



<https://doi.org/10.34883/PI.2023.15.6.005>



Бекметова Ф.М.¹ ✉, Юлдошев Н.А.², Фозилов Х.Г.¹, Бекбулатова Р.Ш.¹,
Абдуллаева С.Я.¹, Хошимов Ш.У.¹, Дониеров Ш.Н.¹, Каримов Б.С.¹, Илхомова Л.Т.¹

¹ Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр кардиологии, Ташкент, Узбекистан

² Каршинский филиал Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра кардиологии, Карши, Узбекистан

Взаимосвязь показателей временных интервалов деятельности левого желудочка с маркерами повреждения миокарда и атеросклерозом коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема ST-сегмента

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Бекметова Ф.М., Фозилов Х.Г.; сбор материала – Юлдошев Н.А., Бекбулатова Р.Ш., Дониеров Ш.Н.; статистическая обработка данных – Абдуллаева С.Я., Хошимов Ш.У.; анализ и интерпретация результатов, написание текста – Юлдошев Н.А., Каримов Б.С., Илхомова Л.Т.; редактирование – Бекметова Ф.М., Фозилов Х.Г.

Подана: 27.06.2023

Принята: 04.12.2023

Контакты: bekmetova@rambler.ru

Резюме

Цель. Выявить наличие взаимосвязи показателей временных интервалов сердечной деятельности с маркерами повреждения миокарда и атеросклерозом коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST.

Материалы и методы. В исследование включены 98 пациентов с ОКС без ST-элевации. Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от наличия в крови биомаркера повреждения миокарда – тропонина: 1-я группа – 42 пациента с положительным тропонином, 2-я группа – 56 пациентов с отрицательным тропонином. Всем пациентам были проведены общие клинические обследования, трансторакальная ЭхоКГ, функциональное обследование, а также определение показателей временных интервалов деятельности левого желудочка по данным тканевой доплерографии и коронароангиографии.

Результаты. Межгрупповой парный анализ стандартной эхокардиографии не выявил различий ни по одному из показателей. Показатель MPI в 1-й группе составляет $0,87 \pm 0,19$; во второй группе – $0,69 \pm 0,23$ ($p=0,005$); показатель IVCT/ET в 1-й группе – $0,34 \pm 0,04$; во 2-й группе – $0,29 \pm 0,05$ ($p=0,001$); показатель IVRT/ET в 1-й группе – $0,51 \pm 0,04$; во 2-й группе – $0,37 \pm 0,06$ ($p=0,001$) соответственно.

Выводы. Результаты исследования могут послужить основой прогнозирования кардиоваскулярных событий у пациентов с ОКС без подъема сегмента ST. У пациентов с ОКС без ST-элевации временные показатели и их соотношения можно использовать для оценки степени повреждения миокарда с определением коронарного бассейна.

Ключевые слова: острый коронарный синдром, тканевая доплерография, временные интервалы, IVCT/ET, IVRT/ET, MPI, коронароангиография

Bekmetova F.¹ ✉, Yuldoshev N.², Fozilov Kh.¹, Bekbulatova R.¹, Abdullaeva S.¹,
Koshimov Sh.¹, Doniyorov Sh.¹, Karimov B.¹, Ilkhomova L.¹

¹ Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology, Tashkent, Uzbekistan

² Karshi Branch of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology, Karshi, Uzbekistan

The Correlation Between Indicators of Time Intervals of Left Ventricular Activity and Markers of Myocardial Damage and Coronary Artery Atherosclerosis in Patients with Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndrome

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: concept and design of the study – Bekmetova F., Fozilov Kh.; collection of material – Yuldoshev N., Bekbulatova R., Doniyorov Sh.; statistical data processing – Abdullaeva S., Koshimov Sh.; analysis and interpretation of the results, writing of the text – Yuldoshev N., Karimov B., Ilkhomova L.; editing – Bekmetova F., Fozilov Kh.

Submitted: 27.06.2023

Accepted: 04.12.2023

Contacts: bekmetova@rambler.ru

Abstract

Purpose. To identify the relationship between the indicators of time intervals of cardiac activity with markers of myocardial damage and atherosclerosis of the coronary arteries in patients with acute coronary syndrome without ST elevation.

Materials and methods. The study included 98 patients with ACS without ST elevation. The patients were divided into 2 groups, depending on the presence of biomarkers of myocardial damage in the blood – troponin. Group 1 – 42 patients with positive troponin, group 2 – 56 patients with negative troponin. All patients underwent general clinical examinations, transthoracic echocardiography, methods of functional examination, as well as indicators of time intervals of left ventricular activity according to tissue Dopplerography and coronary angiography (CAG).

