при регистрации эпизодов подъема или депрессии сегмента ST (с. ST) при проведении электрокардиографии (ЭКГ) (чаще — депрессии), выявлении зон нарушения локальной сократимости миокарда по данным эхокардиографии (ЭХОКГ) или дефектов перфузии по результатам сцинтиграфии миокарда, с высокой вероятностью имеющих ишемическое происхождение, но не сопровождающихся типичным болевым приступом [1, 2].

Для оценки тканевой перфузии миокарда незаменимым остается метод однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОЭКТ), он является “золотым стандартом” в диагностике преходящей ишемии миокарда, обусловленной как коронарогенными, так и некоронарогенными причинами. Многочисленные данные литературы подтверждают диагностическую ценность данного метода при ишемии или некрозе миокарда [3-6]. ЭКГ-синхронизированная сцинтиграфия миокарда имеет возможность выявить характерные изменения перфузии и сократительной функции миокарда на ранних стадиях развития ишемии [7], она имеет высокую чувствительность и специфичность [8].

ОЭКТ может эффективно использоваться для прогнозирования кардиальных событий у больных с коронарной недостаточностью. Для пациентов со снижением перфузии на 10% и более, которое сопровождается снижением сократительной способности характерен высокий риск сердечно-сосудистой смерти: ежегодный риск коронарной смерти до 2% и смерти от всех причин — 3%, тогда как при меньшей степени снижения перфузии — этот риск менее 3% [9,10].

При повреждении миокарда, вызванном его ишемией, происходит ряд патологических процессов: неоднородность перфузии, метаболические нарушения, диастолическая и систолическая дисфункция левого желудочка (ЛЖ), патологическая динамика согласно ЭКГ. Затем появляется типичная клиника стенокардии. Дефект перфузии по данным ОЭКТ является более точным показателем ишемии по сравнению с ЭКГ [11, 12].

Доказано большое значение ОЭКТ во всестороннем анализе состояния и функции сердечной мышцы [13]. Она обнаруживает первые признаки повреждения обмена веществ, перфузии, жизнеспособности миокарда при отсутствии приступа стенокардии у пациента. При ишемии или повреждении миокарда появляются зоны сниженного накопления радиофармацевтических препаратов (РФП) — дефекты перфузии [14]. Синхронизация с ЭКГ позволяет с помощью ОЭКТ оценить движение стенок миокарда в зависимости от фаз сердечного цикла, получить дополнитель-

ную информацию о наличии обратимости дисфункции миокарда и степени ее выраженности. При этом происходит оценка глобальной и локальной сократимости ЛЖ, количественный анализ систолической функции 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% [15-19].

Результаты ОЭКТ, в первую очередь показатели перфузии миокарда, помогают определить прогноз, предполагая локализацию и степень поражения коронарных артерий (КА). Однако более информативны данные, полученные при проведении нагрузочной пробы (НП). Чувствительность и специфичность исследования с НП составляют в среднем 85–90% и 70–75% соответственно [20]. Выявлено, что при возникновении преходящей ишемии миокарда в значениих более 20% от общей площади ЛЖ годовая летальность составляет 6,5%. Появление ишемии у пациентов после перенесенного инфаркта миокарда 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 НП, ее локализацию, преходящую дисфункцию ЛЖ, снижение фракции выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ). Плюсом проведения ОЭКТ по протоколу «покой/нагрузка» является простота выполнения. В тоже время при повторных исследованиях необходимо учитывать лучевую нагрузку [21-23].

Цель исследования: анализ данных ОЭКТ в покое и после проведенной НП у пациентов с ББИМ и обычной формой стенокардии. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи: определить динамику перфузии и сократимости миокарда ЛЖ в покое и после проведения НП, сравнить результаты ОЭКТ в динамике в обеих группах.

Материалы и методы. Исследование ретроспективное, обсервационное, аналитическое, в связи с чем получение одобрения локальным этическим комитетом центра не проводилось.

Объект исследования: медицинские карты стационарных больных, находившихся на стационарном лечении. Критерий включения: проведение ОЭКТ миокарда по двухдневному протоколу (проба в покое и исследование в сочетании с НП). В качестве НП использовалась велоэргометрия. При поступлении все пациенты подписывали информированное согласие. ОЭКТ проводилась на гамма-томографе MILLENIUM MPR (GE Medical Systems), в качестве РФП использовался отечественный кардиотропный препарат на ос-

нове короткоживущего изотопа технеция – ^{99m}Tc -Технетрил. Доза вводимого РФП строго соответствовала существующим рекомендациям и тщательно контролировалась с помощью соответствующего оборудования. При проведении ОЭКТ использовалась 19-сегментная модель ЛЖ, которая применяется в методах лучевой диагностики. Анализ тяжести нарушений перфузии проводился по проценту от максимального захвата в каждом сегменте (покой/нагрузка).

