



УДК 616.127-005.8-036.8-037-073.43-8
https://doi.org/10.20538/1682-0363-2024-1-69-76



Роль спекл-трекинг эхокардиографии в трехмерном режиме для прогнозирования отдаленных исходов после первого инфаркта миокарда

Тимофеева Т.М.^{1,2}, Ефимова В.П.², Сафарова А.Ф.^{1,2}, Кобалава Ж.Д.¹

¹ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН)
Россия, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8

² Городская клиническая больница (ГКБ) им. В.В. Виноградова ДЗМ
Россия, 117292, г. Москва, ул. Вавилова, 61

РЕЗЮМЕ

Цель: определение роли параметров эхокардиографии в 3D-режиме (3D-ЭхоКГ) в прогнозе развития сердечно-сосудистых осложнений в отдаленном периоде у пациентов с первым острым инфарктом миокарда (ОИМ).

Материалы и методы. В проспективное одноцентровое наблюдательное исследование включены 46 пациентов с первым ОИМ, успешным чрескожным коронарным вмешательством без анамнеза сердечной недостаточности (СН), одышки при поступлении. Обследование пациентов выполняли в соответствии с российскими стандартами оказания медицинской помощи, дополнительно выполняли трехмерную эхокардиографию и определяли мозговой натрийуретический гормон (NT-proBNP). Основными оцениваемыми исходами были госпитализация с СН, сердечно-сосудистая смерть и комбинированная конечная точка. Медиана периода наблюдения – 554 сут, IQR 550–785.

Результаты. За период наблюдения зарегистрировано девять госпитализаций с СН, три сердечно-сосудистые смерти, 12 комбинированных точек. Влияния параметров 3D-ЭхоКГ на развитие сердечно-сосудистой смерти и комбинированной конечной точки не получено. Оценивали влияние изучаемых параметров на развитие СН в течение периода наблюдения, потребовавшей госпитализации. Выявлено статистически значимое повышение индекса сферичности левого желудочка в группе пациентов с зарегистрированным исходом. Выявлены значимые прямые корреляционные связи объемных показателей левого желудочка с назначением диуретиков в постгоспитальном периоде; госпитализации с СН в постинфарктном периоде с уровнем NT-proBNP, объемом левого предсердия и продолжительностью индексной госпитализации, срока бессобытийной выживаемости с элевацией ST; отрицательная корреляционная связь радиальной деформации с назначением диуретиков в постгоспитальном периоде. Выявлены предикторы госпитализации с СН в постинфарктном периоде – показатели радиальной деформации, а также деформации площади и циркулярной деформации, которые вошли в модель расчета риска наступления изучаемого исхода.

Заключение. У пациентов с первым ОИМ при отсутствии клинических признаков СН для расчета риска госпитализации с СН в течение 550 сут после ИМ целесообразно учитывать уровень радиальной деформации и использовать прогностическую модель (1), включающую показатели циркулярной деформации и деформации площади (по данным 3D-ЭхоКГ).

Ключевые слова: трехмерная эхокардиография, инфаркт миокарда, сердечная недостаточность

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

✉ Тимофеева Татьяна Михайловна, timtan@bk.ru

Соответствие принципам этики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено комитетом по этике Медицинского института РУДН.

Для цитирования: Тимофеева Т.М., Ефимова В.П., Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д. Роль спекл-трекинг эхокардиографии в трехмерном режиме для прогнозирования отдаленных исходов после первого инфаркта миокарда. *Бюллетень сибирской медицины*. 2024;23(1):69–76. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2024-1-69-76>.

The role of 3D speckle-tracking echocardiography in predicting long-term outcomes after a first myocardial infarction

Timofeeva T. M.^{1,2}, Efimova V.P.², Safarova A. F.^{1,2}, Kobalava Zh.D.¹

¹ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University)
8, Mikluho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russian Federation

² Vinogradov City Clinical Hospital
61, Vavilova Str., Moscow, 117292, Russian Federation

ABSTRACT

Aim. To determine the role of 3D echocardiography parameters in the prognosis of long-term cardiovascular complications in patients with a first acute myocardial infarction (AMI).

Materials and methods. A prospective, single-center, observational study included 46 patients with a first AMI and successful PCI without a history of heart failure (HF) and shortness of breath upon admission. The examination of patients was performed in accordance with the Russian standards of medical care provision. Additionally, 3D echocardiography was performed, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) was determined. The main outcomes assessed were hospitalization with HF, sudden cardiac death, and combined endpoint. Median follow-up was 554 days (IQR 550–785).