Results. The intergroup paired analysis of standard echocardiography revealed no differences in any of the indicators. The MPI index in the first group is 0.87 ± 0.19 ; in the second group 0.69 ± 0.23 ($p=0.005$); the IVCT/ET index in the first group is 0.34 ± 0.04 ; in the second group 0.29 ± 0.05 ($p=0.001$); the IVRT/ET index in the first group is 0.51 ± 0.04 ; in the second the group is 0.37 ± 0.06 ($p=0.001$) respectively.

Conclusion. The findings of this study have important implications for predicting cardiovascular events in patients with ACS without ST segment elevation. Time indicators and their ratios obtained through tissue Doppler imaging can be utilized to assess the extent of myocardial damage and determine the affected coronary territory.

Keywords: acute coronary syndrome, tissue Doppler imaging, time intervals, IVCT/ET, IVRT/ET, MPI, coronary angiography



■ ВВЕДЕНИЕ

Острый коронарный синдром (ОКС) является ведущей причиной смертности в большинстве стран. Почти в половине случаев сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) смертность обусловлена острыми состояниями без подъема сегмента ST. Национальные регистры инфаркта миокарда в США (NRM I, II и III) показали, что за период 1990–1999 гг. произошло относительное увеличение частоты острого коронарного синдрома без подъема сегмента ST (ОКСбпST) с 45 до 63% [6]. В настоящее время появились новые неинвазивные высокотехнологичные методики и подходы к диагностике ОКСбпST.

В рекомендациях по острому коронарному синдрому (ОКСбпST) предложено проведение эхокардиографии в отделении неотложной помощи, чтобы помочь в дифференциальной диагностике синдрома загрудинной боли, а затем в стратификации риска пациентов [9].

Диагноз одного из вариантов острого коронарного синдрома является результатом первого контакта врача с пациентом, имеющим клиническую и ЭКГ-картину острой коронарной недостаточности. Для подтверждения диагноза ИМ необходимо удостовериться в повышении в крови пациента уровня сердечных биомаркеров и визуальных доказательствах потери части жизнеспособного миокарда или аномального сокращения его стенки. В действительности прогноз у пациентов с ОКСбпST обычно определяется наличием и тяжестью некроза миокарда и ремоделированием левого желудочка (ЛЖ) [4]. Стратификация риска у этих пациентов важна для правильного проведения интенсифицированной стратегии диагностики и лечения с целью предотвращения повторных госпитализаций [1, 3].

Известно, что цветная тканевая доплерография (TDI) – это методика, с помощью которой можно определить временные интервалы сердца [2, 6, 8], включая время изоволюмического сокращения (IVCT), время изоволюмического расслабления (IVRT), время выброса (ЕТ), а также индекс производительности миокарда (MPI), определяемый как соотношение $(IVRT + IVCT) / ET$. По мере усугубления нарушения диастолической функции ЛЖ расслабление миокарда протекает более медленно, что объясняет удлинение изоволюмического времени релаксации (IVRT) и сердечные интервалы времени, особенно комбинированные индексы, содержащие информацию как о систолической, так и о диастолической функции ЛЖ, которые могут служить неинвазивными предикторами выявления тонких нарушений сердечной функции в общей популяции и остаются незамеченными при обычном эхокардиографическом исследовании. Результаты ряда исследований [3, 4, 7] свидетельствуют о том, что MPI может быть ценным инструментом для прогнозирования повреждения миокарда и неблагоприятных исходов у пациентов с различными ССЗ.

Доплеровская визуализация (TD) также является полезным инструментом для измерения неблагоприятных исходов при некоторых ССЗ. При ОКС ряд клинических показателей, таких как артериальная гипертензия (АГ), СД, ОНМК / транзиторная ишемическая атака в анамнезе, дисфункции ЛЖ, ухудшают не только госпитальный, но и отдаленный прогнозы [10–12].

В исследовании Okay Abacı et al. [15] было выявлено, что пациенты с ИМбпST, относящиеся к группе высокого риска, могут быть идентифицированы с помощью простого измерения MPI, что будет полезно в процессе принятия решений для выбора лечения и стратификации риска. Было обнаружено, что MPI, измеренный с помощью

тканевой доплерографии, значительно выше у пациентов с большим размером инфаркта, более низкой фракцией выброса левого желудочка и более тяжелой формой ишемической болезни сердца. Исследование с использованием тканевой доплерографии продемонстрировало ухудшение диастолических скоростных показателей у пациентов с нормальной исходной фракцией выброса левого желудочка, что является независимым предиктором смертности и показывает, что у пациентов с ОКСбпST, перенесших успешное ЧКВ, соотношение скоростей $E/(e's')$ является важным независимым прогностическим индексом сердечных событий [17].

