

Особенности деформационных свойств левого желудочка у больных с поражением коронарных артерий

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Бекметова Феруза Матсапаевна – доктор медицинских наук, руководитель лаборатории функциональной диагностики Республиканского научно-практического медицинского центра кардиологии (Ташкент, Республика Узбекистан)
E-mail: bekmetova@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0619-4729>

Фозилов Х.Г., Шек А.Б., Бекметова Ф.М., Алиева Р.Б., Мухамедова М.Г., Муллабаева Г.У., Дониеров Ш.Н., Илхомова Л.Т., Бекметова С.И., Хотамова М.Н.

Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр кардиологии, 100052, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Ключевые слова:

глобальная продольная деформация левого желудочка, стрейн рейт, коронарный атеросклероз, шкала, Syntax Score

Актуальность. В последние годы современные методы визуализации, такие как speckle tracking эхокардиография (STE) с оценкой глобальной продольной деформации миокарда, стали играть ключевую роль в диагностике, прогнозировании и определении тактики лечения у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Цель – изучить деформационные свойства миокарда левого желудочка (ЛЖ) у больных с ишемической болезнью сердца (ИБС) с различной степенью поражения коронарного русла.

Материал и методы. В проспективное исследование были включены 74 пациента со стабильной стенокардией напряжения (ССН) II–IV функционального класса (по классификации Канадского общества кардиологов). Были изучены показатели глобальной продольной деформации ЛЖ (GLS) и скорость деформации миокарда (SR) во взаимосвязи с результатами коронароангиографии. Больные по шкале Syntax Score разделены на 3 группы: низкого риска (до 22 баллов), среднего риска (23–32 балла) и высокого риска (>32 баллов).

Результаты свидетельствуют о диагностической ценности деформационных свойств миокарда ЛЖ в комплексной оценке степени тяжести поражения коронарных сосудов, их взаимосвязи с клиническим течением заболевания (перенесенный инфаркт в анамнезе). Наряду с величиной фракции выброса и конечно-диастолическим объемом показатели GLS и SR имеют прогностическое значение в диагностике тяжести ИБС и коронарного атеросклероза. Сравнительный анализ деформационных свойств миокарда ЛЖ во всех изучаемых группах выявил, что у пациентов высокого риска показатели GLS и SR значительно ниже, чем в группах больных низкого и промежуточного риска ($p=0,000$).

Заключение. Оценка деформации и скорости деформации при трансторакальной эхокардиографии у больных с ИБС повышает информативность методики в оценке степени поражения коронарных сосудов и отчетливо демонстрирует взаимосвязь этих изменений как маркеров прогрессирования атеросклероза.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Фозилов Х.Г., Шек А.Б., Бекметова Ф.М., Алиева Р.Б., Мухамедова М.Г., Муллабаева Г.У., Дониеров Ш.Н., Илхомова Л.Т., Бекметова С.И., Хотамова М.Н. Особенности деформационных свойств левого желудочка у больных с поражением коронарных артерий // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2021. Т. 9, № 3. С. 118–124. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3-118-124>

Статья поступила в редакцию 04.06.2021. **Принята в печать** 15.07.2021.

Features of left ventricular deformation properties in patients with coronary arteries

Fozilov Kh.G., Shek A.B., Bekmetova F.M., Alieva R.B., Mukhamedova M.G., Mullabaeva G.U., Doniyorov Sh.N., Ilkhomova L.T., Bekmetova S.I., Khotamova M.N.

Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology, 100052, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Background. Modern imaging methods such as Speckle tracking echocardiography (STE) with the assessment of global longitudinal myocardial deformation have recently begun to play a key role in the diagnosis, prognosis and treatment tactics in patients with cardiovascular diseases.

Aim – to study the deformation properties of the left ventricular myocardium in patients with coronary artery disease with varying degrees of damage to the coronary vessel.