Статистическая обработка произведена на программном обеспечении Microsoft Excel 2019, StatSoft Statistica с использованием параметрических (t-тест) и непараме-

трических (Манн-Уитни, Фишера) критериев. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Проведен анализ историй болезни 78 пациентов. По наличию ББИМ все пациенты были разделены на 2 группы, характеристика пациентов представлена в таблице 1. Не было найдено достоверных различий в группах по возрасту, полу, сопутствующим заболеваниям. Достоверная разница выявлена по частоте проведенного коронарного шунтирования и стентирования в группах (в группе ББИМ у 23,7% пациентов, в группе с обычной формой стенокардии – у 65% пациентов).

Таблица 1

Характеристика пациентов, включенных в исследование

Table 1

Characteristics of patients included in the study

Показатели	Группа ББИМ (n = 38)	Группа с обычной формой стенокардии (n = 40)
средний возраст	56,3 (SD = 10,8)	60,49 (SD = 7,4)
пол (муж. / жен.)	34 / 4 (89,5/10,5%)	34/6 (85,0/15,0%)
артериальная гипертония	33 (86,8%)	35 (87,5%)
постинфарктный кардиосклероз	27 (71,0%)	26 (65,0%)
нарушение ритма сердца	22 (57,9%)	28 (70,0%)
сахарный диабет	11 (28,9%)	10 (25,0%)
коронарное шунтирование, стентирование	9 (23,7%)	26 (65,0%)*

* $p < 0,05$

В группе с обычной формой стенокардии преобладание пациентов, которым проведено коронарное шунтирование или стентирование, можно объяснить тем, что пациенты ББИМ за счет отсутствия болевого синдрома не поступали в стационар с острым коронарным синдромом, с гемодинамическими нарушениями, в связи с чем реже проводились чрескожное коронарное вмешательство с последующим стентированием и коронарное шунтирование. Не обнаружена связь частоты проведенных коронарного стентирования и шунтирования со степенью поражения КА при сравнении данных коронароангиографии (уровня, степени поражения коронарных артерий) в обеих группах.

Проведен анализ причин остановки НП в обеих группах, основными причинами явились: динамика по ЭКГ (депрессия с. ST) 1 мм и более в 2-х и более отведениях, гипертонический тип реакции на физическую нагрузку (ФН), достижение субмаксимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), клинические проявления (приступ стенокардии) (таблица 2).

Таблица 2

Причины остановки нагрузочной пробы

Table 2

Reasons for stopping the stress test

Причина	Группа ББИМ (n=38)	Группа с обычной формой стенокардии (n=40)
Депрессия с. ST	19	3*
Гипертонический тип реакции	3	1
Субмаксимальная ЧСС	8	4
Клинические проявления	8	32*

* $p < 0,05$

В группе ББИМ в 6 раз чаще, чем в группе с обычной формой стенокардии, причиной остановки НП была депрессия с. ST ($p < 0,05$). Возникновение клинических проявлений (приступ стенокардии), как причина остановки пробы, в группе с обычной формой стенокардии было в 4 раза чаще ($p < 0,05$).

При сравнении уровня ФН, на который была остановлена НП в обеих группах: группа ББИМ (возникновение динамики с. ST) и группа с обычной формой стенокардии (возникновение боли) достоверных различий не обнаружено. Исследование останавливается при обычном течении ишемической болезни сердца за счет раннего развития клиники стенокардии, при этом нагрузка не успевает достичь уровня, вызывающего нарушение электрической функции. Уровень НП в обеих группах одинаковый, но у пациентов в группе ББИМ раньше страдает электрическая функция, связанная с с. ST. У пациентов с ББИМ имеется не снижение толерантности к ФН, а иной тип реагирования на нее. Болевой синдром не возникает, вместо этого при той же нагрузке возникают электрические изменения. Вероятно, причина не в том, что пациенты не чувствуют боли, а в том, что у них раньше нарушается электрическая функция.