Results. During the follow-up period, 9 hospitalizations with HF, 3 sudden cardiac deaths, and 12 combined endpoints were registered. The effect of 3D echocardiography parameters on the development of sudden cardiac death and combined endpoint has not been revealed. The effect of the studied parameters on the development of HF during the follow-up period that required hospitalization was evaluated. A statistically significant increase in the LV sphericity index was revealed in the group of patients with the registered outcome. We found significant direct correlations of left ventricular volume indices with prescription of diuretics in the post-discharge period; hospitalization with HF in the post-infarction period with the level of NT-pro-BNP, left atrial volume with the duration of index hospitalization, duration of eventless survival with ST elevation. We found a negative correlation of radial strain with prescription of diuretics in the post-discharge period. Predictors of hospitalization with HF in the post-infarction period were identified – parameters of radial strain, area strain, and circumferential strain, which were included in the model for calculating the risk of the outcome under study.

Conclusion. In patients with the first AMI in the absence of clinical signs of HF, to calculate the risk of hospitalization with HF within 550 days after MI, it is advisable to take into account the level of radial strain and use a prognostic model (1), including parameters of circumferential and area strain (according to 3D echocardiography data).

Keywords: three-dimensional echocardiography, myocardial infarction, heart failure

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Source of financing. The authors state that they received no funding for the study.

Conformity with the principles of ethics. All individuals signed an informed consent to participate in the study. The study was approved by the Ethics Committee at RUDN University.

For citation: Timofeeva T.M., Efimova V.P., Safarova A.F., Kobalava Zh.D. The role of 3D speckle-tracking echocardiography in predicting long-term outcomes after a first myocardial infarction. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2024;23(1):69–76. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2024-1-69-76>.

ВВЕДЕНИЕ

Острый инфаркт миокарда (ОИМ) сопряжен с высоким риском развития неблагоприятных исходов: более половины выживших пациентов нуждаются в повторной госпитализации в течение этого же года [1]. Одним из ключевых факторов в формировании неблагоприятного прогноза является снижение функции левого желудочка (ЛЖ) [2], традиционно оцениваемой по фракции выброса (ФВ) ЛЖ [3]. Однако этот общепринятый показатель имеет ряд существенных ограничений, в том числе значимая меж- и внутриоператорская вариабельность, недооценка субклинической дисфункции миокарда ЛЖ. На ранней стадии недостаточность одних мышечных слоев сердца компенсируется другими, что способствует относительному сохранению ФВ ЛЖ. В последние десятилетия для более тонкой оценки систолической функции сердца используется трехмерная эхокардиография (3D-ЭхоКГ) с оценкой продольной, циркулярной, радиальной деформации и параметров ротации ЛЖ в режиме спекл-трекинг. Кроме того, определение объема ЛЖ, индекса сферичности при 3D-ЭхоКГ дает более корректные данные, свидетельствующие о раннем постинфарктном ремоделировании [4–8].

Таким образом, целью нашего исследования явилось определение роли параметров 3D-ЭхоКГ в прогнозе развития сердечно-сосудистых осложнений в отдаленном периоде у пациентов с первым ОИМ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективное одноцентровое наблюдательное исследование включены 46 пациентов, госпитализированных в ОРИТ ГБУЗ ГКБ им. В.В. Виноградова. Критерии включения: первый ОИМ, диагностированный в соответствии с четвертым универсальным определением ИМ [3]; успешное первичное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) у пациентов с ИМ с подъемом сегмента ST (ИМпST), ранним (в течение 24 ч) ЧКВ у пациентов с ИМ без подъема сегмента ST (ИМбпST), т.е. достижение кровотока ТИМІ III в пораженном сосуде; отсутствие анамнеза сердечной недостаточности (СН), одышки при поступлении, Killip I.

Критерии невключения: применение диуретиков и вазопрессоров, патология легких, развитие осложнений ОИМ (разрыв межжелудочковой перегородки, отрыв папиллярной мышцы), тяжелые нарушения ритма и проводимости сердца на момент включения, в том числе фибрилляция (трепетание) предсердий.

Исследование соответствует этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской

декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической практики в Российской Федерации». Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено комитетом по этике Медицинского института РУДН.

У всех пациентов, включенных в исследование, при поступлении проводили сбор анамнеза, стандартное физическое обследование, электрокардиографию, рентгенологическое исследование органов грудной полости, эхокардиографию (ЭхоКГ), коронароангиографию и ангиопластику со стентированием коронарных артерий. Лабораторные исследования выполняли в соответствии с российскими стандартами оказания медицинской помощи: общий и биохимический анализ крови, в том числе определяли уровень тропонина I при поступлении и через 6–12 ч после госпитализации, дополнительно – мозговой натрийуретический гормон (NT-proBNP).