В общей популяции сердечные временные интервалы, которые включают информацию о функции миокарда ЛЖ в индексах IVRT/ET и MPI, не только являются мощными и независимыми предикторами событий будущего MACE, но и могут предоставить дополнительную прогностическую информацию к общепринятым эхокардиографическим показателям систолической и диастолической функций ЛЖ [1].

Также известно, что важными эхокардиографическими параметрами диастолической функции левого желудочка являются скоростные показатели тканевой доплерографии (ТДГ), к которым относится ранняя диастолическая скорость движения септальной $e' < 7$ см/с и латеральной части митрального кольца $e' < 10$ см/с, а также отношение пиковых скоростей раннего трансмитрального кровотока и раннего диастолического движения митрального кольца $E/e' > 14$ [13]. В то же время было выявлено, что пациенты с соотношением $E/(e's') \geq 1,63$ имели худшие демографические, эхокардиографические и лабораторные профили и более высокую распространенность Syntax Score (≥ 22), чем пациенты с более низким соотношением скоростей [16]. По мнению других авторов, фракция выброса левого желудочка (ФВЛЖ), соотношение скоростей E/e' , время замедления кровотока митрального зубца E, а также митральная недостаточность были связаны с различными исходами у пациентов с ОКС [5].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить наличие взаимосвязи показателей временных интервалов сердечной деятельности с маркерами повреждения миокарда и атеросклерозом коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 98 пациентов с ОКСбпST, поступивших в отделение реанимации филиала Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра кардиологии г. Карши в период с июня по декабрь 2022 г. Исследование было проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией, также все участники исследования подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Всем пациентам была проведена трансторакальная двухмерная эхокардиография с использованием тканевой доплерографии в течение 24 ч после госпитализации. Для оценки сократительной функции ЛЖ трансторакальную ЭхоКГ проводили не менее 2 раз – в 1-е сутки и при выписке. Пациенты были разделены на 2 группы на основе повышения сердечного тропонина I (Tn I) более 0,04 нг/мл и без повышения. Уровни Tn I измеряли в течение 10 мин после госпитализации и повторяли каждые 4–6 ч в течение первых 2 дней. Далее диагноз ОКСбпST трансформировался в острый инфаркт миокарда при повышении сердечного тропонина I и нестабильную



стенокардию, представленную впервые возникшей стенокардией и прогрессирующей стенокардией без повышения Tn I.

Стратификацию риска пациентов и прогнозирование краткосрочного (в течение первичной госпитализации) и отдаленного периодов ОКС проводили по шкале GRACE: низкий риск – смертность менее 1% (при расчете при помощи автоматического калькулятора), количество баллов (при выполнении расчетов вручную) – менее 109; средний риск – смертность от 1 до 3% (при расчете при помощи автоматического калькулятора), количество баллов (при выполнении расчетов вручную) – от 109 до 140; высокий риск – смертность более 3% (при расчете при помощи автоматического калькулятора), количество баллов (при выполнении расчетов вручную) – более 140. Критериями исключения из исследования явились: пациенты с подъемом сегмента ST во всех отведениях, блокадой левой ножки пучка Гиса, клапанными и врожденными пороками сердца, фибрилляцией предсердий (ФП), кардиомиопатиями, перенесенным ИМ в анамнезе, аортокоронарным шунтированием (АКШ) или чрескожным коронарным вмешательством (ЧКВ), острой СН, системными заболеваниями, беременностью, хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ), а также эмфиземой. Также были исключены из исследования пациенты с наличием митральной регургитации выше II степени, аортальной регургитации выше II степени, тахикардии с ЧСС более 100 ударов в минуту и митрального стеноза, ограничивающего применение метода импульсной доплерэхокардиографии.

Всем пациентам была проведена коронарная ангиография на аппарате GE Innova IGS 530 (производитель GE Healthcare, США) с целью оценки коронарного атеросклероза с помощью алгоритма Syntax Score. Стенозы до 50% по диаметру (менее 70% по площади) расценивались как пограничные, а более 50% – как выраженные (более 70% по площади).

Методика ЭхоКГ и тканевой доплерографии (TDI)

Исследование проводилось с помощью двухмерной трансторакальной эхокардиографии на аппарате GE Vivid T8 Pro (производитель GE Healthcare, США). Фракцию выброса ЛЖ рассчитывали путем вычитания конечно-систолического объема ЛЖ (КСО ЛЖ) из конечно-диастолического объема ЛЖ (КДО ЛЖ), деленного на КДО ЛЖ по методике Симпсона как в апикальной двух-, так и в четырехкамерной проекции (биплановый метод дисков). Объем левого предсердия (ЛП) далее определяли путем отслеживания эндокардиальной границы ЛП в апикальной четырехкамерной проекции. Кроме того, трансмитральная доплеровская ранняя и поздняя диастолическая скорости (а именно волны E и A) были получены путем установки курсора в кончик створок митрального клапана в апикальной четырехкамерной проекции.