Material and methods. The prospective study included 74 patients with stable angina pectoris (SAP) II–IV FC, aged 40 to 70 years, among them 49 (66.2%) were men and 25 (33.8%) – women. The indicators of the Global Longitudinal Strain and Strain Rate in relation to the results of coronary angiography were assessed. The patients were divided into three groups according to the Syntax Score scale: low risk (up to 22 points), medium risk (23–32) and high risk (>32 points).

Results demonstrate the diagnostic value of the deformation properties of the left ventricular myocardium in a comprehensive assessment of the severity of coronary vascular lesions, their relationship with the clinical course of the disease (a history of myocardial infarction). Along with the value of EF and EDV, indicators of longitudinal deformity (GLS and SR) have prognostic value in the diagnosis of the severity of coronary artery disease and coronary atherosclerosis. Comparative analysis of the deformation properties of the LV myocardium in the three studied groups showed that in high-risk patients, the indicators of GLS and the SR of the myocardium are significantly lower than in the groups of patients with low and intermediate risk ($p=0.000$). A similar picture was observed in terms of the rate of myocardial deformation SR ($p=0.001$).

Conclusion. Assessment of GLS and SR during transthoracic echocardiography in patients with coronary artery disease increases the informative value of the technique in assessing the degree of coronary artery disease and clearly demonstrates the relationship of these changes as markers of atherosclerosis progression in patients with coronary artery disease.

Funding. The study had no sponsor support.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Fozilov Kh.G., Shek A.B., Bekmetova F.M., Alieva R.B., Mukhamedova M.G., Mullabaeva G.U., Doniyorov Sh.N., Ilkhomova L.T., Bekmetova S.I., Khotamova M.N. Features of left ventricular deformation properties in patients with coronary arteries. *Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal.* 2021; 9 (3): 118–24. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3-118-124> (in Russian)

Received 04.06.2021. **Accepted** 15.07.2021.

CORRESPONDENCE

Feruz M. Bekmetova – MD, Head of the Laboratory of Functional Diagnostics, Republican Scientific and Practical Medical Center of Cardiology (Tashkent, Republic of Uzbekistan)

E-mail: bekmetova@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0619-4729>

Keywords:

speckle tracking echocardiography, global longitudinal deformation of the left ventricle, strain rate, coronary atherosclerosis, Syntax Score scale

В Узбекистане, как и в других странах СНГ*, смертность от сердечно-сосудистых причин достигает 58%, а инвалидизация – до 25%. Причиной более 50% всех случаев смерти больных с кардиоваскулярной патологией в республике является ишемическая болезнь сердца (ИБС).

В последние годы современные методы визуализации, такие как трансторакальная эхокардиография, стали играть ключевую роль в диагностике, прогнозировании и определении тактики лечения

у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Традиционная эхокардиография – надежный метод анализа регионарной сократимости и глобальной функции сердца, однако она имеет ряд ограничений. В частности, объемы и фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) не позволяют диагностировать раннее нарушение функции миокарда. Визуальная оценка регионарной сократимости стенок сердца требует длительного обучения и остается достаточно субъективной [1], поэтому

* – Содружество Независимых Государств.

продолжается поиск технологий, позволяющих объективно проводить раннюю оценку дисфункции миокарда.

Speckle tracking эхокардиография (STE) – перспективная современная методика для оценки структурно-функциональных изменений миокарда. Показатель глобальной продольной деформации миокарда, оцениваемый с помощью STE, более чувствителен к ранним изменениям сократимости ЛЖ, чем ФВ [2]. Возможности STE нашли отражение в клинических рекомендациях и согласительных документах Европейского общества кардиологов (ESC), Европейской ассоциации специалистов по методам визуализации сердечно-сосудистой системы (EACVI) и Американского общества эхокардиографии (ASE) [3]. Так, наряду с ФВ ЛЖ рекомендовано использовать показатель глобальной продольной систолической деформации (GLS) [3, 4].

