

Двухмерная speckle tracking эхокардиография и перфузионная компьютерная томография миокарда: современные возможности ранней визуализации бессимптомных пациентов с миокардиальными "мостиками"

Мирзоев Н.Т.¹, Шуленин К.С.², Кутелев Г.Г.², Тедеев Т.Г.², Черкашин Д.В.², Иванов В.В.²

Цель. Оценить эффективность применения глобальной продольной пиковой деформации левого желудочка (ЛЖ) и возможности перфузионной компьютерной томографии (КТ-перфузии) миокарда для ранней диагностики бессимптомных пациентов с миокардиальными "мостиками" (ММ).

Материал и методы. Были обследованы 40 пациентов (20 с бессимптомными ММ в области передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) и 20 без ММ) в Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова в период с 2021 по 2023гг. Пациенты были поделены на 2 равные группы, состоящие из 20 человек (10 с ММ — основная группа и 10 без ММ — группа сравнения), одной из которых выполнялась speckle tracking эхокардиография (СТ-ЭхоКГ), а другой — КТ-перфузия миокарда, проводимая в условиях фармакологического стресса (аденозинтрифосфат 160 мг/кг). Оценка результатов осуществлялась в соответствии с 17-сегментарной классификацией ЛЖ, предложенной American Heart Association (2002г).

Результаты. При проведении СТ-ЭхоКГ у 5 (50%) пациентов с ММ отмечалось снижение локальной деформации в сегментах ЛЖ, кровоснабжение которых происходит из ПМЖА и ее ветвей, тогда как в группе сравнения — 1 (10%) ($\chi^2=5$; $p=0,025$). При оценке глобальной продольной пиковой деформации (GLPS) было выявлено статистически значимое различие среди исследуемых групп, составив $-20,9\pm1,5\%$ у пациентов с ММ и $-22,1\pm0,9\%$ без ММ ($p=0,04$). С помощью ROC-анализа была рассчитана эффективность GLPS в прогнозировании наличия бессимптомных ММ: AUC=0,93 (95% доверительный интервал: 0,819-1,0; $p=0,001$), точка отсечения составила $-20,55\%$ (чувствительность 80%, специфичность 100%). По данным КТ-перфузии миокарда нарушение кровоснабжения миокарда в группе бессимптомных пациентов с ММ отмечены в 6 (60%) случаях, а в группе сравнения — 2 (20%) ($\chi^2=9,8$; $p=0,002$).

Заключение. Визуализация начальных изменений ЛЖ по данным двухмерной СТ-ЭхоКГ и выявление нарушений коронарного кровообращения по данным КТ-перфузии миокарда у бессимптомных пациентов с ММ позволяет своевременно заподозрить наличие интрамиокардиального хода коронарной артерии, решить вопрос о дальнейшей тактике ведения и провести раннюю профилактику возможных сердечно-сосудистых осложнений.

Ключевые слова: миокардиальный "мостик", аномалия развития, компьютерная томография, перфузия миокарда, эхокардиография, speckle tracking.

Отношения и деятельность: нет.

¹ФГКУ 1469 Военно-морской клинический госпиталь Минобороны России, Североморск; ²ФГБВОУ ВО Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия.

Мирзоев Н.Т.* — врач-специалист (терапевт) корабельной группы, ORCID: 0000-0002-9232-6459, Шуленин К.С. — д.м.н., доцент, заместитель начальника кафедры военно-морской терапии, ORCID: 0000-0002-3141-7111, Кутелев Г.Г. — д.м.н., старший преподаватель кафедры военно-морской терапии, ORCID: 0000-0002-6489-9938, Тедеев Т.Г. — слушатель ординатуры по специальности "Терапия", ORCID: 0000-0002-0693-183X, Черкашин Д.В. — д.м.н., профессор, начальник кафедры военно-морской терапии, ORCID: 0000-0003-1363-6860, Иванов В.В. — к.м.н., начальник пульмонологического отделения 1-й клиники (терапии усовершенствования врачей), ORCID: 0000-0003-2310-4518.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

mirsoev@mail.ru

КА — коронарная артерия, КТ-перфузия миокарда — перфузионная компьютерная томография миокарда, ЛЖ — левый желудочек, ММ — миокардиальный "мостик", ПМЖА — передняя межжелудочковая артерия, СТ-ЭхоКГ — speckle tracking эхокардиография, ЭхоКГ — эхокардиография, GLPS — глобальная продольная пиковая деформация.

