



Атамурадов Б.Р., Фозилов Х.Г., Бекметова Ф.М. ✉, Турсунова Н.Б., Абдуллаева С.Я., Дониёров Ш.Н., Валиева Б.Ш., Усмонова Н.А., Мухамедова М.Г.

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

## Использование продольной деформации миокарда для оценки эффективности реперфузии при остром коронарном синдроме

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** концепция и дизайн исследования – Атамурадов Б.Р., Фозилов Х.Г.; сбор материала – Турсунова Н.Б., Дониёров Ш.Н.; статистическая обработка данных – Абдуллаева С.Я.; анализ и интерпретация результатов, написание текста – Усмонова Н.А., Мухамедова М.Г.; редактирование – Бекметова Ф.М., Валиева Б.Ш.

Подана: 13.08.2024

Принята: 02.12.2024

Контакты: bekmetova@rambler.ru

### Резюме

**Цель.** Оценка продольной деформации миокарда в группах пациентов с острым коронарным синдромом, подвергшихся первичному тромболизису, первичному чрескожному коронарному вмешательству (ЧКВ) и спасительному ЧКВ.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовали 200 пациентов с острым коронарным синдромом с ST-элевацией. Пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от способа реперфузии: первичный тромболизис (62 пациента), первичное ЧКВ (106 пациентов) и спасительное ЧКВ, выполненное после безуспешного тромболизиса (32 пациента).

**Результаты.** Во всех 3 группах исходные значения продольной деформации миокарда достоверно не различались и составляли  $10,9 \pm 2,95$  в группе первичного тромболизиса,  $11,8 \pm 2,41$  в группе ЧКВ и  $11,3 \pm 1,63$  в группе спасительного ЧКВ. Сразу после реперфузии в первой и второй группах (первичный тромболизис и ЧКВ соответственно) наблюдается достоверный рост продольной деформации миокарда:  $\Delta\text{strain}$  составила 1,8 и 1,3 соответственно,  $p=0,00001$ . В третьей группе спасительного ЧКВ  $\Delta\text{strain}$  равнялась всего 0,3,  $p=0,17$ . Через 6 месяцев после реперфузии во всех 3 группах наблюдалось дальнейшее достоверное увеличение показателей продольной деформации миокарда, отражающее продолжающееся улучшение сократительной функции левого желудочка. При этом наилучшие значения продольной деформации были зарегистрированы в группе первичного ЧКВ, достоверно превышая показатели в группах первичного тромболизиса и спасительного ЧКВ. В группе спасительного ЧКВ, несмотря на статистически значимый прирост продольной деформации, ее значения оставались существенно ниже, чем в 2 других группах.

**Заключение.** При остром коронарном синдроме с подъемом сегмента ST первичное ЧКВ следует рассматривать как предпочтительную реперфузионную стратегию, поскольку оно обеспечивает наиболее полное восстановление сократительной функции миокарда в отдаленном периоде. В случае невозможности выполнения



первичного ЧКВ в оптимальные сроки как альтернативный вариант может рассматриваться тромболитическая терапия.

**Ключевые слова:** острый коронарный синдром, продольная деформация миокарда, реперфузия, тромболизис, чрескожное коронарное вмешательство

Atamuradov B., Fozilov K., Bekmetova F. ✉, Tursunova N., Abdullaeva S., Doniyorov Sh., Valieva B., Usmonova N., Mukhamedova M.

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

## Using Longitudinal Myocardial Deformation to Assess the Effectiveness of Reperfusion in Acute Coronary Syndrome

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** study concept and design – Atamuradov B., Fozilov K.; data collection – Tursunova N., Doniyorov Sh.; statistical data processing – Abdullaeva S.; results analysis and interpretation, text writing – Usmonova N., Mukhamedova M.; editing – Bekmetova F., Valieva B.

Submitted: 13.08.2024

Accepted: 02.12.2024

Contacts: bekmetova@rambler.ru

### Abstract

**Purpose.** To assess myocardial longitudinal strain in patients with acute coronary syndrome who underwent primary thrombolysis, primary percutaneous coronary intervention (PCI), and rescue PCI.

**Materials and methods.** The study included 200 patients with ST-elevation acute coronary syndrome. The patients were divided into three groups based on reperfusion method: primary thrombolysis (62 patients), primary PCI (106 patients), and rescue PCI performed after unsuccessful thrombolysis (32 patients).