ЭхоКГ выполняли на аппарате экспертного класса Vivid E90 (GE Healthcare, США) при выписке с последующей постобработкой на станции EchoPAC™ (GE Healthcare, США) с полуавтоматической оценкой ФВ ЛЖ. Диастолическую функцию ЛЖ оценивали в соответствии с современными рекомендациями [9].

Все пациенты в госпитальном периоде и в течение 1 года после выписки находились на стандартной двойной антиагрегантной терапии до и после вмешательства.

Основными оцениваемыми исходами были госпитализация с СН, сердечно-сосудистая смерть и комбинированная конечная точка. Данные были получены в единой медицинской информационно-аналитической системе, а также по данным телефонных контактов за период наблюдения (фиксированный период наблюдения 550 сут; медиана периода наблюдения (случайное цензурирование) – 554 сут (IQR 550–785)).

Статистический анализ данных проводился с использованием программного обеспечения SPSS (версия 23.0). Количественные переменные представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$) (при нормальном распределении) или медианы и интерквартильного размаха ($Me [IQR]$) (при асимметричном распределении). Достоверность различий между двумя группами по количественным переменным оценивали при помощи *U*-критерия Манна – Уитни (при нормальном распределении) или при помощи *t*-критерия Стьюдента (при асимметричном распределении); по качественным переменным – при помощи критериев

хи-квадрат Пирсона (χ^2) или точного критерия Фишера в зависимости от минимального предполагаемого числа. Значимым считали $p < 0,05$.

Направление и силу корреляции между показателями оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена (непараметрический корреляционный анализ). Зависимость бинарных показателей от количественных и категориальных выявлялась методом бинарной логистической регрессии (одно- и многофакторный анализ) с определением отношения шансов. Для оценки прогностического значения использовали ROC-анализ с определением площади под ROC-кривой (AUC). Влияние изучаемых параметров на риск развития конечных точек оценивали при одно- и многофакторном регрессионном анализе Кокса с определением отношения рисков (HR). Количественные показатели с отрицательными значениями анализировали по модулю.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинико-демографическая, лабораторная, ЭхоКГ характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Для выявления предикторов развития неблагоприятных исходов пациенты были разделены на группы с зарегистрированными исходами и без них. За период наблюдения зарегистрировано девять госпитализаций с СН, три сердечно-сосудистые смерти, 12 комбинированных точек. Влияния параметров 3D-ЭхоКГ на развитие сердечно-сосудистой смерти

и комбинированной конечной точки не получено. Оценивали влияние изучаемых параметров на развитие СН в течение периода наблюдения, потребовавшей госпитализации. Выявлено статистически значимое повышение индекса сферичности ЛЖ в группе пациентов с зарегистрированным исходом (табл. 2).

Таблица 1

Характеристика пациентов, $n = 46$	
Показатель	Значение
Возраст, лет, $M \pm SD$	61,13 \pm 8,84
Мужчины, n (%)	32 (69,6)
Индекс массы тела, кг/м ² , $M \pm SD$	28,26 \pm 3,99
Курение, n (%)	18 (39,1)
САД/ДАД, мм рт. ст., $M \pm SD$	141,10 \pm 23,86 / 81,84 \pm 12,76
Фибрилляция предсердий в анамнезе, n (%)	3 (6,5%)
ИМпСТ, n (%)	12 (26,1)
Передний ИМ, n (%)	22 (47,8)
Однососудистое поражение, n (%)	14 (30,4)
Сахарный диабет 2-го типа, n (%)	10 (21,7)
Дислипидемия, n (%)	20 (43,5)
Глюкоза, ммоль/л, Me [IQR]	6,89 [5,59; 8,70]
NT-proBNP, пг/мл, Me [IQR]	580,0 [264,60; 989,00]
Тропонин 1, нг/мл, Me [IQR]	0,26 [0,03; 4,65]
Тропонин 2, нг/мл, Me [IQR]	7,79 [1,54; 30,61]

Примечание. САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; тропонин 1 – при поступлении в реанимационное отделение; тропонин 2 – через 6–12 ч после госпитализации.