Рукопись получена 04.04.2024

Рецензия получена 22.04.2024

Принята к публикации 15.05.2024



Для цитирования: Мирзоев Н.Т., Шуленин К.С., Кутелев Г.Г., Тедеев Т.Г., Черкашин Д.В., Иванов В.В. Двухмерная speckle tracking эхокардиография и перфузионная компьютерная томография миокарда: современные возможности ранней визуализации бессимптомных пациентов с миокардиальными "мостиками". *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(7):5889. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5889. EDN MGJZFL 

Two-dimensional speckle tracking echocardiography and stress computed tomography myocardial perfusion: potential for early imaging of asymptomatic patients with myocardial bridges

Mirzoev N. T.¹, Shulenin K. S.², Kutelev G. G.², Tedelev T. G.², Cherkashin D. V.², Ivanov V. V.²

Aim. To evaluate the effectiveness of left ventricular (LV) peak global longitudinal strain and potential of computed tomography myocardial perfusion (CT perfusion) for the early diagnosis of asymptomatic patients with myocardial bridges (MBs).

Material and methods. Forty patients were examined (20 with asymptomatic MBs in the area of the left anterior descending (LAD) artery and 20 without MBs) at the S. M. Kirov Military Medical Academy in the period from 2021 to 2023. The patients were divided into 2 equal groups consisting of 20 people (10 with MBs — the main group; 10 without MBs — the comparison group), one of which underwent speckle tracking echocardiography (STE), and the other — stress CT perfusion performed (adenosine triphosphate 160 mg/kg). The results were assessed in accordance with the 17-segment classification of LV proposed by the American Heart Association (2002).

Results. When performing STE, 5 (50%) patients with MBs showed a decrease in LV local strain in the segments, the blood supply of which comes from the LAD artery and its branches, while in the comparison group — 1 (10%) ($\chi^2=5$; $p=0,025$). When assessing the global longitudinal peak strain (GLPS), a significant difference was revealed among the study groups, amounting to $-20,9\pm1,5\%$ in patients with MBs and $-22,1\pm0,9\%$ in those without MBs ($p=0,04$). Using ROC analysis, the effectiveness of GLPS in prediction of asymptomatic MBs was calculated as follows: AUC=0,93 (95% confidence interval: 0,819-1,0; $p=0,001$), the cut-off point — $-20,55\%$ (sensitivity 80%, specificity 100%). According to CT perfusion data, impaired myocardial blood supply in the group of asymptomatic patients with MBs was noted in 6 (60%) cases, and in the comparison group — 2 (20%) ($\chi^2=9,8$; $p=0,002$).

Conclusion. Imaging of initial LV changes according to two-dimensional STE and detection of coronary circulatory disorders according to CT myocardial perfusion in asymptomatic patients with MBs makes it possible to timely suspect intramyocardial course of the coronary artery, as well as to consider further management tactics and carry out early prevention of possible cardiovascular events.

Keywords: myocardial bridge, developmental anomaly, computed tomography, myocardial perfusion, echocardiography, speckle tracking.

Relationships and Activities: none.

¹Clinical Navy Hospital № 1469, Severomorsk; ²S. M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia.

Mirzoev N. T.* ORCID: 0000-0002-9232-6459, Shulenin K. S. ORCID: 0000-0002-3141-7111, Kutelev G. G. ORCID: 0000-0002-6489-9938, Tedelev T. G.

ORCID: 0000-0002-0693-183X, Cherkashin D. V. ORCID: 0000-0003-1363-6860, Ivanov V. V. ORCID: 0000-0003-2310-4518.

*Corresponding author:
mirsoev@mail.ru

Received: 04.04.2024 **Revision Received:** 22.04.2024 **Accepted:** 15.05.2024

For citation: Mirzoev N. T., Shulenin K. S., Kutelev G. G., Tedelev T. G., Cherkashin D. V., Ivanov V. V. Two-dimensional speckle tracking echocardiography and stress computed tomography myocardial perfusion: potential for early imaging of asymptomatic patients with myocardial bridges. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(7):5889. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5889. EDN MGJZFL 

Ключевые моменты

- Наличие миокардиальных "мостиков" может ассоциироваться с серьёзными сердечно-сосудистыми осложнениями.
- Глобальная продольная пиковая деформация левого желудочка, измеренная при двухмерной speckle tracking эхокардиографии, продемонстрировала высокую информативность в прогнозировании наличия миокардиальных "мостиков", если данный показатель составляет -20,55% и менее отрицательное значение.
- Перфузионная компьютерная томография миокарда позволяет выявлять дефекты коронарного кровообращения у бессимптомных пациентов с миокардиальными "мостиками" на ранних этапах.

Key messages

- Myocardial bridges may be associated with serious cardiovascular events.
- Left ventricular peak global longitudinal strain of -20,55% or less negative, measured with two-dimensional speckle tracking echocardiography, has demonstrated high informative value in predicting myocardial bridges.
- Computed tomography myocardial perfusion makes it possible to detect coronary circulatory defects in asymptomatic patients with myocardial bridges at an early stage.