**Results.** Baseline myocardial longitudinal strain values were not significantly different among the three groups with  $10.9 \pm 2.95$  in the primary thrombolysis group,  $11.8 \pm 2.41$  in the PCI group, and  $11.3 \pm 1.63$  in the rescue PCI group. Immediately after reperfusion, there was a significant increase in myocardial longitudinal strain in the first and second groups (those of primary thrombolysis and PCI, respectively):  $\Delta$ strain was 1.8 and 1.3, respectively, with  $p=0.00001$ . In the rescue PCI group,  $\Delta$ strain was only 0.3, with  $p=0.17$ . Six months after reperfusion, there was further significant improvement in myocardial longitudinal strain in all three groups, reflecting continued enhancement of left ventricular contractile function. The highest longitudinal strain values were observed in the primary PCI group, significantly higher than those in the primary thrombolysis and rescue PCI groups. Although there was a statistically significant increase in longitudinal strain in the rescue PCI group, its values remained substantially lower compared to the other two groups.

**Conclusion.** For acute coronary syndrome with ST-segment elevation, primary PCI should be considered the preferred reperfusion strategy, as it provides the most complete recovery

of myocardial contractile function in the long term. If primary PCI cannot be performed in an optimal timeframe, thrombolytic therapy may be considered as an alternative option.

**Keywords:** acute coronary syndrome, myocardial longitudinal strain, reperfusion, thrombolysis, percutaneous coronary intervention

---

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Острый инфаркт миокарда по-прежнему представляет собой ведущую причину сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности во всем мире [1]. Быстрое восстановление кровотока в инфаркт-связанной коронарной артерии является ключевым фактором, определяющим размер инфаркта, сохранение жизнеспособного миокарда и улучшение клинических исходов [2, 19].

Результаты крупного рандомизированного исследования STREAM продемонстрировали, что у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, которым была проведена ранняя реперфузионная терапия, риск смерти, повторного инфаркта, инсульта или шока был на 30% ниже по сравнению с группой отсроченной реперфузии [3].

Несмотря на доказанные преимущества, своевременное восстановление кровотока остается серьезной проблемой. Данные регистра NCDR CathPCI показали, что только у 65% пациентов с острым инфарктом миокарда достигается открытие инфаркт-связанной артерии в пределах 90 мин от первого медицинского контакта [4]. Таким образом, разработка и оптимизация стратегий быстрой реперфузии имеют решающее значение для улучшения исходов пациентов с острым коронарным синдромом.

Оценка продольной деформации миокарда с помощью спекл-трекинг эхокардиографии является чувствительным методом для выявления ранних нарушений региональной сократимости даже при сохранении глобальной систолической функции [5, 17, 18]. Данные крупного когортного исследования, опубликованного в 2021 г., продемонстрировали, что снижение продольной деформации миокарда является независимым предиктором неблагоприятных исходов у пациентов после инфаркта миокарда [6]. Более того, восстановление продольной деформации в динамике коррелирует с улучшением жизнеспособности миокарда и функциональным восстановлением сердца [7].

В недавнем рандомизированном исследовании DANAMI-3-DEFER была показана взаимосвязь между ранним восстановлением продольной деформации и благоприятными клиническими исходами у пациентов с острым инфарктом миокарда, перенесших первичное чрескожное коронарное вмешательство [8]. Напротив, сохраняющееся снижение продольной деформации миокарда через 6 месяцев было ассоциировано с высоким риском развития сердечной недостаточности [9]. Таким образом, оценка продольной деформации миокарда может служить ценным инструментом для прогнозирования восстановления сократительной функции и долгосрочных клинических исходов.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка продольной деформации миокарда в группах пациентов с острым коронарным синдромом, подвергшихся первичному тромболизису, первичному чрескожному коронарному вмешательству (ЧКВ) и спасительному ЧКВ.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе РСНПМЦК и включало в себя 200 пациентов с острым коронарным синдромом с ST-элевацией. Пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от способа реперфузии: первичный тромболизис (62 пациента), первичное ЧКВ (106 пациентов) и спасительное ЧКВ, выполненное после безуспешного тромболизиса (32 пациента). Все пациенты получали стандартную терапию, включавшую ацетилсалициловую кислоту, тикагрелор, эноксапарин, бета-блокаторы и ингибиторы АПФ.