Таблица 2

Сравнительная характеристика пациентов с СН с госпитализацией и без нее в отдаленном периоде ИМ, $n = 46$			
Показатель	Госпитализация с СН, $n = 9$	Без исхода, $n = 37$	p
Возраст, лет, Me [IQR]	63,0 [61,0; 73,0]	61,0 [57,0; 66,0]	0,146
Мужской пол, n (%)	6 (66,7)	26 (70,3)	0,975
ИМТ кг/м ² , $M \pm SD$	27,60 \pm 3,27	28,48 \pm 4,60	0,613
Курение, n (%)	3 (33,3)	18 (48,6)	0,539
ГБ, n (%)	9 (100,0)	27 (73,0)	0,172
Дислипидемия, n (%)	7 (77,8)	13 (35,1)	0,290
Однососудистое поражение, n (%)	3 (33,3)	11 (29,7)	0,833
Многососудистое поражение, n (%)	6 (66,7)	26 (70,3)	0,833
ИМпСТ, n (%)	3 (33,3)	9 (24,3)	0,581
ФВ ЛЖ при поступлении, %, Me [IQR]	47,0 [45,0; 54,0]	50,0 [45,0; 52,0]	0,845
ФВ ЛЖ при выписке, %, Me [IQR]	52,0 [45,0; 54,0]	54,0 [51,0; 58,0]	0,265
ИОЛП, мл/м ² , Me [IQR]	27,0 [22,0; 40,0]	28,0 [21,0; 31,0]	0,454
E/e' , Me [IQR]	6,6 [5,6; 7,2]	6,5 [5,7; 7,9]	0,825
СДЛА, мм рт. ст., Me [IQR]	28,0 [25,0; 36,0]	21,0 [14,0; 27,0]	0,108
3D ФВ ЛЖ, %, Me [IQR]	51,0 [47,0; 54,0]	51,0 [48,0; 55,0]	0,617
3D SpI, $M \pm SD$	0,38 \pm 0,04	0,33 \pm 0,07	0,025*
3D КДО ЛЖ, мл, Me [IQR]	106,0 [99,0; 152,0]	113,0 [98,0; 140,0]	0,901
3D КСО ЛЖ, мл, Me [IQR]	52,00 [46,0; 78,0]	57,0 [48,0; 66,0]	0,945
3D МОК/СВ, л/мин, Me [IQR]	4,5 [3,8; 4,6]	4,1 [3,6; 4,7]	0,438
2D-GLS, %, Me [IQR]	-14,0 [-14,0; -12,0]	-14,6 [-17,0; -11,0]	0,290
3D-GLS, %, Me [IQR]	-11,0 [-13,0; -7,0]	-9,0 [-13,0; -7,0]	0,738
3D-циркулярная деформация, %, Me [IQR]	-11,0 [-13,0; -6,0]	-12,0 [-15,0; -10,0]	0,309

Показатель	Госпитализация с СН, $n = 9$	Без исхода, $n = 37$	p
3D-деформация площади, %, $Me [IQR]$	$-18,84 \pm 7,21$	$-18,8 \pm 4,97$	0,987
3D-радиальная деформация, %, $Me [IQR]$	$28,00 \pm 12,87$	$27,86 \pm 9,26$	0,971
3D-кручение, °, $Me [IQR]$	3,56 [1,3; 7,3]	4,30 [1,8; 8,1]	0,504
3D-скручивание, %/см, $Me [IQR]$	0,90 [0,30; 1,15]	1,10 [0,6; 1,4]	0,319

Примечание. ИМТ – индекс массы тела; ГБ – гипертоническая болезнь; ИОЛП – индексированный объем левого предсердия; E/e' – соотношение скорости раннего наполнения левого желудочка к скорости движения фиброзного кольца митрального клапана в фазу раннего наполнения; СДЛА – систолическое давление в легочной артерии; Spl – индекс сферичности левого желудочка; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка; МОК/СВ – минутный объем крови/сердечный выброс; GLS – глобальная продольная деформация. * различия показателей статистически значимы.

Полученные ассоциации клинических данных с параметрами 3D-ЭхоКГ в исследуемой группе по данным корреляционного анализа представлены табл. 3.

Таблица 3

Ассоциации параметров 3D-эхокардиографии			
3D-параметр	Показатель	R	p^*
3D-КДО ЛЖ	ИМТ	0,324	0,028
	Назначение антагонистов минералкортикоидов в постгоспитальном периоде	0,303	0,041
3D-КСО ЛЖ	2D-GLS	-0,520	< 0,001
	Диуретики в постгоспитальном периоде	0,370	0,011
3D-Spl	ГБ в анамнезе	0,455	0,001
Радиальная деформация	ИМТ	-0,303	0,040
	Диуретики в постгоспитальном периоде	-0,469	0,001
Госпитализация с СН	Уровень NT-pro-BNP	0,399	0,026
	ИОЛП > 34 мл/м ²	0,422	0,003
	Продолжительность индексной госпитализации	0,338	0,022
Срок бессобытийной выживаемости	Подъем сегмента ST при поступлении	-0,805	0,050

*корреляционная связь статистически значима.