Коронарные артерии (КА) обычно располагаются между перикардом и эпикардом. Миокардиальные волокна, покрывающие участок КА, называются миокардиальным "мостиком" (ММ), а ее интрамиокардиальная часть — туннельным сегментом [1]. Предполагается, что ММ присутствуют примерно у каждого третьего человека в мире, а частота ММ в общей популяции колеблется от 5 до 40% [2]. Исследования анатомического расположения ММ показывают, что наиболее часто данная аномалия КА располагается в области передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) с частотой до 98% и преимущественной локализацией в ее среднем сегменте [3, 4].

Показана связь ММ в развитии атеросклероза с преобладающей локализацией процесса в проксимальных от интрамиокардиального хода сегментах КА [5]. Большинство ММ ассоциировано с бессимптомным течением. Однако имеется ряд публикаций, описывающих осложненное течение ММ в виде по-

явления симптомов ишемии миокарда, нарушений сердечного ритма и проводимости, а также случаями внезапной сердечной смерти [6-8].

На сегодняшний день наиболее распространенными методами визуализации ММ продолжают оставаться коронарография, позволяющая визуализировать лишь 2-6% случаев ММ, и компьютерная томографическая (КТ) коронарография, по результатам которой частота выявления интрамиокардиального хода КА достигает 19-23% [3, 9]. Недавно начали внедряться новые подходы в диагностике пациентов с ММ, среди которых можно выделить speckle tracking эхокардиографию (СТ-ЭхоКГ), позволяющую на ранних (доклинических) этапах выявлять снижения как локальной, так и глобальной продольной пиковой деформации (GLPS) левого желудочка (ЛЖ), а также стресс КТ-перфузию миокарда, по результатам которой могут определяться дефекты кровоснабжения миокарда в зависимости от анатомического расположения интрамиокардиального хода КА [10-12].

Цель: оценить эффективность применения GLPS ЛЖ и возможности КТ-перфузии миокарда для ранней диагностики бессимптомных пациентов с ММ.

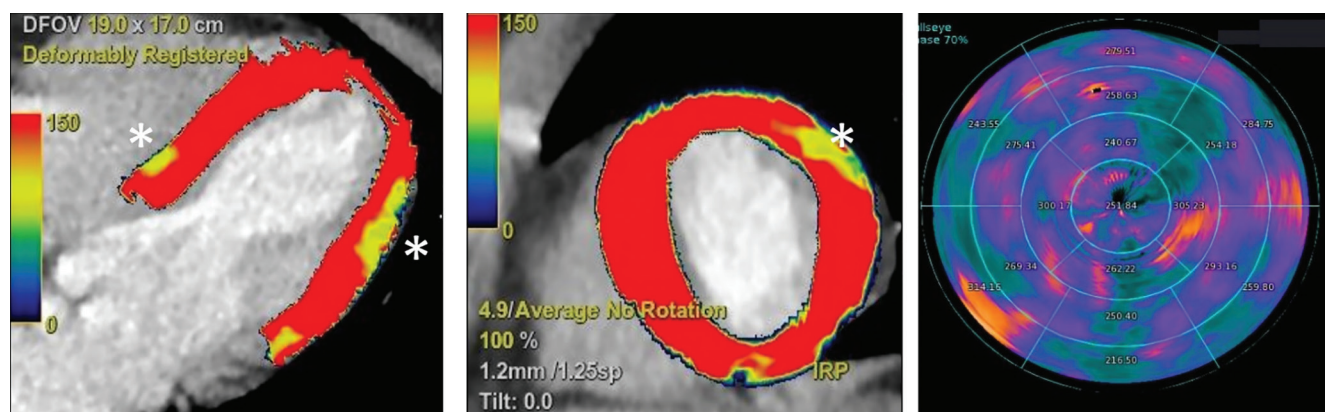


Рис. 1. Перфузионная КТ миокарда пациента с бессимптомным ММ в ПМЖА: отмечается снижение перфузии миокарда в среднем переднем и переднем верхушечном сегментах ЛЖ (указаны звездочками).

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

Материал и методы

Были обследованы 40 пациентов (20 с бессимптомными ММ в области ПМЖА и 20 — без ММ), ранее проходивших обследование и лечение в Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова в период с 2011 по 2021 гг, у которых интрамиокардиальный ход КА был диагностирован с помощью КТ-коронарографии. В течение 2021–2023 гг отобранные для проспективного исследования пациенты приглашались на повторное обследование методом телефонного звонка и были поделены на 2 равные группы, состоящие из 20 человек (10 с ММ — основная группа и 10 без ММ — группа сравнения), одной из которых выполнялась СТ-ЭхоКГ, а другой — стресс КТ-перфузия миокарда. Основными критериями включения в исследование пациентов основной группы (с ММ) были возраст не старше 60 лет, наличие бессимптомных ММ в области ПМЖА, отсутствие в анамнезе шунтирующих КА операций и/или чрескожного коронарного вмешательства, а также относительных и/или абсолютных противопоказаний к проведению нагрузочных проб. Группа сравнения (без ММ) по критериям отбора соответствовала основной. Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Всеми пациентами было подписано информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Стресс КТ-перфузия миокарда проводилась с целью определения дефектов коронарного кровообращения у бессимптомных пациентов с ММ. Исследование выполнялось на томографе Revolution CT (128 срезов, "General Electric", США) с постоянной электрокардиографической синхронизацией и мониторингом артериального давления. У всех пациентов на момент проведения исследования отсутствовали противопоказания в виде анафилактических реакций на йодсодержащие контрастные вещества и приме-