При сравнении в группах ББИМ и с обычной формой стенокардии ФВ ЛЖ и конечно-диастолического объема ЛЖ (КДО ЛЖ) максимальной достигнутой ЧСС не было обнаружено достоверных различий, в обеих группах выявлено (в среднем) снижение ФВ и КДО ЛЖ, динамика этих показателей так же не достоверна. Следовательно, выявленные особенности энергетического метаболизма не связаны с изменениями общей структуры и сократимости ЛЖ как целого.

При анализе в обеих группах динамики показателей в покое и на фоне НП были получены следующие

результаты (таблица 3). В обеих группах был проведен анализ частоты возникновения депрессии с. ST (в независимости от степени депрессии), динамики перфузии и сократимости, частоты возникновения нарушения ритма на фоне проведения НП (обеих группах возникли нарушения ритма по типу желудочковой экстрасистолии (ЖЭ)).

Таблица 3

Динамика покой/нагрузка
показателей ОЭКТ в группах

Table 3

Dynamics of SPECT indicators for rest
and exercise in groups

Показатель	Группа ББИМ (n=38)	Группа с обычной формой стенокардии (n=40)
Динамика ЭКГ (депрессия сегмента ST)	24	13*
Перфузия (снижение/ рост перфузии)	35	32
Сократимость (снижение сократимости)	33	27*
Наличие нарушений ритма сердца (ЖЭ)	7	20*

*p < 0,05

Динамика с. ST во время проведения НП обнаружена у 25 пациентов из 38 (65,8%) в группе ББИМ и у 13 пациентов из 40 (32,5%) в группе с обычной формой стенокардии (p<0,05). Достоверно более высокая частота возникновения динамики с. ST на фоне НП в группе ББИМ может быть связана с тем, что в связи с отсутствием клиники стенокардии проба не была остановлена на меньших ступенях нагрузки, когда ЭКГ динамики еще не происходило.

При проведении НП говорится о динамике по данным ЭКГ, т.е. о самом факте ишемии миокарда, а не о ее локализации, несмотря на то, что считается, что левые грудные отведения по ЭКГ – это боковая стенка, а отведения III, AVF – нижняя. Проведенное деление на подгруппы по отведениям, в которых на фоне НП появилась отрицательная динамика с. ST (Нижний (отведения II, III, aVF) у 2 пациентов группы ББИМ, Левый (отведения II, V3-6) 13 пациентов группы ББИМ и 4 пациентов с обычной формой стенокардии, смешанный (отведения II, III, aVF, V3-6 у 10 пациентов группы ББИМ и 9 пациентов группы с обычной формой стенокардии) при их сравнении не показало достоверной разницы. Даже при включении пациентов с динамикой с. ST в смешанную группу достоверной разницы не было обнаружено. Несмотря на более частое появление ишемических изменений на ЭКГ локализация этих изменений не различалась, таким образом, пациенты с ББИМ не могут быть выявлены по локализации изменений сегмента ST при нагрузочной пробе.

При анализе данных ОЭКТ выявлена динамика перфузии (снижение или рост) на фоне НП у 35 (92,1%) из 38 пациентов группы ББИМ и у 32 (80%) из 40 пациентов группы с обычной формой стенокардии, при сравнении динамики перфузии между группами не получена достоверная разница. Отсутствие разницы в частоте нарушений перфузии указывает на то,

что интенсивность нагрузки была равной в обеих группах и в равной степени приводила к физиологическим нарушениям, связанным с вызванной ишемией.

Снижение сократимости миокарда (по ОЭКТ) на фоне НП чаще в группе ББИМ (обнаружено среднее снижение по всем 19 сегментам) по сравнению с группой с обычной формой стенокардии (в 2 (10,5%) из 19 сегментов) и оно было достоверным (p < 0,05). Можно предположить, что более раннее нарушение электрической функции при ББИМ приводит к более частому нарушению сократимости в этой группе.

На фоне НП в группе с обычной формой стенокардии достоверно чаще возникали ЖЭ (у 50% пациентов этой группы) (p<0,005). Можно предположить, что механическая и электрическая функции напрямую не связаны, так как частое снижение сократимости ЛЖ в группе ББИМ не привело к увеличению ЖЭ. Более раннее нарушение электрической функции в следствии ишемии не приводило к проаритмическому эффекту, эти два электрических свойства не прямо связаны друг с другом.