Для выявления предикторов развития изучаемой конечной точки методом бинарной логистической регрессии была разработана прогностическая модель с использованием показателей 3D-ЭхоКГ (анализ также включал значимые факторы риска СН, подъем сегмента ST, локализацию ИМ, количество пораженных коронарных артерий, уровни NT-proBNP, тропонина, ФВ ЛЖ, параметры диастолической функции ЛЖ, 2D-GLS, все показатели 3D-эхокардиографии). Выявленная зависимость описывается уравнением (1):

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}} \times 100\%$$

$$z = 2,615 - 0,102 \times CS - 0,286 \times AS$$

где P – вероятность развития СН, требующей госпитализации (%), CS – показатель циркулярной деформации (%), AS – показатель деформации площади (%).

Полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p = 0,004$). Исходя из коэффициента детерминации Найджелкерка, модель (1) определяет 35,4% дисперсии вероятности госпитализации с СН. Согласно значениям регрессионных коэффициентов, показатели циркулярной деформации и деформации площади имеют обратную связь с вероятностью госпитализации с СН. Характеристики факторов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики связи предикторов модели (1) с вероятностью госпитализации с СН в отдаленном периоде наблюдения у пациентов после первого ОИМ		
Показатель	ОШ; 95%-й ДИ	p
Циркулярная деформация, %	0,40; 0,20–0,80	0,010*
Деформация площади, %	0,60; 0,41–0,89	0,012*

Примечание. ОШ – отношение шансов; ДИ – доверительный интервал. * влияние предиктора статистически значимо.

Таким образом, при увеличении показателя циркулярной деформации на 1% шанс госпитализации с СН в течение 1,5 лет после первого ОИМ уменьшается в 2,49 раза; при увеличении показателя деформации площади на 1% шанс госпитализации с СН уменьшается в 1,67 раза.

На рис. 1 сопоставлены значения скорректированного отношения рисков с 95%-м ДИ для изучаемых факторов, вошедших в модель (1).

Пороговое значение логистической функции P (1) было определено с помощью метода анализа ROC-кривых. Полученная кривая представлена на рис. 2.

Площадь под ROC-кривой составила $0,85 \pm 0,09$ (95%-й ДИ: 0,68–1,00). Значение логистической функции (1) в точке cut-off составило 26,6%. При значениях P (1) выше или равных 26,6% определялся высокий риск госпитализации с СН, а при меньших значениях P (1) – низкий риск. Чувствительность и специфичность модели (1) при данном пороговом значении составили 77,8 и 89,2% соответственно.

Таблица 5

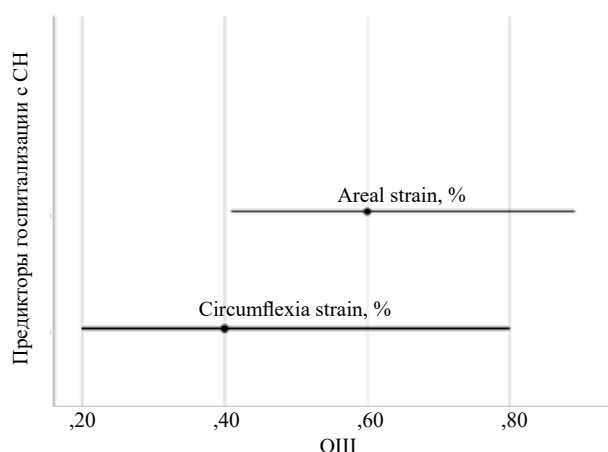
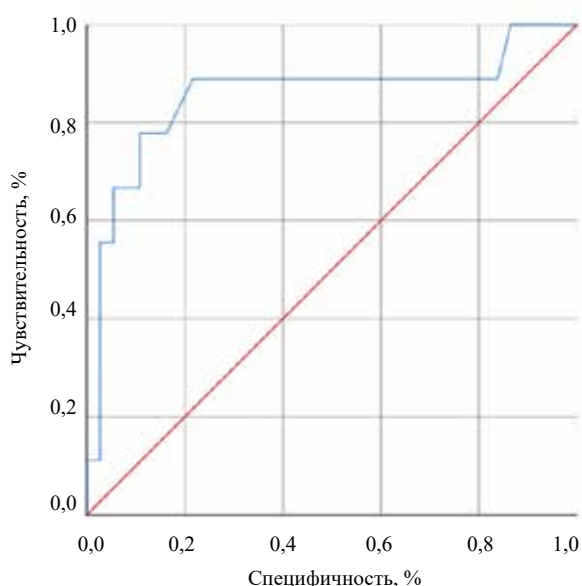