нения β -адреноблокаторов. Скорость клубочковой фильтрации, рассчитанная по формуле Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration, на момент исследования составляла >60 мл/мин/1,73 м². Протокол исследования включал два этапа: фазы нагрузки с введением аденозинтрифосфата (160 мг/кг) и йодного контрастного препарата "Омнипак" (350 мг — 50 мл) и фазы покоя, которая проводилась через 15 мин с выполнением КТ-коронарографии. Выявленные дефекты перфузии, частично или полностью обратимые в покое, интерпретировались как преходящая ишемия, а в случае визуализации дефекта перфузии в покое — зоны некроза [13].

Основные показатели сердца изучались по данным трансторакальной ЭхоКГ при помощи ультразвукового аппарата экспертного класса Vivid S70 ("General Electric", США), включая проведение двухмерной СТ-ЭхоКГ и оценку диастолической функции ЛЖ. Протокол исследования включал основные положения консенсуса экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (2021 г) [14].

Топическая оценка результатов стресс КТ-перфузии миокарда и СТ-ЭхоКГ осуществлялась в соответствии с 17-сегментарной классификацией ЛЖ, предложенной American Heart Association (2002 г) [15].

Статистический анализ. Статистический анализ проводился в программе SPSS Statistics version 23.0 ("International Business Machines Corporation", США). Нормальность распределения переменных определялась с помощью критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При нормальном распределении непрерывные переменные представлялись как среднее значение и стандартное отклонение ($M \pm SD$), а при его отсутствии — медианы с указанием интерквартильного интервала (Me ($Q_{25\%}$; $Q_{75\%}$)). Категориальные данные представлялись как частоты и проценты. Сравнение между группами по количе-

Таблица 1

Результаты КТ перфузии миокарда у бессимптомных пациентов с ММ и группы сравнения

Показатель, единица измерения	Пациенты с ММ	Группа сравнения	p-значение
Средний возраст, лет, M±SD	45,6±8,7	49,1±6,6	NS
Гипоперфузия миокарда, n (%)	6 (60)	2 (20)	0,002
1. Сегменты базального отдела ЛЖ			
Передний, n (%)	6 (60)	1 (10)	0,011
Передний перегородочный, n (%)	5 (50)	2 (20)	0,025
Нижний перегородочный, n (%)	1 (10)	1 (10)	NS
Нижний, n (%)	0 (0)	0 (0)	NS
Нижний боковой, n (%)	1 (10)	1 (10)	NS
Передний боковой, n (%)	1 (10)	1 (10)	NS
2. Сегменты среднего отдела ЛЖ			
Передний, n (%)	3 (30)	1 (10)	NS
Передний перегородочный, n (%)	4 (40)	1 (10)	0,011
Нижний перегородочный, n (%)	2 (20)	0 (0)	NS
Нижний, n (%)	1 (10)	1 (10)	NS
Нижний боковой, n (%)	2 (20)	1 (10)	NS
Передний боковой, n (%)	3 (30)	0 (0)	NS
3. Верхушечный отдел ЛЖ			
Верхушечный передний, n (%)	5 (50)	1 (10)	<0,001
Верхушечный перегородочный, n (%)	5 (50)	1 (10)	<0,001
Верхушечный нижний, n (%)	1 (10)	1 (10)	NS
Верхушечный боковой, n (%)	1 (10)	0 (0)	NS
Апикальный, n (%)	5 (50)	1 (10)	<0,001

Сокращения: ММ — миокардиальный "мостик", ЛЖ — левый желудочек, NS — $p>0,05$.