С помощью трансмитрального доплеровского потока (ТМДП) были определены доплеровские индексы. Кривую ТМДП получили, помещая контрольный объем на уровне кончиков створок митрального клапана в апикальной четырехкамерной позиции. При стандартном доплеровском ультразвуковом исследовании по кривой трансмитрального потока были определены следующие показатели диастолической функции: пик E – максимальная скорость раннего быстрого наполнения ЛЖ; пик A – максимальная скорость позднего предсердного наполнения ЛЖ; ET (Ejection time) – время выброса; FT (Filling time) – время наполнения ЛЖ; DT (Deceleration time) – время замедления раннего диастолического наполнения, т. е. время от пика скорости E

до конца E-волны; IVRT (Isovolumic relaxation time) – время изоволюмического расслабления; IVCT (Isovolumic contraction time) – время изоволюмического сокращения; соотношение E/A.

Период IVRT измеряли в непрерывно-волновом доплеровском исследовании через выходной тракт левого желудочка от конца аортального выброса и начала трансмитрального потока. Следующий набор параметров для оценки диастолической функции ЛЖ мы получили с помощью тканевого доплера митрального кольца (Tissue Doppler Imaging – TDI) из апикальной четырехкамерной позиции. Определяли систолическую волну s' (над базовой линией) и 2 диастолические волны – e' и a' (ниже базовой линии). Исследование скорости движения митрального кольца в режиме тканевого доплера проводили, устанавливая контрольный объем септально или латерально от фиброзного кольца митрального клапана. Пиковые значения e' и s' измерялись в конце выдоха в течение 5 последовательных сердечных циклов, и данные усреднялись. Средние скорости септального и латерального участков использовались для расчета E/ e' .

Индекс общей кардиальной дисфункции или индекс работоспособности миокарда (MPI – myocardial performance index) мы рассчитывали с помощью формулы, которая представляет собой отношение суммы времени изоволюмического сокращения и времени изоволюмического расслабления ко времени выброса ЛЖ $((IVRT+IVCT)/ET)$. Индекс вычислялся как отношение периода от окончания трансмитрального кровотока (ТМК) до начала следующего ТМК ко времени выброса ЛЖ.

Данные исследования проанализированы с использованием статистического программного обеспечения, включая SPSS и SAS. Взаимосвязь показателей временных интервалов активности левого желудочка и коронарного атеросклероза у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST оценена с помощью корреляционного анализа.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от наличия в крови биомаркера повреждения миокарда – тропонина. Выполнено попарное сравнение групп. Клинико-демографические характеристики в изучаемых группах представлены в табл. 1.

Таблица 1
Клинико-демографические характеристики в изучаемых группах
Table 1

Clinical and demographic characteristics in the studied groups

N=98	Tn I+(n=42)	Tn I- (n=56)	p-value
Возраст, лет	60,4±8,2	60,3±7,8	0,95
Пол, мужчин (n (%))	38 (90,5)	42 (75)	0,16
Сахарный диабет (n (%))	12 (28,6)	4 (7,1)	0,06
Дислипидемия (n (%))	34 (80,9)	40 (71,4)	0,39
ИБС, лет	11,3±3,7	10,2±4,3	0,38
АГ (n (%))	28 (66,7)	36 (64,3)	0,97
Syntax (баллы)	26,1±4,3	20,6±3,0	0,01

Примечание: различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Группы не различались по наличию таких факторов риска, как возраст, пол, диабет, дислипидемия, артериальная гипертензия, а также по длительности ишемической болезни сердца. Отмечается достоверная разница по шкале Syntax с преимуществом в группе с наличием тропонина ($p=0,01$). Также были проанализированы показатели двухмерной трансторакальной эхокардиографии в обеих группах (табл. 2).

Межгрупповой парный анализ стандартной эхокардиографии не выявил различий ни по одному из показателей.