Рис. 1. Оценка отношения рисков с 95%-м ДИ для изучаемых предикторов модели (1) госпитализации с СН



$P_2 > 26,6\%$; чувствительность 77,8%, специфичность 89,2%, $p = 0,026$, $AUC = 0,85$

Рис. 2. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности госпитализации с СН от значений прогностической функции (1)

В табл. 5 представлен пример использования прогностической модели (1) у двух пациенток с первым ОИМ. Мы рассчитали значения логистической регрессии P (1) с учетом значений предикторов и сделали вывод о высоком и низком риске. У пациентки 2 с высоким по результатам использования модели риском была зарегистрирована госпитализация с СН на 291-е сут наблюдения.

При однофакторном анализе зависимости изменения рисков госпитализации с СН от параметров 3D-ЭхоКГ с помощью метода регрессии Кокса были получены статистически значимые предикторы развития данной конечной точки (табл. 6).

Пример использования прогностической модели (1)		
Показатель	Пациентка 1 Женщина, 64 года, ГБ в анамнезе, ИМпСТ, однососудистое поражение	Пациентка 2 Женщина, 58 лет, ГБ в анамнезе, ИМпСТ, однососудистое поражение
NT-proBNP, пг/мл	556	630
Тропонин 1, 2, нг/мл	0,98–1,46	0,76–1,72
ЭхоКГ	ИОЛП 29 мл/м ² (< 34 мл/м ²) Исходная ФВ ЛЖ 44% 2D GLS 16% CS 12,2% AS 18,8%	ИОЛП 32 мл/м ² (< 34 мл/м ²) Исходная ФВ ЛЖ 40% 2D GLS 10% CS 6% AS 9,8%
Значение p	$z = 2,615 - 0,102 \times 12,2 - 0,286 \times 18,8 = -4$ $e^{(-4)} = e^4 = 54,9$ $p = 1/55,9 = 1,8\%$ (<23,8%) Риск низкий	$z = 2,615 - 0,102 \times 6 - 0,286 \times 9,8 = -0,8$ $e^{(-0,8)} = e^{0,8} = 2,23$ $p = 1/3,23 = 31,0\%$ (>23,8%) Риск высокий
Госпитализация с СН	Не зарегистрирована	Зарегистрирована через 291 сут

Таблица 6

Характеристики предикторов госпитализации с СН в отдаленном периоде наблюдения у пациентов после первого ОИМ		
Показатель	HR; 95%-й ДИ	p
Циркулярная деформация, %	0,76; 0,597–0,968	0,026*
Радиальная деформация, %	0,91; 0,831–0,995	0,039*

Примечание. HR – hazard ratio, отношение риска.
* влияние предиктора статистически значимо.

Согласно полученным данным, при повышении показателя циркулярной деформации на 1% риски развития исходной точки снижаются в 1,32 раза, радиальной деформации – в 1,1 раза.

ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании у пациентов с первым ОИМ с подъемом сегмента ST и без него в анамнезе СН изучены неинвазивные параметры объемов, геометрии и деформации миокарда ЛЖ по данным 3D-ЭхоКГ и установлена их прогностическая ценность в отношении развития сердечно-сосудистых осложнений в течение 1,5 лет.

У пациентов, госпитализированных с СН в течение 1,5 лет после ОИМ, показано значимое повышение индекса сферичности ЛЖ по данным 3D-ЭхоКГ. Этот результат согласуется с исследованием H.F. Mannaerts и соавт., в которое были включены 33 пациента с ОИМ; наблюдение продолжалось в течение 12 мес. Отмечено, что индекс сферичности является наиболее сильным эхокардиографическим

предиктором неблагоприятного постинфарктного ремоделирования ЛЖ [6].

В исследовании R.K. Ola и соавт. также была показана информативность 3D-параметров, а именно конечно-диастолического объема ЛЖ и индекса сферичности как предикторов ремоделирования миокарда. Эти показатели были исследованы авторами на 7-е сут и через 6 мес после острого ИМпСТ. Наличие неблагоприятного ремоделирования определялось как увеличение КДО ЛЖ, измеренного с помощью 3D-ЭхоКГ, на 15% и более через 6 мес. Получено, в частности, что индекс сферичности в группе с неблагоприятным постинфарктным ремоделированием был значимо больше, чем в группе с сохранным ЛЖ ($0,41 \pm 0,05$ и $31 \pm 0,05$ соответственно; $p < 0,001$), но снижался в обеих группах через 6 мес наблюдения ($0,35 \pm 0,05$ и $28 \pm 0,05$ соответственно; $p < 0,001$). Таким образом, авторы делают вывод, что определение индекса сферичности позволяет на раннем этапе выявить пациентов с высоким риском развития неблагоприятного ремоделирования миокарда после ОИМ [7]. Аналогичные результаты были получены в исследовании M.L. Vieira и соавт. [10].