Таблица 2

Показатели диастолической функции ЛЖ по данным ЭхоКГ у пациентов с ММ и группы сравнения

Показатель, единица измерения	Пациенты с ММ	Группа сравнения	p-значение
Скорость TP, см/сек, Me (Q _{25%} ; Q _{75%})	240 (210;257,5)	220 (203;240)	NS
ИОЛП, мл/м ² , Me (Q _{25%} ; Q _{75%})	26,5 (20,3;29)	23 (19,3;28,8)	NS
E/A, M±SD	0,98±0,19	1,21±0,11	0,001
e' lateral, см/сек, M±SD	9,56±1,69	11,55±1,18	<0,001
e' medial, см/сек, M±SD	6,58±0,93	8,44±1,57	<0,001
e' mean, см/сек, M±SD	8,26±1,19	9,92±1,15	<0,001
E/e' mean, M±SD	9,15±1,24	8,07±0,78	<0,001

Сокращения: ИОЛП — индекс объема левого предсердия, ММ — миокардиальный "мостик", TP — трикуспидальная регургитация, NS — $p>0,05$.

ственному признаку в зависимости от нормальности распределения проводилось с помощью t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна-Уитни. Для сравнительного анализа категориальных данных применялся критерий хи-квадрат (χ^2) Пирсона. Чувствительность и специфичность диагностического метода определялись методом ROC-анализа с расчетом площади под ROC-кривой (AUC). За критический уровень значимости принималось $p<0,05$.

Результаты

Первой группе пациентов, которая включала 20 человек, проводилась оценка коронарного кровообращения с помощью стресс КТ-перфузии мио-

карда. Средний возраст пациентов с ММ составил 45,6±8,7 лет, группы сравнения — 49,1±6,6 лет ($p>0,05$). Гипоперфузия миокарда у пациентов с бессимптомными ММ была отмечена в 6 (60%) случаях, тогда как в группе сравнения у 2 (20%) человек ($\chi^2=9,8$; $p=0,002$) (рис. 1). В базальном переднем сегменте дефекты перфузии наблюдались у 6 (60%) пациентов с ММ, в группе сравнения — 1 (10%) ($\chi^2=6,4$; $p=0,011$). В базальном переднем перегородочном сегменте дефект перфузии миокарда отмечался у 5 (50%) пациентов с ММ и в 2 (20%) случаях среди лиц без ММ ($\chi^2=5$; $p=0,025$). В среднем переднем перегородочном сегменте нарушение перфузии наблюдалось у 4 (40%) пациентов, в группе сравнения — 1 (10%)

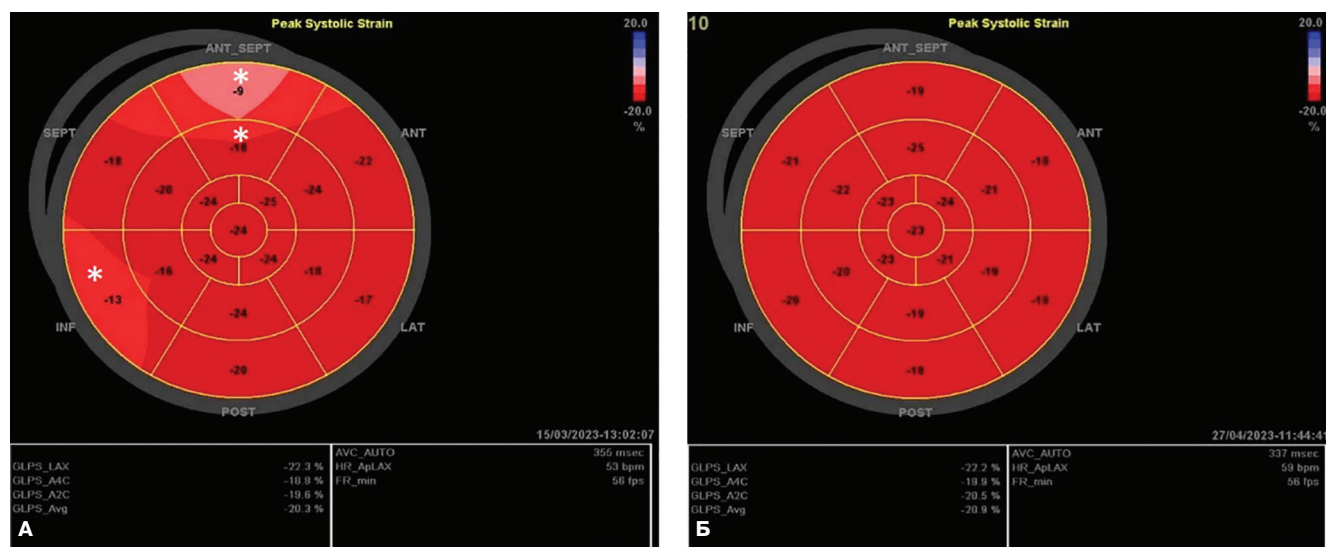


Рис. 2. Двухмерная СТ-ЭхоКГ у пациента с бессимптомным ММ в области ПМЖА (А) и пациента из группы сравнения (Б). Круговая полярная диаграмма ("бычий глаз"): отмечается снижение локальной деформации в базальном переднем, базальном переднем перегородочном, верхушечном переднем и базальном нижнем перегородочном сегментах ЛЖ (указаны звездочками).