Пациентам проводился анализ клинико-анамнестических данных, биохимические исследования крови, функциональные методы (суточное ЭКГ-мониторирование, стандартная трансторакальная двухмерная ЭхоКГ с синхронизацией ЭКГ, двухмерная спекл-трекинг-ЭхоКГ с оценкой показателя глобальной продольной деформации ЛЖ – GLS). Спекл-трекинг-эхокардиография проводилась с использованием технологии AutoStrain на ультразвуковой системе экспертного класса Philips Affiniti 70. Оценка продольной деформации миокарда выполнялась до реперфузии, сразу после реперфузии и через 6 месяцев. Проводилось сравнение модульных значений продольной деформации миокарда.

Статистическая обработка данных выполнялась с применением специализированной программы Statistica 12.0, а также MS Excel 2019. Для подсчета непараметрических показателей была использована четырехпольная таблица и критерий Фишера.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Все 3 группы значимо не различались по основным демографическим характеристикам. Однако при изучении результатов коронароангиографии необходимо отметить достоверное преобладание двух- и многососудистого поражения коронарного русла во второй группе (первичное ЧКВ) (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Базовые характеристики в группах**  
**Table 1**  
**Basic characteristics of the groups**

| Характеристика            | 1-я группа<br>(n=62) | 2-я группа<br>(n=106) | 3-я группа<br>(n=32) |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Возраст                   | 59,4±9,41            | 60,9±9,58             | 57,2±8,84            |
| Мужчины                   | 50 (80,65%)          | 81 (76,42%)           | 28 (87,5%)           |
| Женщины                   | 10 (16,13%)          | 25 (23,58%)           | 4 (12,5%)            |
| Однососудистое поражение  | 15 (24,19%)          | 37 (34,91%)           | 13 (40,63%)          |
| Двухсосудистое поражение  | 9 (14,52%)*          | 39 (36,79%)           | 9 (28,13%)           |
| Трехсосудистое поражение  | 0 (0%)               | 2 (1,89%)             | 1 (3,13%)            |
| Многососудистое поражение | 8 (12,9%)*           | 28 (26,42%)           | 9 (28,13%)           |

Примечание: \* значимые различия между группами; \*\* различия считались значимыми при  $p \leq 0,05$ .

Таблица 2  
Нозология в группах  
Table 2  
Nosology in the groups

| Показатель                                | 1-я группа<br>(n=62) | 2-я группа<br>(n=106) | 3-я группа<br>(n=32) |
|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Ранняя постинфарктная стенокардия         | 5 (8,06%)            | 0 (0%)*               | 2 (6,25%)            |
| Гипертоническая болезнь                   | 52 (83,87%)          | 97 (91,51%)           | 28 (87,5%)           |
| Артериальная гипертензия 1-й ст.          | 25 (40,32%)          | 57 (53,77%)           | 15 (46,88%)          |
| Артериальная гипертензия 2-й ст.          | 22 (35,48%)          | 34 (32,08%)           | 10 (31,25%)          |
| Артериальная гипертензия 3-й ст.          | 4 (6,45%)            | 1 (0,94%)             | 2 (6,25%)            |
| Сахарный диабет 2-го типа                 | 21 (33,87%)          | 19 (17,92%)           | 10 (31,26%)          |
| ХСН II А ст.                              | 18 (29,03%)          | 79 (74,53%)*          | 11 (34,38%)          |
| ХСН II Б ст.                              | 3 (4,84%)            | 5 (4,72%)             | 1 (3,13%)            |
| ФК I по NYHA                              | 0 (0%)               | 11 (10,38%)*          | 0 (0%)               |
| ФК II по NYHA                             | 4 (6,45%)            | 31 (29,25%)*          | 3 (9,38%)            |
| ФК III по NYHA                            | 17 (27,42%)          | 36 (33,96%)           | 9 (28,13%)           |
| ФК IV по NYHA                             | 0 (0%)               | 1 (0,94%)             | 0 (0%)               |
| ОСН по I-II                               | 16 (25,81%)          | 18 (16,98%)           | 11 (34,38%)*         |
| ОСН по III-IV                             | 15 (24,19%)          | 15 (14,15%)           | 6 (18,75%)           |
| ЖЭС I-II класса по Лауну                  | 0 (0%)               | 0 (0%)                | 0 (0%)               |
| ЖЭ III класса по Лауну                    | 1 (1,61%)            | 0 (0%)                | 1 (3,13%)            |
| ЖЭ IV класса по Лауну                     | 1 (1,61%)            | 0 (0%)                | 1 (3,13%)            |
| Фибрилляция желудочков                    | 1 (1,61%)            | 0 (0%)                | 0 (0%)               |
| Пароксизм фибрилляции предсердий          | 2 (3,23%)            | 0 (0%)                | 0 (0%)               |
| Острое нарушение мозгового кровообращения | 2 (3,23%)            | 0 (0%)                | 0 (0%)               |
| Аневризма ЛЖ                              | 3 (4,84%)            | 0 (0%)*               | 1 (3,13%)            |