Предикторами развития СН, потребовавшей госпитализации в течение 1,5 лет постинфарктного периода, по данным многофакторного бинарного регрессионного анализа, в нашем исследовании стали показатели циркулярной деформации и деформации площади. При увеличении показателя циркулярной деформации на 1% шанс госпитализации с СН в течение 1,5 лет после первого ОИМ уменьшается в 2,49 раза. При увеличении показателя деформации площади на 1% – в 1,67 раза; радиальной деформации – в 1,1 раза. Эти факторы вошли в разработанную нами прогностическую модель ($p = 0,004$). Согласно результатам однофакторного регрессионного анализа Кокса, при повышении показателя циркулярной деформации на 1% риски развития конечной точки снижаются в 1,32 раза ($p = 0,026$), радиальной деформации – в 1,1 раза ($p = 0,039$).

Опубликован ряд исследований, также описывающих применение показателей деформации, измеренных с помощью 3D-ЭхоКГ, у пациентов после ОИМ. В исследование L. Xu и соавт. были включены 110 пациентов, перенесших ИМпСТ, которым было выполнено первичное ЧКВ. Всем пациентам проводилась 3D-ЭхоКГ с определением продольной, радиальной и циркулярной деформации в трехмерном режиме, продольной деформации и традиционных ЭхоКГ-параметров в двумерном режиме. Аналогично нашим результатам было

получено, что 3D- и 2D-продольная деформация, а также 3D-радиальная деформация являются независимыми предикторами ремоделирования ЛЖ [11]. В исследовании A. Sugano и соавт. было подтверждено, что изменение циркулярной деформации является предиктором неблагоприятного ремоделирования ЛЖ. А также показано по данным магнитно-резонансной томографии, что ее снижение ассоциировано с наличием микроваскулярной обструкции у пациентов, перенесших ИМпСТ и первичное ЧКВ. Данное наблюдение имеет большое значение, поскольку известно, что наличие микроваскулярной обструкции является также независимым предиктором неблагоприятного ремоделирования ЛЖ [12].