Некоторые показатели функции миокарда ЛЖ, например ФВ, в ряде случаев могут быть недостаточно информативными и не коррелировать с тяжестью клинического состояния, особенно при прогрессировании коронарного атеросклероза [5, 6] и на начальных стадиях сердечной недостаточности [7].

В связи с вышеизложенным перед нами была поставлена цель – изучить деформационные свойства миокарда ЛЖ у больных с ИБС с различной степенью поражения коронарного русла.

Материал и методы

В исследование были включены 74 пациента со стабильной стенокардией напряжения (ССН) II–IV функционального класса (по классификации Канадского общества кардиологов), от 40 до 70 лет, 49 (66,2%) мужчин и 25 (33,8%) женщин.

На основании результатов коронароангиографии (КАГ) и подсчета баллов по шкале Syntax Score больные были разделены на 3 группы: 1-ю группу низкого риска составил 21 (28,4%) пациент, без гемодинамически значимых стенозов (по шкале Syntax Score 0–22 балла), рекомендована стандартная медикаментозная терапия; 2-ю группу промежуточного риска составили 28 (37,8%) па-

циентов (по шкале Syntax Score 23–32 балла), им было рекомендовано чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) со стентированием; 3-ю группу высокого риска составили 25 (33,8%) пациентов (по шкале Syntax Score >32 балла), в дальнейшем им выполнено аортокоронарное шунтирование (АКШ).

Исходная клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в табл. 1. Средний возраст пациентов был сопоставим.

Диагноз ССН верифицировали на основании жалоб, анамнеза, динамики на электрокардиограмме (преходящая ST-депрессия >1 мм, отсутствия элевации ST), отсутствия повышения биохимических параметров (АЛТ, АСТ, КФК), в сомнительных случаях – определения тропонина I, результатов суточного холтеровского мониторирования, трансторакальной и STE с технологией VVI.

Всем пациентам назначали стандартную базисную терапию: с антитромбоцитарной целью ацетилсалициловая кислота (АСК), в случае непереносимости АСК – только клопидогрел, при его непереносимости – только АСК; β-адреноблокаторы в индивидуально подобранных дозах; статины и ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента.

Электрокардиографическое исследование: в 12 стандартных отведениях с анализом смещения сегмента ST (депрессия или элевация 1 мм), изменения зубца T в динамике проводилось стандартным методом с помощью аппарата Cardiolab (Украина).

Трансторакальная ЭхоКГ: выполняли на эхокардиографе ACUSON X 700 PV 2.0 (SIEMENS, Германия). По стандартной методике, согласно рекомендациям ASE и EACVI (2017), по количественной оценке структур сердца определяли переднезадний размер левого предсердия (ЛП), конечно-диастолический (КДР) и конечно-систолический размер ЛЖ (КСР), толщину задней стенки ЛЖ (ТЗСЛЖ) и межжелудочковой перегородки (ТМЖП) в диастолу, скорость раннего (Е) и позднего наполнения ЛЖ (А). Все измерения проводили не менее чем в 5 сердечных циклах, затем результаты усреднялись. Определяли конечно-систолический (КСО) и конечно-диастолический объемы (КДО) ЛЖ

Таблица 1. Клиническая характеристика исследуемых больных [M±SD, n (%)]

Показатель	1-я группа (n=21)	2-я группа (n=28)	3-я группа (n=25)	χ^2, p
Средний возраст, годы	59,3±9,4	60,0±8,1	61,6±6,2	=0,674
Пол (муж./жен.)	8/13 (38%/62%)	18/10 (64%/36%)	23/2 (92%/8%)	$\chi^2=14,9; p=0,00058$
Артериальная гипертензия, n (%)	12 (57%)	23 (82%)	21 (84%)	$\chi^2=5,496; p=0,064$
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	1 (4,8%)	11 (39%)	23 (92%)	$\chi^2=36,005; p=2^{e-8}$
Сахарный диабет 2-го типа	1 (4,8%)	7 (25%)	4 (16%)	$\chi^2=3,619; p=0,164$

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: χ^2, p – достоверность различий между 1-й, 2-й и 3-й группами пациентов.