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

случае ($\chi^2=6,4$; $p=0,011$). В верхушечном переднем, верхушечном перегородочном и апикальном сегментах ЛЖ нарушение коронарного кровообращения наблюдалось у 5 (50%) бессимптомных пациентов с ММ по каждому сегменту и у 1 (10%) пациента из группы сравнения соответственно ($\chi^2=16,2$; $p<0,001$) (табл. 1). Важно отметить, что выявленные дефекты перфузии миокарда соответствуют сегментам ЛЖ, кровоснабжение которых осуществляются из ПМЖА и ее ветвей. По остальным сегментам ЛЖ не было получено статистически значимых различий ($p>0,05$).

Второй группе исследуемых пациентов, которая также включала 20 человек, выполнялась трансторакальная ЭхоКГ с оценкой показателей диастолической функции и двухмерная СТ-ЭхоКГ на предмет изучения показателей деформации стенок ЛЖ. Средний возраст пациентов с ММ составил $45,8 \pm 6,9$ лет, группы сравнения — $43,1 \pm 5,7$ лет ($p>0,05$). По основным ЭхоКГ показателям каких-либо статистически значимых различий получено не было ($p>0,05$). Однако выявлены различия по некоторым показателям, отражающим диастолическую функцию ЛЖ. Соотношение скоростей наполнения ЛЖ в раннюю диастолу и систолу предсердий (Е/А) оказалось ниже у пациентов с бессимптомными ММ, чем у группы сравнения, составив $0,98 \pm 0,19$ и $1,21 \pm 0,11$, соответственно ($p=0,001$). Максимальная скорость движения латеральной ($e'_{\text{латерал}}$) и медиальной ($e'_{\text{медиал}}$) стенок митрального клапана, а также их среднее значение (e'_{mean}) оказались ниже у пациентов с ММ, составив $9,56 \pm 1,69$ см/сек и $11,55 \pm 1,18$ см/сек ($e'_{\text{латерал}}$); $6,58 \pm 0,93$ см/сек и $8,44 \pm 1,57$ см/сек ($e'_{\text{медиал}}$); $8,26 \pm 1,19$ см/сек и $9,92 \pm 1,15$ см/сек (e'_{mean}), соот-

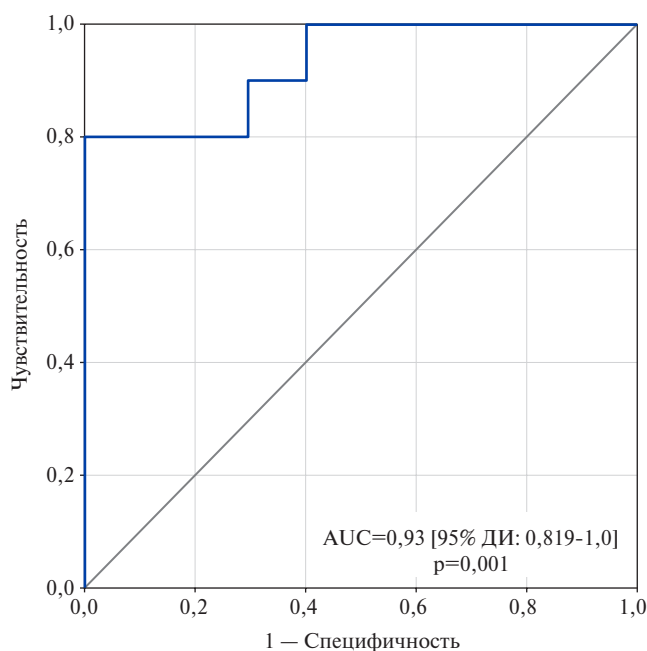


Рис. 3. ROC-анализ GLPS ЛЖ у бессимптомных пациентов с ММ.

Сокращение: ДИ — доверительный интервал.

ветственно ($p<0,001$). Отношение E/e'_{mean} было выше у пациентов с бессимптомными ММ, составив $9,15 \pm 1,24$, в отличие от группы сравнения — $8,07 \pm 0,78$ ($p<0,001$) (табл. 2).

При выполнении СТ-ЭхоКГ у 5 (50%) пациентов с ММ отмечалось снижение локальной деформации в сегментах ЛЖ, кровоснабжение которых происходит из ПМЖА и ее ветвей, тогда как в группе срав-

нения — 1 (10%) ($\chi^2=5$; $p=0,025$) (рис. 2). При оценке GLPS ЛЖ было выявлено статистически значимое различие у бессимптомных пациентов с ММ в отличие от группы сравнения, составив $-20,9 \pm 1,5\%$ и $-22,1 \pm 0,9\%$, соответственно ($p=0,04$).