У пациентов обеих групп был проведен анализ гипертрофии ЛЖ (ГЛЖ), разделяя их на подгруппы по индексу массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ), полученным с помощью ЭХОКГ (у пациентов у которых этот показатель был определен). Пациенты были разделены на группы с ИММЛЖ до 115 и 115 г/м² и более (таблица 4).

Таблица 4

Индекс массы миокарда
левого желудочка

Table 4

Left ventricular myocardial
mass index

	больше 115 г/м ²	115 г/м ² и менее
Группа ББИМ	10 (41,7%)	14 (58,3%)
Группа с обычной формой стенокардии	9 (25,7%)	26 (74,3%)

Достоверной разницы в группах при сравнении не было выявлено. Гипертрофия является универсальным механизмом и не приводит к изменению характера реагирования на ишемию (безболевой или болевой).

В обеих группах пациенты были разделены в зависимости от степени реакции АД на физическую нагрузку – по уровню систолического АД (САД) на момент прекращения пробы с физической нагрузкой. (таблица 5). Деление на группы по уровню САД на момент прекращения пробы с физ. нагрузки позволило выделить подгруппы с САД до 160 мм рт. ст., в которую вошло 6 пациентов ББИМ и 10 пациентов с обычной формой стенокардии, подгруппу с САД от 160 до 199 мм. рт. ст. – состоящую из 21 пациента ББИМ и 26 пациентов с обычной формой стенокардии, подгруппу с САД 200 мм рт. ст. и более составили 11 пациентов ББИМ и 4 пациента с обычной формой стенокардии. Для удобства увеличения возможности получения достоверной разницы проведено деление на подгруппу САД до 199 мм. рт. ст. и САД 200 и более мм рт. ст.: соответственно в первой было 27 пациентов ББИМ и 36 пациентов с обычной формой стенокардии, во второй – 11 пациентов ББИМ и 4 пациентов с обычной формой стенокардии.

Таблица 5.

Уровень АД на нагрузке

Table 5.

The level of blood pressure on exercise

Уровень АД	Группа ББИМ (n=38)	Группа с обычной формой стенокардии (n=40)
До 199 мм рт. ст.	27 (71%)	36 (90%)*
200 и более мм рт. ст.	11 (29%)	4 (10%)*

*p<0,05

У пациентов группы ББИМ чаще возникал гипертонический тип реакции на нагрузку (p < 0,05). Пациенты с ББИМ при нагрузочной пробе чаще создают САД выше 200 мм рт. ст., тогда как в группе контроля чаще давление не превышает 200 мм рт. ст. – т.е. склонность у ББИМ к гипертоническим реакциям при ФН. Поддержания гемодинамики при ББИМ происходит за счет сосудистого тонуса, в связи с выключением сегментов, гемодинамика поддерживается за счет тонуса сосудов.

Выводы. Пациенты с ББИМ достоверно реже (в 2,5 раза) подвергаются коронарному стентированию и коронарному шунтированию по сравнению с пациентами с обычной формой стенокардии.

У пациентов ББИМ наиболее частой причиной остановки ОЭКТ с НП является выявление ишемических изменений по ЭКГ в виде депрессии с. ST, что происходит в 6 раз чаще, чем у пациентов с обычной формой стенокардии.

При ББИМ во время проведения НП ишемических изменений по ЭКГ в виде депрессии с. ST обнаруживается в 2 раза чаще по сравнению с пациентами с обычной формой стенокардии.

В группе ББИМ снижение сократимости миокарда (по ОЭКТ) на фоне НП наблюдается на 20% чаще, по сравнению с пациентами с обычной формой стенокардии.

У пациентов с ББИМ на фоне НП в 2,5 раза чаще возникают нарушения сердечного ритма по типу ЖЭ, по сравнению с пациентами с обычной формой стенокардии.

У пациентов группы ББИМ в 3 раза чаще возникает гипертонический тип реакции на физическую нагрузку, чем у пациентов с обычной формой стенокардии.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

Литература / References.