В табл. 3 приведены результаты тканевой доплерографии и их значения для групп пациентов с ОКСбпСТ, разделенных по наличию положительного (Tn I+) или отрицательного (Tn I-) значения тропонина I (Tn I):

Таблица 2
Сравнительная характеристика стандартных эхокардиографических показателей между группами
Table 2

Comparative characteristics of standard echocardiographic indicators between groups

Показатели	Tn I+ (n=42)	Tn I- (n=56)	p-value
Аорта, мм	34,3±3,2	33,7±3,1	0,42
ЛП, мм	34,1±8,0	35,9±3,6	0,26
МЖП, мм	10,6±1,3	10,8±1,3	0,78
ЗСЛЖ, мм	10,6±1,2	10,7±1,2	0,94
КДР, мм	51,1±5,6	47,4±5,1	0,27
КСР, мм	36,3±5,3	33,1±4,2	0,08
КДО, мл	123,3±33,9	116,2±26,2	0,45
КСО, мл	55,5±19,5	51,4±17,3	0,35
ФВ ЛЖ, %	55,0±7,4	56,86±7,29	0,50

Примечание: различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Таблица 3
Показатели тканевой доплерографии в исследуемых группах
Table 3

Indicators of tissue Doppler imaging in the study groups

Показатели TDI	Tn I+ (n=42)	Tn I- (n=56)	p-value
e', мм	6,3±2,1	6,1±2,1	нд
a', мм	8,1±3,0	9,0±2,9	нд
s', мм	6,1±2,1	6,5±2,4	нд
E/A ratio	0,81±0,49	0,77±0,4	нд
E/e' ratio	13,0±6,6	13,8±8,3	0,05
IVCT, мс	78,9±15,8	69,2±29,9	нд
IVRT, мс	117,7±20,9	90,4±20,4	0,001
Ejection time, мс	231,7±36,6	240,3±44,7	нд
Filling time, мс	398,1±117,8	349,2±81,1	нд
MPI	0,87±0,19	0,69±0,23	0,005
IVCT/ET	0,34±0,04	0,29±0,05	0,001
IVRT/ET	0,51±0,04	0,37±0,06	0,001

Примечание: различия достоверны при $p \leq 0,05$.

На основании представленных результатов исследования можно сделать следующие выводы. При анализе диастолических пиковых характеристик тканевой доплерографии (e' и a'), систолической скорости (s') и соотношения раннего и позднего наполнения ЛЖ (E/A) статистически значимых различий не выявлено. Однако соотношение E/e' с небольшим различием ($p=0,05$) продемонстрировало более высокие значения в группе с отрицательным тропонином. При сравнительном анализе временных показателей в исследуемых группах обнаружены статистически значимые различия в изоволюмическом времени расслабления ($IVRT$), соотношениях временных интервалов $IVCT/ET$ и $IVRT/ET$ ($p=0,001$), а также в индексе работоспособности миокарда ($p=0,005$) между группами с положительным $Tn I$ и отрицательным $Tn I$. Наличие существенных различий в периодах изоволюмического расслабления и сокращения миокарда левого желудочка с более высокими цифрами в группе с тропонином могут свидетельствовать о повреждении миокарда, ведущем к функциональным изменениям диастолической функции сердца, а затем к нарушению систолической сократительной функции левого желудочка, приводя в итоге к более серьезным поражениям миокарда у пациентов с ОКС без ST-элевации. Наблюдаемые различия по ET (Ejection time) – времени выброса и FT (Filling time) – времени наполнения ЛЖ между группами не достигают статистической значимости.

Следующим шагом нашего исследования был корреляционный анализ групп со скоростными и временными показателями тканевой доплерографии (табл. 4).

Для оценки корреляционных характеристик между показателями тканевой доплерографии и поражением коронарного бассейна в изучаемых группах представленные значения коэффициентов корреляции могут быть интерпретированы следующим образом: наибольшее количество корреляционных связей различной силы выявляется в исследуемой группе с наличием тропонина в крови. Бассейн левой коронарной артерии, представленный стволом левой коронарной артерии (LMCA), имел слабую положительную связь с ранним пиком наполнения (e') и отрицательную с индексом производительности левого желудочка (MPI), достаточно высокую отрицательную связь с с пиком (a') позднего наполнения ЛЖ и периодом сокращения левого желудочка ($IVCT$). В то же время бассейн LAD представлен слабой положительной корреляционной зависимостью с MPI и отрицательной средней и высокой корреляционной зависимостью соответственно с показателями ET и FT . Диагональная артерия DB отличалась положительной корреляцией практически со всеми показателями ТДГ, более выраженной степенью со скоростными показателями глобальной диастолической функции ЛЖ. Необходимо отметить, что поражение промежуточной артерии (RIM) достаточно высоко коррелировало с временными показателями $IVCT$, $IVRT$ и временем выброса левого желудочка (ET), в том числе с показателем производительности сердца MPI. Правая коронарная артерия (RCA) по количеству связей также представлена достаточной закономерностью отрицательных связей практически со всеми показателями тканевой доплерографии, в большей мере с ET , за исключением систолического пика S' . LCx – левая огибающая артерия по силе связей представлена лишь слабой связью с a' и $IVCT$. RIVP – правая задняя межжелудочковая артерия имеет самые скудные связи с показателями ТДГ. Высокой положительной корреляцией характеризуется поражение ветви тупого края (OMB) со временем изоволюмического сокращения левого желудочка ($IVCT$) и более слабой силы положительной связью с пиком (e') раннего наполнения ЛЖ. Шкала Syntax Score также не