Таблица 2. Результаты эхокардиографического обследования ($M \pm SD$)

Показатель	Группа			Краскелла–Уоллиса ANOVA	
	1-я (n=21)	2-я (n=28)	3-я (n=25)	H	p
Аорта, мм	28,5±6,4	27,3±6,1	31,7±7,8	7,75	0,021
Левое предсердие, мм	34,8±3,7	33,1±3,4	35,3±5,7	2,09	0,353
ТМЖП, мм	11,0±1,6	11,8±1,6	11,4±1,9	2,11	0,348
ТЗЛЖ, мм	10,4±1,5	10,5±1,3	10,3±1,2	0,28	0,870
КДР, мм	47,0±4,8	48,1±5	54,0±9,6	9,83	0,007
КСР, мм	31,3±4,5	32,3±5,2	40,3±10,6	16,46	0,000
ФВ, %	61,1±9,9	56,1±11,0	48,0±12,5	13,02	0,002
По Симпсону КДО, мл	107,4±26,3	111,3±29,6	141,1±75,1	1,79	0,408
По Симпсону КСО, мл	42,1±18,1	50,4±21,4	78,0±58,0	7,28	0,026
По Симпсону ФВ, %	61,3±9,1	55,9±9,9	48,4±12,2	13,36	0,001

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4: расшифровка аббревиатур дана в тексте.

и рассчитывали ударный объем (УО) ЛЖ в двумерном В-режиме методом дисков в бипланметрическом режиме по Симпсону: $УО = КДО - КСО$, мл; фракцию выброса (ФВ) ЛЖ: $ФВ = УО/КДО \times 100,0\%$.

STE выполняли, для того чтобы получить объективную и количественную оценку глобальной и регионарной функции миокарда при обычной двухмерной ЭхоКГ на аппарате «ACUSON x 700» PV 2.0 (SIEMENS, Германия). Деформационные свойства миокарда ЛЖ анализировали в режиме пост-обработки с помощью системы System TOMTEC-ARENA Software (ТТА2.40.00).

Среди многочисленных параметров оценки продольной деформации ЛЖ нами были выбраны Global Longitudinal Strain, GLS (%) – степень деформации сегмента миокарда в систолу; Strain Rate-SR (c^{-1}) – скорость деформации сегмента миокарда в систолу. Для исследования сегментарной сократимости ЛЖ анализировали апикальные 4-, 3- и 2-камерные сечения, сечение ЛЖ по короткой оси на уровне створок митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки.

Суточное холтеровское мониторирование выполняли с целью верификации диагноза у больных нестабильной стенокардией: по стандартной методике на аппарате Cardiolab (ХАИ, Украина).

Коронарографию (КАГ) выполняли на установке AlluraCV-20 (Philips, Голландия). Гемодинамически значимым считали сужение просвета коронарных артерий (КА) на $\geq 70\%$. Различали локальное и диффузное поражение КА. Для оценки тяжести поражения коронарного русла и выбора тактики реваскуляризации мы использовали шкалу Syntax Score как независимый предиктор отдаленных больших коронарных и цереброваскулярных событий в группе пациентов, подвергшихся ЧКВ, но не АКШ. Данные Syntax Score позволили разделить пациентов на 3 группы риска: 1-ю – группу низкого риска, Syntax Score 0–22 баллов, 2-ю – группу промежуточного риска, Syntax Score 23–32 баллов, 3-ю – группу высокого риска, Syntax Score >32 баллов.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 10. Основные характеристики представлены в виде средней (M) и стандартного отклонения (SD). При нормальном распределении для оценки различий между сравниваемыми средними значениями независимых переменных использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с вычислением критерия H (более 2 групп). Частоту встречаемости признаков в изучаемой группе оценивали с помощью критерия Пирсона χ^2 . Статистическую значимость присваивали при значении $p < 0,05$.