С помощью ROC-анализа была проведена оценка чувствительности и специфичности GLPS в прогнозировании наличия ММ в области ПМЖА у бессимптомных пациентов. AUC составила 0,93 (95% доверительный интервал: 0,819-1,0; $p=0,001$) с точкой отсечения $-20,55\%$ (чувствительность 80%, специфичность 100%) (рис. 3).

Обсуждение

ММ являются самой распространенной врожденной аномалией развития КА, все чаще встречающейся в клинической практике и носящей, в подавляющем большинстве случаев, характер случайной находки [8].

Важно отметить, что в доступной литературе имеются лишь единичные публикации по применению стресс КТ-перфузии миокарда в качестве метода ранней диагностики пациентов с ММ. Так, Schicchi N, et al. (2023г) представили серию случаев, включающую 6 пациентов с бессимптомными ММ, где обратимые дефекты перфузии были обнаружены у 2 человек в сегментах ЛЖ, кровоснабжение которых осуществляется из бассейна ПМЖА [12].

Немногочисленными являются данные, посвященные оценке локальной и глобальной деформации миокарда, а также показателей диастолической функции ЛЖ у бессимптомных пациентов с ММ. Zhang M, et al. (2019г) были изучены основные показатели деформации стенок ЛЖ по данным двухмерной СТ-ЭхоКГ у 46 пациентов с ММ в области ПМЖА с разделением их на две группы в зависимости от степени систолической компрессии туннельного сегмента КА по данным коронарографии: $<50\%$ — первая группа (23 пациента) и $\geq 50\%$ — вторая группа (23 пациента), 25 пациентов составили группу сравнения. GLPS ЛЖ оказалась менее отрицательной во второй группе, чем в первой группе и группе сравнения ($-19,77 \pm 1,60\%$; $-21,10 \pm 1,91\%$; $-21,76 \pm 1,23\%$, соответственно, $p<0,001$). По данным ROC-анализа AUC для GLPS ЛЖ составила 0,732 [11]. В том же

исследовании китайскими коллегами изучались основные показатели диастолической функции ЛЖ. Было выявлено, что соотношение Е/А оказалось ниже у пациентов второй группы в отличие от первой группы и лиц без ММ, составив $0,89 \pm 0,18$; $1,06 \pm 0,25$; $1,26 \pm 0,22$, соответственно ($p<0,05$). Также статистически значимыми оказались изменения по показателю e'_{mean} в исследуемых группах пациентов — $8,15 \pm 1,61$ см/сек; $9,3 \pm 2,16$ см/сек; $9,84 \pm 1,77$ см/сек, соответственно ($p<0,05$). Соотношение Е/ e'_{mean} было выше у пациентов с ММ и систолической компрессией КА $\geq 50\%$, чем в первой группе пациентов с ММ и лиц без рассматриваемой патологии — $10,34 \pm 2,68$; $8,7 \pm 1,93$; $8,67 \pm 1,43$, соответственно ($p<0,05$) [11]. В другом исследовании также была показана высокая эффективность применения трехмерной СТ-ЭхоКГ в раннем выявлении дисфункции ЛЖ у пациентов с ММ в области ПМЖА [10].

Ограничения исследования. К основному ограничению настоящей работы стоит отнести небольшой размер выборки пациентов. Необходимо проведение дальнейших исследований в области рассматриваемой проблемы, учитывая отсутствие как общепринятых алгоритмов по диагностике и тактике ведения пациентов с симптомными ММ, так и критериев, позволяющих заподозрить наличие интрамиокардиального хода КА у бессимптомных лиц на ранних этапах.