- Cohn PF, Fox KM, Daily C. Silent Myocardial Ischemia. *Circulation*. 2003; 108: 1263–1277. DOI: 10.1161/01.CIR.0000088001.59265
- Hollenberg NK. Controversies in cardiovascular care: silent myocardial ischemia. *Complicat Card Patient*. 1987; 1 (2): 24–30.
- Dong W, Wang Q, Gu S, et al. Cardiac hybrid SPECT/CTA imaging to detect «functionally relevant coronary artery lesion»: a potential gatekeeper for coronary

revascularization? *Ann. Nucl. Med.* 2014; 2 (28): 88–93. DOI: 10.1007/s12149-013-0790-9

- Кузнецов В.А., Ярославская Е.И., Горбатенко Е.А. Прединдикторы гемодинамически значимых коронарных стенозов у пациентов с нарушениями миокардиальной перфузии по данным однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда // *Клин. Мед.* – 2012. – Т. 7. – С. 25–30. [Kuznecov VA, Yaroslavskaya EI, Gorbatenko EA. Prediktory gemodinamicheski znachimyh koronarnyh stenozov u pacientov s narusheniyami miokardial'noj perfuzii po dannym odnofotonnoj emissiojnoj komp'yuternoj tomografii miokarda [Predictors of hemodynamically significant coronary stenoses in patients with impaired myocardial perfusion according to single photon emission computed tomography of the myocardium]. *Klinicheskaya medicina [Clinical medicine]*. 2012; 7: 25–30. (In Russ.)].
- Ogino Y, Horiguchi Y, Ueda T, et al. A myocardial perfusion imaging system using a multifocal collimator for detecting coronary artery disease: validation with invasive coronary angiography. *Ann. Nucl. Med.* 2015; 4 (29): 366–370. DOI: 10.1007/s12149-015-0955-9
- Сергиенко В. Б., Аншелес А. А., Шульгин Д. Н. и др. Перфузионная скintiграфия и ОЭКТ миокарда // *Кардиологический вестник*.— 2015.— Т. 2.— С. 6–21. [Sergienko VB, Ansheles AA, Shul'gin DN, et al. Perfuzionnaya scintigrifiya i OEKT miokarda [Perfusion scintigraphy and myocardial SPECT]. *Kardiologicheskij vestnik [Cardiology Bulletin]*. 2015; 2: 6–21. (In Russ.)].
- Thai JN, Abidov A, Jie T, et al. Nuclear Myocardial Perfusion Imaging versus Stress Echocardiography in the Preoperative Evaluation of Patients for Kidney Transplantation. *J. Nucl. Med. Technol.* 2015; 3(43): 201–205. DOI: 10.2967/jnmt.115.159400
- Miller TD, Askew JW, Anavekar NS. Noninvasive Stress Testing for Coronary Artery Disease. *Heart Fail. Clin.* 2016; 1(12): 65–82. DOI: 10.1016/j.hfc.2015.08.006
- Миронов В.А., Сироткина О.А. Рекомендации по реваскуляризации миокарда Европейского Общества кардиологов, Европейской Ассоциации сердечно-сосудистых хирургов, Европейской Ассоциации интервенционных кардиологов 2014 года (адаптированный перевод). Часть 1. Вестник Челябинской областной клинической больницы. 2014; 4 (27): 72–78. Mironov VA, Sirotkina OA. Rekomendacii po revaskulyarizacii miokarda Evropejskogo Obshchestva kardiologov, Evropejskoj Associacii serdechno-sosudistyh hirurgov, Evropejskoj Associacii intervencionnyh kardiologov 2014 goda [Recommendations for myocardial revascularization of the European Society of Cardiology, the European Association of Cardiovascular Surgeons, the European Association of Interventional Cardiologists 2014]. *Vestnik Chelyabinskoy oblastnoj klinicheskoy bol'nicy [Bulletin of the Chelyabinsk Regional Clinical Hospital]*. 2014; 4 (27): 72–78. (In Russ.)].
- Ahlman MA, Nietert PJ, Wahlquist AE, et al. A single CT for attenuation correction of both rest and stress SPECT myocardial perfusion imaging: a retrospective feasibility study. *J. Clin. Exp. Med.* 2014; 7 (1): 148–155.
- Патеев 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: научно - практический терапевтический журнал*. – 2015. – Т. 45, вып. 5. – С. 33–37. [Pateyuk IV, Mitkovskaya NP, Terekhov VI, 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 [Single photon emission computed tomography and coronary calcium screening in the diagnosis of myocardial ischemia and risk stratification in patients with asymptomatic ST segment depression]. *General medicine [Medical business]*. 2015; 45 (5): 33-37. (In Russ.).
12. Абдрахманова А.И., Сайфуллина Г.Б., Амиров Н.Б. Место перфузионной сцинтиграфии миокарда в диагностике синдрома такоцубо // *Российский кардиологический журнал*. – 2018. – №12. – С. 125–130. [Abdrakhmanova AI, Sayfullina GB, Amirov NB. The place of myocardial perfusion scintigraphy in the diagnosis of takotsubo syndrome [Place of myocardial perfusion scintigraphy in the diagnosis of takotsubo syndrome]. *Russian journal of cardiology [Russian Journal of Cardiology]*. 2018; 12: 125-130 (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2018-12-125-130