В работе N. Iwahashi и соавт. [13], как и в нашем исследовании, изучался прогноз в отношении развития сердечной смерти, госпитализации с СН у пациентов с ИМпСТ и ЧКВ по данным 3D-ЭхоКГ. Выявлено, что показатели трехмерного исследования были более сильными предикторами исходов по сравнению с показателями двухмерной ЭхоКГ. В частности, 3D-продольная деформация была самым сильным предиктором, за которым следовала циркулярная деформация. Показатель 3D-GLS более $-11,0\%$ был независимым предиктором изучаемых исходов ($\chi^2 = 132,2$; $p < 0,001$). Обнаружено, что в сочетании с циркулярной деформацией более $-18,3\%$ пациенты имеют чрезвычайно высокий риск неблагоприятных исходов. В другом исследовании этой группы авторов [14] изучалась клиническая и прогностическая значимость показателей 3D-ЭхоКГ, полученных в динамике у 272 пациентов с первым ИМпСТ и ЧКВ. Пациенты наблюдались в среднем 108 мес. Первичной конечной точкой было возникновение «больших сердечно-сосудистых событий»: сердечная смерть и СН, требующая госпитализации. Показано, что ухудшение 2D-GLS и 3D-GLS в динамике за 1 год было значимым прогностическим фактором ($\chi^2 = 36,7$; $p < 0,001$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с первым ОИМ независимо от ФВ ЛЖ при поступлении при отсутствии клинических признаков СН для расчета риска госпитализации с СН в течении 550 сут после ИМ целесообразно учитывать уровень радиальной деформации и использовать прогностическую модель (1), включающую показатели циркулярной деформации и деформации площади (по данным 3D-ЭхоКГ). При значениях $P(1) > 26,6\%$ определяется высокий риск госпитализации с СН (чувствительность и специфичность 77,8 и 89,2% соответственно).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пракопчик И.В., Гуревич О.В. Методы определения неблагоприятного прогноза после инфаркта миокарда. *Вестник Смоленской медицинской академии*. 2008;2:50–52.
2. Su W., Wang M., Zhu J., Li W., Ding X., Chen H. et al. Underweight predicts greater risk of cardiac mortality post acute myocardial infarction. *Int. Heart J.* 2020;61(4):658–664. DOI: 10.1536/ihj.19-635.
3. Ibanez B., James S., Agewall S., Antunes M.J., Bucciarelli-Ducci C., Bueno H. et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2018;39(2):119–177. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx393.
4. Benameur N., Arous Y., Ben Abdallah N., Kraiem T. Comparison between 3D echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging (CMRI) in the measurement of left ventricular volumes and ejection fraction. *Curr. Med. Imaging Rev.* 2019;15(7):654–660. DOI: 10.2174/1573405614666180815115756.
5. Zhao L., Lu A., Tian J., Huang J., Ma X. Effects of different LVEF assessed by echocardiography and CMR on the diagnosis and therapeutic decisions of cardiovascular diseases. *Front. Physiol.* 2020;11:679. DOI: 10.3389/fphys.2020.00679.
6. Mannaerts H.F., van der Heide J.A., Kamp O., Stoel M.G., Twisk J., Visser C.A. Early identification of left ventricular remodelling after myocardial infarction, assessed by transthoracic 3D echocardiography. *Eur. Heart J.* 2004;25(8):680–687. DOI: 10.1016/j.ehj.2004.02.030.
7. Ola R.K., Meena C.B., Ramakrishnan S., Agarwal A., Bhargava S. Detection of left ventricular remodeling in acute ST elevation myocardial infarction after primary percutaneous coronary intervention by two dimensional and three dimensional echocardiography. *J. Cardiovasc. Echogr.* 2018;28(1):39–44. DOI: 10.4103/jcecho.jcecho_32_17.
8. Muraru D., Niero A., Rodriguez-Zanella H., Cherata D., Badano L. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2018;8(1):101–117. DOI: 10.21037/cdt.2017.06.01.
9. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3rd, Dokainish H., Edvardsen T. 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;29(4):277–314. DOI: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
10. Vieira M.L., Oliveira W.A., Cordovil A., Rodrigues A.C., Mõnaco C.G., Afonso T. et al. 3D Echo pilot study of geometric left ventricular changes after acute myocardial infarction. *Arq Bras. Cardiol.* 2013;101(1):43–51. DOI: 10.5935/abc.20130112.
11. Xu L., Huang X., Ma J., Huang J., Fan Y., Li H. et al. Value of three-dimensional strain parameters for predicting left ventricular remodeling after ST-elevation myocardial infarction. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2017;33(5):663–673. DOI: 10.1007/s10554-016-1053-3.
12. Sugano A., Seo Y., Ishizu T., Watabe H., Yamamoto M., Machino-Ohtsuka T. et al. Value of 3-dimensional speckle tracking echocardiography in the prediction of microvascular obstruction and left ventricular remodeling in patients with ST-elevation myocardial infarction. *Circ. J.* 2017;81(3):353–360. DOI: 10.1253/circj.CJ-16-0944.
13. Iwahashi N., Kirigaya J., Gohbara M., Abe T., Horii M., Hanajima Y. et al. Global strain measured by three-dimensional speckle tracking echocardiography is a useful predictor for 10-year prognosis after a first ST-elevation acute myocardial infarction. *Circ. J.* 2021;85(10):1735–1743. DOI: 10.1253/circj.CJ-21-0183.
14. Iwahashi N., Horii M., Kirigaya J., Abe T., Gohbara M., Toya N. et al. Clinical usefulness of the serial examination of three-dimensional global longitudinal strain after the onset of ST-elevation acute myocardial infarction. *Circ. J.* 2022;86(4):611–619. DOI: 10.1253/circj.CJ-21-0815.

Информация об авторах

Тимофеева Татьяна Михайловна – канд. мед. наук, ассистент, кафедра внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики им. акад. В.С. Моисеева, РУДН; врач, отделение функциональной диагностики, ГКБ им. В.В. Виноградова ДЗМ, г. Москва, timtan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6586-7404>

Ефимова Виктория Павловна – канд. мед. наук, зав. отделением функциональной диагностики, ГКБ им. В.В. Виноградова ДЗМ, г. Москва, efimovavp@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4389-9752>

Сафарова Айтэн Фуад кызы – д-р мед. наук, профессор, кафедра внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики им. акад. В.С. Моисеева, РУДН; врач, отделение функциональной диагностики, ГКБ им. В.В. Виноградова ДЗМ, г. Москва, aytensaf@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2412-5986>

Кобалава Жанна Давидовна – д-р мед. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. кафедрой внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики им. акад. В.С. Моисеева, РУДН, г. Москва, zkobalava@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5873-1768>

✉ Тимофеева Татьяна Михайловна, timtan@bk.ru

Поступила в редакцию 22.08.2023;
одобрена после рецензирования 06.09.2023;
принята к публикации 16.11.2023