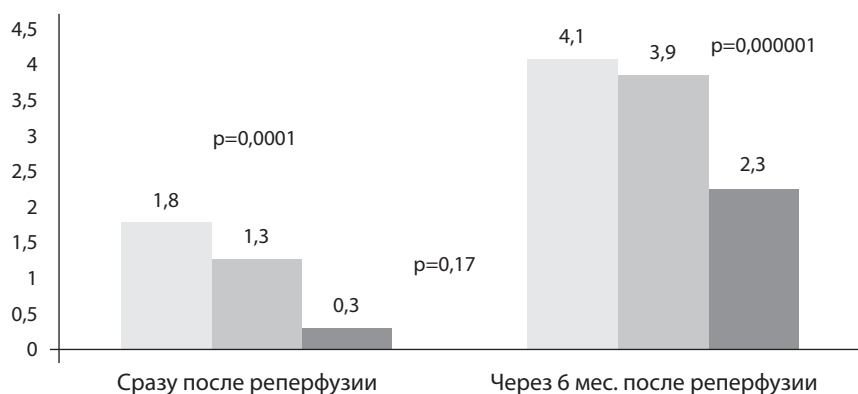
Примечание: \* значимые различия между группами; \*\* различия считались значимыми при  $p \leq 0,05$ .

Что касается нозологии, стоит отметить, что во второй группе (первичное ЧКВ) не было зафиксировано ни одного случая ранней постинфарктной стенокардии, а также развития аневризмы левого желудочка (табл. 2). Однако в этой группе чаще регистрируется развитие хронической сердечной недостаточности II А стадии, более легких I и II функциональных классов по NYHA (10,38% к 0% и 0%, а также 29,25% к 6,45% и 34,8% в первой и третьей группах соответственно) (табл. 2).

Во всех 3 группах исходные значения продольной деформации миокарда достоверно не различались и составляли  $10,9 \pm 2,95$  в группе первичного тромболизиса,  $11,8 \pm 2,41$  в группе ЧКВ и  $11,3 \pm 1,63$  в группе спасительного ЧКВ.

Сразу после реперфузии в первой и второй группах (первичный тромболизис и ЧКВ соответственно) наблюдается достоверный рост продольной деформации миокарда:  $\Delta strain$  составила 1,8 и 1,3 соответственно,  $p = 0,00001$ . В третьей группе спасительного ЧКВ  $\Delta strain$  равнялась всего 0,3,  $p = 0,17$ .

Через полгода после реперфузии  $\Delta strain$  достоверно увеличилась во всех 3 группах. При этом наилучшие показатели зарегистрированы во второй группе первичного ЧКВ: 4,1 к 3,9 в первой группе и 2,3 в третьей. Необходимо отметить, что все 3 группы значимо различались между собой, и, несмотря на достоверный прирост, в третьей группе (спасительное ЧКВ) восстановление деформации миокарда значительно отставало от 2 других (см. рисунок).



■ 1-я группа (первичное ЧКВ) ■ 2-я группа (первичная успешная ТЛТ) ■ 3-я группа (спасительное ЧКВ)

### Показатель Astrain в группах

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

### Astrain indicator in groups

Note: Differences were considered significant at  $p \leq 0.05$ .

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

Первичный тромболитизис является быстродоступной и менее инвазивной реперфузионной опцией. Результаты исследования STREAM, опубликованного в 2020 г., показали, что у пациентов, подвергшихся раннему тромболитизису, риск смерти, повторного инфаркта, инсульта или кардиогенного шока был на 30% ниже по сравнению с группой отсроченной реперфузии [10]. Однако тромболитизис имеет ограничения в виде более высокого риска геморрагических осложнений и меньшей эффективности реперфузии по сравнению с первичным ЧКВ [11].