 13. 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. – С. 10–16. [Ansheles AA, Shulgin DN, Solomyany VV, 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 [Comparison of the results of stress tests, data of single-photon emission computed tomography and coronary angiography in patients with coronary heart disease]. *Cardiological Bulletin [Cardiology Bulletin]*. 2012; 2: 10-16.(In Russ.).
 14. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020; 41(3):407-477. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425
 15. 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. – С. 113-122. [Ryzhkova DV, Salakhova AR. 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 [Technical foundations and clinical application of positron emission tomography for assessing myocardial perfusion as an independent procedure and as part of hybrid systems]. *Translational medicine [Translational medicine]*. 2015; 5: 113-122 (In Russ.). DOI: 10.18705/2311-4495-2015-0-5-113-122
 16. Bourque JM, Patel CA, Ali MM, 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. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000259
 17. Spitzer E, Ren B, Zijlstra F, Miegheem NMV, et al. The Role of Automated 3D Echocardiography for Left Ventricular Ejection Fraction Assessment. *Card Fail Rev*. 2017;3(2):97-101. DOI: 10.15420/cfr.2017.14.1
 18. Труфанов Г.Е., Декан В.С., Романов Г.Г. и др. Перфузионная сцинтиграфия миокарда. – СПб.: Элби, 2012. – 80 с. [Trufanov GE, Dekan VS, Romanov GG, et al. Perfusion scintigraphy of the myocardium [Myocardial perfusion scintigraphy]. SPb.: Elby, 2012; 80 p. (In Russ.).
 19. Abdrakhmanova AI, Oslopova JV, Esin OR, et al. Main metod of diagnosis of silent myocardial ischemia. *International Journal of Pharmacy and Technology IJPT*. 2016; 4(8): 24400–24406.
 20. Митьковская Н.П., Патеюк И.В., Статкевич Т.В. и др. Безболевая ишемия миокарда у пациентов с метаболическим синдромом: стратификация кардиоваскулярного риска // *Новости медико-биологических наук*. – 2015. – № 3. – С. 39- 42. [Mitkovskaya NP, Pateyuk IV, Statkevich TV, et al. Painless myocardial ischemia in patients with metabolic syndrome: stratification of cardiovascular risk [Painless myocardial ischemia in patients with metabolic syndrome: stratification of cardiovascular risk]. *Biomedical Science News [Life Sciences News]*. 2015; 3: 39-42. (In Russ.).
 21. Яковлев В. М., Мартынов А. И., Ягода А. В. Клинико-визуальная диагностика безболевого ишемии миокарда. – Ставрополь: Ставрополье, 2012. – 214 с. [Yakovlev VM, Martynov AI, Yagoda AV. Clinical and visual diagnostics of painless myocardial ischemia [Clinical and visual diagnostics of painless myocardial ischemia]. Stavropol: Stavropol. 2012; 214 p. (In Russ.).
 22. Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б., Цибулькин Н.А. Применение перфузионной томосцинтиграфии миокарда при безболевого ишемии миокарда (обзор литературы) // *Архив внутренней медицины*. – 2020. – Т. 5, вып. 5. — С. 340-347. [Abdrakhmanova AI, Amirov NB, Tsibulkin NA. The use of myocardial perfusion tomoscintigraphy in painless myocardial ischemia (literature review) [The use of myocardial perfusion tomoscintigraphy in painless myocardial ischemia (literature review)]. *Archive of Internal Medicine [Archives of Internal Medicine]*. 2020; 10 (5): 340-347. (In Russ.). DOI: 10.20514/2226-6704-2020-10-5-340-347
 23. 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. — С. 25-30. [Kuznetsov VA, Yaroslavskaya EI, Gorbatenko EA. Predictors of hemodynamically significant coronary stenoses in patients with myocardial perfusion disorders according to single-photon emission computed tomography of the myocardium [Predictors of hemodynamically significant coronary stenoses in patients with impaired myocardial perfusion according to single photon emission computed tomography of the myocardium]. *Clinical medicine [Clinical medicine]*. 2012; 7: 25-30. (In Russ.). DOI: 15829/1560-4071-2015-12-14-19