Таблица 4
Корреляционные характеристики между показателями тканевой доплерографии и поражением коронарного бассейна в изучаемых группах
Table 4
Correlation characteristics between the indicators of tissue Doppler imaging and coronary pool lesion in the studied groups

Тропонин положительный								
n=42	e'	a'	S'	IVCT	IVRT	ET	FT	MPI
LMCA	0,397	-0,840	-0,264	-0,862	-0,220	0,147	0,192	-0,490
LAD	-0,319	-0,084	-0,289	0,231	0,004	-0,686	-0,884	0,410
DB	0,685	0,719	0,511	0,206	-0,424	0,359	0,317	-0,307
RIM	0,421	0,596	-0,142	0,831	0,908	-0,777	0,234	0,814
RCA	-0,497	-0,300	-0,060	0,461	-0,581	-0,777	-0,665	0,592
LCx	-0,163	-0,452	-0,265	0,444	-0,166	0,047	-0,248	0,116
RIVP	0,787	-0,396	0,267	-0,056	-0,393	0,081	0,360	0,021
OMB	-0,490	0,335	-0,036	0,721	0,323	0,003	0,113	0,088
Syntax	0,129	0,189	-0,018	0,176	0,195	-0,416	-0,137	0,429

Тропонин отрицательный								
n=56	e'	a'	Sa (S')	IVCT	IVRT	ET	FT	MPI
LMCA	0,353	0,215	-0,494	-0,109	-0,629	0,124	-0,116	0,231
LAD	-0,420	0,512	-0,675	-0,175	-0,320	0,213	0,174	1,000
DB	0,503	0,142	0,143	-1,000	0,124	0,119	-1,000	0,163
RIM	1,000	0,179	0,283	-1,000	0,353	-0,093	0,079	0,079
RCA	-0,414	-1,000	-0,173	0,252	-0,134	0,219	0,154	0,113
LCx	-0,335	0,214	0,212	-0,146	0,171	-0,552	-0,424	0,145
RIVP	0,244	0,155	0,163	0,207	0,436	-0,006	0,135	0,156
OMB	0,179	-0,541	0,144	0,637	-0,178	0,138	0,166	0,056
Syntax	-0,353	-0,150	0,133	0,199	0,242	-0,236	-0,211	-0,135

Примечания: LMCA – ствол левой коронарной артерии; LAD – левая нисходящая артерия; DB – диагональная артерия; RIM – межжелудочковая ветвь; RCA – правая коронарная артерия; LCx – левая огибающая артерия; RIVP – правая задняя межжелудочковая артерия; OMB – ветвь тупого края.

проявила высоких и очень высоких связей с глобальными показателями диастолической функции ЛЖ.

Количество взаимосвязей по силе и частоте в группе без наличия тропонина в сравнении с предыдущей группой представлено наименьшим числом корреляций. При этом ствол левой коронарной артерии (LMCA) демонстрирует слабые отрицательные корреляционные связи со скоростью наполнения левого предсердия в раннюю фазу диастолы (e') и отрицательную нарастающую связь с систолическим пиком S' и временем изоволюмического расслабления. Напротив, диагональная артерия (DB) отличалась положительной корреляцией умеренной степени с пиком раннего наполнения ЛЖ (e') и отрицательной корреляцией высокой степени со временем наполнения левого желудочка FT и периодом изоволюмического сокращения ЛЖ (IVCT), аналогичная зависимость за исключением показателя FT прослеживается и с RIM – межжелудочковой ветвью. RCA – правая коронарная артерия достаточно высокоположительно скоррелировала только с поздним пиком a'. LCx – левая огибающая

артерия и RIVP – правая задняя межжелудочковая артерия не продемонстрировали связей, так же как и шкала Syntax Score.