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало возможности двухмерной СТ-ЭхоКГ и КТ-перфузии миокарда в диагностике бессимптомных пациентов с ММ. Выявление нарушений коронарного кровотока по данным КТ-перфузии миокарда и визуализация начальных изменений ЛЖ по данным СТ-ЭхоКГ у бессимптомных пациентов с ММ позволяет своевременно заподозрить наличие интрамиокардиального хода КА, решить вопрос о дальнейшей тактике ведения и провести раннюю профилактику возможных сердечно-сосудистых осложнений.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Roberts W, Charles SM, Ang C, et al. Myocardial bridges: a meta-analysis. Clin Anat. 2021;34(5):685-9. doi:10.1002/ca.23697.
2. Hostiuc S, Negoii I, Rusu MC, et al. Myocardial bridging: a meta-analysis of prevalence. J Forensic Sci. 2018;63:1176-85. doi:10.1111/1556-4029.13665.
3. Mirzoev NT, Shulenin KS, Kutelev GG, et al. The current state of the problem of myocardial bridges. Translational Medicine. 2022;9(5):20-32. (In Russ.) Мирзоев Н.Т., Шуленин К.С., Кутелев Г.Г. и др. Современное состояние проблемы миокардиальных "мостиков". Трансляционная медицина. 2022;9(5):20-32. doi:10.18705/2311-4495-2022-9-5-20-32.
4. Sternheim D, Power DA, Samtani R, et al. Myocardial Bridging: Diagnosis, Functional Assessment, and Management: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol. 2021; 78(22):2196-12. doi:10.1016/j.jacc.2021.09.859.
5. Aparci M, Ozturk C, Balta S, et al. Hypercholesterolemia is Accounted for Atherosclerosis at the Proximal Arterial Segments of Myocardial Bridging: A Pilot Study. Clin Appl Thromb Hemost. 2016;22(3):297-2. doi:10.1177/1076029614554995.
6. Bogomolova OS, Furman NV, Titkov IV. A case of painless myocardial infarction due to bridging of left anterior descending artery. Russian Journal of Cardiology. 2014;(7):110-2. (In Russ.) Богомолова О.С., Фурман Н.В., Титков И.В. Случай безболевого инфаркта миокарда вследствие наличия миокардиального мостика передней нисходящей артерии. Российский кардиологический журнал. 2014;(7):110-2. doi:10.15829/1560-4071-2014-7-110-112.
7. Solov'yeva AV, Gurbanova AA, Maksimtsev IA, et al. Role of Myocardial Bridging in Myocardial Ischemia: Case Report. I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald. 2023;31(1):137-46. (In Russ.) Соловьева А.В., Гурбанова А.А., Максимцев И.А. и др.

- Роль миокардиальных мостиков в формировании ишемии миокарда: клиническое наблюдение. Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2023;31(1):137-46. doi:10.17816/PAVLOVJ109080.
8. Mirzoev NT, Shulenin KS, Kutelev GG, et al. Prevalence, anatomic-topographic features and clinical significance of myocardial bridges: a retrospective study. Doctor. Ru. 2023;22(8):17-22. (In Russ.) Мирзоев Н.Т., Шуленин К.С., Кутелев Г.Г. и др. Распространенность, анатомо-топографические особенности и клиническое значение миокардиальных "мостиков": ретроспективное исследование. Доктор.Ру. 2023;22(8):17-22. doi:10.31550/1727-2378-2023-22-8-17-22.
 9. Bockeria LA, Makarenko VN, Kurbanova BG. Myocardial bridges: optimization of diagnostic approaches. Role of multispiral computed tomography. Clinical Physiology of Circulation. 2022;19(3):221-30. (In Russ.) Бокерия Л.А., Макаренко В.Н., Курбанова Б.Г. Миокардиальные мостики: оптимизация диагностических подходов. Роль мультиспиральной компьютерной томографии. Клиническая физиология кровообращения. 2022;19(3):221-30. doi:10.24022/1814-6910-2022-19-3-221-230.
 10. Wang D, Sun JP, Lee AP, et al. Evaluation of left ventricular function by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in patients with myocardial bridging of the left anterior descending coronary artery. J Am Soc Echocardiogr. 2015;28(6):674-82. doi:10.1016/j.echo.2015.02.012.
 11. Zhang M, Yang J, Ma C, et al. Longitudinal strain measured by two-dimensional speckle tracking echocardiography to evaluate left ventricular function in patients with myocardial bridging of the left anterior descending coronary artery. Echocardiography. 2019;36(6):1066-73. doi:10.1111/echo.14357.
 12. Schicchi N, Fogante M, Paolini E, et al. Stress-rest dynamic-CT myocardial perfusion imaging in the management of myocardial bridging: A "one-stop shop" exam. Journal of Cardiology Cases. 2023. doi:10.1016/j.jccase.2023.08.002.
 13. Omarov YA, Sukhinina TS, Veselova TN, et al. Possibilities of Stress Computed Tomography Myocardial Perfusion Imaging in the Diagnosis of Ischemic Heart Disease. Kardiologiia. 2020;60(10):122-31. (in Russ.) Омаров Ю.А., Сухинина Т.С., Веселова Т.Н. и др. Возможности перфузионной компьютерной томографии миокарда в диагностике ишемической болезни сердца. Кардиология. 2020;60(10):122-31. doi:10.18087/cardio.2020.10.n1028.
 14. Alekhin MN, Bartosh-Zelenaya SYu, Berestin NF, et al. Standardization of transthoracic echocardiography in adults: an expert consensus statement from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD). Ultrasound and Functional Diagnostics. 2021;2:63-79. (In Russ.) Алехин М.Н., Бартош-Зеленая С.Ю., Берестень Н.Ф. и др. Стандартизация проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых: консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2021;2:63-79. doi:10.24835/1607-0771-2021-2-63-79.
 15. Villa AD, Sammut E, Nair A, et al. Coronary artery anomalies overview: The normal and the abnormal. World J Radiol. 2016;8(6):537-55. doi:10.4329/wjr.v8.i6.537.