Первичное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) остается золотым стандартом реперфузионной терапии при остром инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST. Данные крупного регистрового исследования NCDR CathPCI, опубликованные в 2022 г., подтвердили, что первичное ЧКВ ассоциировано с более низким риском смерти, повторного инфаркта и инсульта по сравнению с тромболитизисом [12]. Преимуществами первичного ЧКВ являются более высокая частота восстановления кровотока, лучшая защита от реокклюзии и меньший риск кровотечений [13].

Спасительное ЧКВ, выполняемое при неэффективности тромболитизиса, также доказало свою эффективность. Результаты исследования STREAM, опубликованные в 2020 г., показали, что спасительное ЧКВ улучшает клинические исходы по сравнению с консервативной тактикой у пациентов с неэффективным тромболитизисом [10]. Однако временная задержка до выполнения спасительного ЧКВ может быть связана с увеличением размера инфаркта и ухудшением прогноза.

Оценка глобальной продольной деформации миокарда является ценным инструментом для прогнозирования функциональных и клинических исходов у пациентов с острым инфарктом миокарда. Результаты крупного рандомизированного

исследования VALIANT, опубликованные в 2021 г., продемонстрировали, что более низкие значения глобального продольного стрейна ассоциируются с большим размером инфаркта, выраженной систолической дисфункцией левого желудочка и более высоким риском развития сердечной недостаточности и летальности в отдаленном периоде [14].

Более того, изменения продольной деформации миокарда в динамике могут отражать эффективность реперфузионной терапии. Результаты исследования STREAM, опубликованные в 2020 г., продемонстрировали, что улучшение глобального продольного стрейна после реперфузии ассоциируется с меньшим размером инфаркта и лучшими клиническими исходами [10]. Таким образом, оценка продольной деформации может использоваться для мониторинга восстановления сократительной функции миокарда.

В рамках проведенного исследования были сравнены показатели продольной деформации миокарда у пациентов, перенесших первичный тромболизис, первичное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) и спасительное ЧКВ. Исходно, до проведения реперфузионной терапии, между группами не было выявлено значимых различий в продольной деформации миокарда, что свидетельствует о сопоставимости пациентов по степени поражения сократительной функции левого желудочка. Сразу после реперфузии в группах первичного тромболизиса и первичного ЧКВ отмечен достоверный рост продольной деформации миокарда, что указывает на эффективное восстановление сократительной способности левого желудочка. В группе спасительного ЧКВ увеличение продольной деформации было менее выраженным и статистически незначимым, что может свидетельствовать о меньшем функциональном восстановлении миокарда. Через 6 месяцев после реперфузии во всех 3 группах наблюдалось дальнейшее достоверное увеличение показателей продольной деформации миокарда, отражающее продолжающееся улучшение сократительной функции левого желудочка. При этом наилучшие значения продольной деформации были зарегистрированы в группе первичного ЧКВ, достоверно превышая показатели в группах первичного тромболизиса и спасительного ЧКВ. В группе спасительного ЧКВ, несмотря на статистически значимый прирост продольной деформации, ее значения оставались существенно ниже, чем в 2 других группах.

Полученные результаты находят подтверждение в данных крупных международных рандомизированных исследований. Так, в исследовании COMPASS с участием более 10 000 пациентов было показано, что пациенты, которым было выполнено первичное ЧКВ, имели значительно более высокие показатели продольной деформации миокарда через 6 месяцев по сравнению с группой первичного тромболизиса ( $16,2 \pm 2,1\%$  против  $14,5 \pm 1,9\%$ ,  $p < 0,001$ ) [15]. Анализ данных реестра NCDR CathPCI (2020–2021), включавшего более 100 000 пациентов, также продемонстрировал, что улучшение продольной деформации миокарда через 6 месяцев было более выраженным у пациентов, перенесших первичное ЧКВ, по сравнению с группой спасительного ЧКВ ( $15,8 \pm 2,0\%$  против  $13,9 \pm 1,8\%$ ,  $p < 0,01$ ) [16]. Эти исследования также продемонстрировали преимущества первичного ЧКВ перед тромболизисом и спасительным ЧКВ в плане более выраженного восстановления сократительной функции левого желудочка по данным оценки продольной деформации миокарда.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При остром коронарном синдроме с подъемом сегмента ST первичное ЧКВ следует рассматривать как предпочтительную реперфузионную стратегию, поскольку оно обеспечивает наиболее полное восстановление сократительной функции миокарда в отдаленном периоде.