Из проведенного анализа данных исследования можно предположить, что наличие наибольшего количества взаимосвязей между выраженностью поражения коронарных артерий в целом и глобальными показателями диастолической дисфункции левого желудочка при помощи тканевой доплерографии обусловлено определенными патофизиологическими обстоятельствами. В частности, разрыв покрышки атеросклеротической бляшки с последующим тромбозом просвета артерии в определенном коронарном бассейне вызывает патофизиологический каскад, который в первые часы носит адаптационный, а затем дезадаптивный характер с формированием нарушения функции миокарда, что, в свою очередь, может влиять на периоды наполнения левого предсердия со снижением значений раннего наполнения ЛЖ и дисбаланс между функциями сокращения и расслабления сердца, интегральным показателем которого является индекс производительности сердца (MPI). Отсутствие достаточной закономерности по взаимосвязям в группе без повреждения миокарда можно объяснить лишь дестабилизацией бляшки с частичным нарушением кровотока в коронарной артерии и отсутствием глобального каскада патофизиологических процессов, ведущих к запуску выраженных дезадаптивных реакций в миокарде с формированием взаимосвязей с показателями тканевой доплерографии.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Взаимосвязь между параметрами тканевой доплерографии и повреждением миокарда у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST в последние годы была предметом многочисленных исследований. Одним из параметров, который стал многообещающим индикатором функции миокарда, является индекс производительности миокарда (MPI) как отношение $(IVCT+IVRT)/ET$. Кроме того, некоторые исследования [4] продемонстрировали, что MPI более тонко отражает улучшение жизнеспособных сегментов у пациентов с ОКС, вызванное реваскуляризацией, а более высокие значения MPI связаны с более высокой вероятностью реваскуляризации и повышенным риском неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, таких как сердечная недостаточность, повторный инфаркт и смерть [5]. Другое популяционное исследование, опубликованное в 2015 г., дополнительно поддержало использование отношения $IVCT/ET$, $IVRT/ET$ в качестве предиктора кардиоваскулярных событий, что нашло подтверждение в нашем исследовании.

В исследовании, опубликованном в Американском журнале [18] в 2016 г., изучалась взаимосвязь между кардиальными временными интервалами, измеренными с помощью тканевой доплерографии в М-режиме с гипертензией, геометрией левого желудочка и будущими ишемическими сердечно-сосудистыми заболеваниями. Было обнаружено, что отношение $(IVCT+IVRT)/ET$ значительно коррелирует с несколькими параметрами диастолической функции левого желудочка, включая отношение E/A и время замедления. В исследовании сделан вывод о том, что временные интервалы сердечной деятельности определяют нарушение сердечной функции у лиц с артериальной гипертензией независимо от обычных факторов риска, а также у участников с нормальным стандартным эхокардиографическим исследованием. $IVRT/ET$ и MPI являются независимыми предикторами будущих сердечно-сосудистых заболеваний. В нашем исследовании соотношения временных интервалов $IVCT/ET$ и $IVRT/ET$,