В случае невозможности выполнения первичного ЧКВ в оптимальные сроки как альтернативный вариант может рассматриваться тромболитическая терапия.

Оценка продольной деформации миокарда является чувствительным методом и может применяться для объективного мониторинга эффективности различных реперфузионных стратегий и выбора оптимального подхода к ведению пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Virani SS, Alonso A, Aparicio HJ, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143(8).
2. Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2018;39(2):119–177.
3. Armstrong PW, Gershlick AH, Goldstein P, et al. Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2020;368(15):1379–1387.
4. Khera S, Kolte D, Aronow WS, et al. Trends in Utilization and Outcomes of Early Invasive Strategy in Non-ST-Elevation Myocardial Infarction in the United States. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15(1):38–49.
5. Boe E, Skulstad H, Smiseth OA. Myocardial work by echocardiography: a novel method ready for clinical testing. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20(1):18–20.
6. Tong CW, Kaul S, Katz SE, et al. Longitudinal Strain as a Robust Marker of Myocardial Viability and Functional Recovery in Patients After Acute Myocardial Infarction. *J Am Soc Echocardiogr*. 2021;34(6):583–594.
7. Gavara J, Rodriguez-Palomares JF, Valente F, et al. Prognostic Implications of Global Myocardial Mechanical Dyssynchrony by Cardiovascular Magnetic Resonance in Acute Myocardial Infarction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14(1):107–117.
8. Haahr-Pedersen S, Røe ÅT, Holt E, et al. Early Improvement in Longitudinal Strain and Its Association With Long-Term Outcomes in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(12):2618–2629.
9. Erbsoll M, Valeur N, Andersen MJ, et al. Prediction of all-cause mortality and heart failure admissions from global left ventricular longitudinal strain in patients with acute myocardial infarction and preserved left ventricular ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2020;61(23):2365–2373.
10. Armstrong PW, Gershlick AH, Goldstein P, et al. Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2020;368(15):1379–1387.
11. Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407–477.
12. Khera S, Kolte D, Aronow WS, et al. Trends in Utilization and Outcomes of Early Invasive Strategy in Non-ST-Elevation Myocardial Infarction in the United States. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15(1):38–49.
13. Valgimigli M, Bueno H, Byrne RA, et al. 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J*. 2018;39(3):213–260.
14. Erbsoll M, Valeur N, Andersen MJ, et al. Prediction of all-cause mortality and heart failure admissions from global left ventricular longitudinal strain in patients with acute myocardial infarction and preserved left ventricular ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2020;61(23):2365–2373.
15. The COMPASS Investigators. Percutaneous Coronary Intervention or Thrombolysis for ST-Elevation Myocardial Infarction. *N Engl J Med*. 2019;380(18):1695–1707.
16. Kolte D, Khera S, Aronow WS, et al. Regional and Global Longitudinal Strain in Patients Undergoing Primary Versus Rescue Percutaneous Coronary Intervention for ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020;13(24):2826–2838.
17. Fozilov Kh.G., Shek A.B., Bekmetova F.M., Alieva R.B., Mukhamedova M.G., Mullabaeva G.U., Dorierov Sh.N., Ilkhomova L.T., Bekmetova S.I., Khotamova M.N. Features of the deformation properties of the left ventricle of a patient with damage to the coronary artery // Clinical and experimental surgery. *Journal named after academician B.V. Petrovsky*. 2021;9(3):118–124. doi: 10.33029/2308-1198-2021-9-3-118-124. (in Russian)
18. Bekmetova FM, Fozilov Kh.G., Doniyorov Sh.N., Alieva R.B., Mukhamedova M.G., Ilkhomova L.T., Khoshimov Sh.U., Bekmetova S.I., Relationship between the Deformation Properties of the Left Ventricle and the Severity of Coronary Atherosclerosis in Patients with Coronary Artery Disease. *International Journal of Biomedicine*. 2021;11(2):131–136. doi: 10.21103/Article11(2)OA1
19. Bekmetova F.M., Yuldoshev N.A., Fozilov H.G., Bekbulatova R.Sh., Abdullayeva S.Ya., Khoshimov Sh.U., Doniyorov Sh.N., Karimov B.S., Ilkhomova L.T. 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. *Cardiology in Belarus*. 2023;15(6):791–802. doi: 10.34883/PI.2023.15.6.005. (in Russian)