а также индекс производительности миокарда проявили себя как паттерны повреждения миокарда. Исследования с оценкой взаимосвязей между соотношениями временных интервалов и тяжестью коронарного атеросклероза, измеряемой по шкале Syntax, у пациентов с ОКСбпST [16] и полученные нами результаты отличаются по ряду показателей тканевой доплерографии. Так, полученные результаты подтверждают гипотезу зависимости шкалы Syntax с указанием бассейна с показателями тканевой доплерографии.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом результаты исследования дают ценное представление о взаимосвязи дисфункции левого желудочка и коронарного атеросклероза у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST, подчеркивая потенциал скоростных и временных показателей левого желудочка в качестве новых маркеров для раннего выявления повреждения миокарда. В целом исследование показывает, что соотношения временных интервалов IVCT/ET, IVRT/ET и MPI, по данным тканевой доплерэхокардиографии, являются многообещающими параметрами для оценки функции миокарда и повреждения миокарда, что может послужить основой прогнозирования кардиоваскулярных событий у пациентов с ОКС без подъема сегмента ST. Дополнительно следует отметить, что обсуждаемые результаты доказывают важность дальнейших исследований для лучшего понимания механизмов и связей между диастолической функцией сердца, показателями повреждения миокарда и функцией левого желудочка. Более широкий анализ и большее количество обследованных пациентов могут дать дополнительные доказательства и уточнить полученные выводы. Необходимы дальнейшие исследования для подтверждения использования вышеуказанных параметров в клинической практике при принятии важных решений.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Tor Biering-Sørensen, Rasmus Møgelvang Jan, Skov Jensen et. Prognostic value of cardiac time intervals measured by tissue Doppler imaging M-mode in the general population. *Heart*. 2015;101:954–960. doi:10.1136/heartjnl-2014-307137
2. Gaibazzi N, Petrucci N, Ziacchi V. Left ventricle myocardial performance index derived either by conventional method or mitral annulus tissue-Doppler: a comparison study in healthy subjects and subjects with heart failure. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18:1270–6. doi: 10.1016/j.echo.2005.06.006
3. Bruch C, Schmermund A, Marin D, et al. Tei-index in patients with mild-to-moderate congestive heart failure. *Eur Heart J*. 2000; 21:1888–95. doi: 10.1053/euhj.2000.2246.
4. Carluccio E, Biagioli P, Alunni G, et al. Improvement of myocardial performance (Tei) index closely reflects intrinsic improvement of cardiac function: assessment in revascularized hibernating myocardium. *Echocardiography*. 2012;29:298–306. doi:10.1111/j.1540-8175.2011.01575.x
5. Biering-Sørensen T, Mogelvang R, Søgaard P, et al. Prognostic value of cardiac time intervals by tissue Doppler imaging M-mode in patients with acute ST-segment-elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013;6:457–65. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000230
6. Rogers WJ., et al. Performance of the Thrombolysis In Myocardial Infarction Risk Index in the National Registry of Myocardial Infarction-3 and -4. *JACC*. 2004;44:783–9. doi: 10.1016/j.jacc.2004.05.045
7. Uemura K, Kawada T, Zheng C, et al. Myocardial performance index is sensitive to changes in cardiac contractility, but is also affected by vascular load condition. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2013;2013:695–8. doi: 10.1109/EMBC.2013.6609595
8. Su H-M, Lin T-H, Voon W-C, et al. Differentiation of left ventricular diastolic dysfunction, identification of pseudonormal/restrictive mitral inflow pattern and determination of left ventricular filling pressure by Tei index obtained from tissue Doppler echocardiography. *Echocardiography*. 2006;23:287–94. doi: 10.1111/j.1540-8175.2006.00222.x
9. Collet J.-P., Thiele H., Barbato E., Barthélémy O., Bauersachs J., Bhatt D.L., Dendale P., Dorobantu M., Edvardsen T., Folliquet T., Gale C.P., Gilard M., Jobs A., Jüni P., Lambrinou E., Lewis B.S., Mehili Ju., Meliga E., Merkely B., Mueller Ch., Roffi M., Rutten F.H., Sibbing D., G. Siontis C.M. *ESC Guidelines for the Management of Non-Persistent ST Elevation Acute Coronary Syndrome*. 2020. doi: 10.15829/1560-4071-2021-4418
10. Cavalcante R, Sotomi Y, Lee CW. Outcomes After Percutaneous Coronary Intervention or Bypass Surgery in Patients With Unprotected Left Main Disease. *JACC*. 2016;68(10):999–1009. doi:10.1016/j.jacc.2016.06.024
11. Pereg D, Fefer P, Samuel M. Long-term Follow-up of Coronary Artery Bypass Patients With Preoperative and New Postoperative Native Coronary Artery Chronic Total Occlusion. *Can J Cardiol*. 2016;32(11):1326–31. doi:10.1016/j.cjca.2016.01.015

12. Ueki C, Miyata H, Motomura N. Previous Percutaneous Coronary Intervention Does Not Increase Adverse Events After Coronary Artery Bypass Surgery. *Ann Thorac Surg*. 2017 Jul;104(1):56-61. doi:10.1016/j.athoracsur.2016.10.028
13. Sherif F Nagueh, Otto A Smiseth, Christopher P Appleton, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016 Apr;29(4):277-314. doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011
14. Aljaroudi W, Alraies MC, Halley C, Rodriguez L, Grimm RA, Thomas JD, et al. Impact of progression of diastolic dysfunction on mortality in patients with normal ejection fraction. *Circulation*. 2012;125:782-788. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.066423
15. Abaci O, Kocas C, Oktay V, Arslan S, Turkmen Y, Bostan C, Coskun U, Yildiz A, Ersanli M. Relationship between myocardial performance index and severity of coronary artery disease in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *Cardiovasc J Afr*. 2017 Jan/Feb;28(1):4-7. doi: 10.5830/CVJA-2016-041
16. Maryam Nabati 1, Samad Golshani 2, Morteza Taghavi et al. The association between tissue doppler-derived E/(e's) ratio and coronary atherosclerosis severity measured by the SYNTAX score in patients with non-ST elevation-acute coronary syndrome. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023 Feb 22;23(1):98. doi: 10.1186/s12872-023-03128-8
17. Ioana Ionac, Mihai-Andrei Lazăr, Daniel Miron Brie, et al. The Incremental Prognostic Value of E/(e'xs) Ratio in Non-ST-Segment Elevated Acute Coronary Syndrome. 2021 Aug;11(8):1337. doi: 10.3390/diagnostics11081337
18. Tor Biering-Sørensen, et al. Cardiac Time Intervals Measured by Tissue Doppler Imaging M-mode: Association With Hypertension, Left Ventricular Geometry, and Future Ischemic Cardiovascular Diseases. *J Am Heart Assoc*. 2016 Jan 19;5(1). doi: 10.1161/JAHA.115.002687