Результаты

Анализ гендерных различий показал значительное преобладание мужчин в 3-й группе ($p=0,00058$). В этой же группе было больше пациентов с перенесенным инфарктом миокарда в анамнезе по сравнению с пациентами 1-й и 2-й групп ($\chi^2=36,005$; $p=0,000$). Во 2-й и 3-й группах было выявлено несколько больше гипертоников по сравнению с пациентами 1-й группы, без достоверной разницы ($\chi^2=5,496$; $p=0,064$). Количество пациентов с сахарным диабетом 2-го типа почти в 5 раз было больше во 2-й группе и почти в 3 раза в 3-й группе по сравнению с 1-й группой, тем не менее разница не носила достоверный характер ($\chi^2=3,619$; $p=0,164$).

Сравнительный анализ параметров центральной гемодинамики (табл. 3) выявил достоверные различия по сократительной способности миокарда ЛЖ в изучаемых группах пациентов.

Так, показатель ФВ ЛЖ был достоверно ниже в группе пациентов с множественным поражением коронарных артерий (3-я группа), а не среди пациентов 1-й и 2-й групп ($p=0,002$). При этом отмечено значительное увеличение размеров ЛЖ у пациентов 3-й группы по сравнению с пациентами, выделенными в группы низкого и промежуточного риска.

Таблица 3. Количественные показатели технологии Velocity Vector Imaging (VVI)

Показатель	1-я группа (n=21)	2-я группа (n=28)	3-я группа (n=25)	Краскелла–Уоллиса ANOVA	
				H	p
КДО, мл	106,2±26,8*	113,9±33,3 ^	145,0±71,6* ^	3,51	0,173
ФВ, %	61,1±9,9**	56,1±11,0 ^	48,0±12,5** ^	13,02	0,002
GLS, %	-18,1±4,4*** °°	-11,8±5,9 °°	-10,3±3,6***	28,27	0,000
SR, с ⁻¹	-1,5±0,6*** °	-1,1±0,5 °	-1,0±0,3***	14,64	0,001

Примечание. GLS – продольная глобальная деформация миокарда; Strain rate (SR) – скорость деформации миокарда. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,02$; *** – $p < 0,001$, достоверность различий между 1-й и 3-й группами пациентов; ° – $p < 0,05$; °° – $p < 0,02$, достоверность различий между 1-й и 2-й группами больных; ^ – $p < 0,05$, достоверность различий между группами больных промежуточного и высокого риска.

В частности, КДР был достоверно больше в группе пациентов с множественным поражением коронарных артерий (3-я группа) по сравнению с пациентами 1-й и 2-й групп ($p=0,007$). Аналогичная картина отмечена в отношении КСР ($p=0,000$). Следует отметить, что в 3-й группе пациентов ширина аорты была достоверно больше, чем в 1-й и 2-й группе ($p=0,021$). При этом в 1-й и 2-й группах этот показатель был в пределах нормативных значений.

Оценку глобальной сократительной способности миокарда проводили по ФВ ЛЖ (метод Симпсона). Анализ показал, что КСО по Симпсону был достоверно больше в группе пациентов с множественным поражением коронарных артерий (3-я группа) по сравнению с пациентами 1-й и 2-й групп ($p=0,026$), но при этом был выше нормативных значений (>70 мл).

ФВ ЛЖ по Симпсону была достоверно ниже в группе пациентов высокого риска, чем в группах пациентов, выделенных в группы низкого и промежуточного риска ($p=0,001$). Следует отметить, что в группах пациентов, выделенных в группы низкого и промежуточного риска, этот показатель был в пределах нормативных значений, а в группе пациентов высокого риска ФВ ЛЖ по Симпсону отнесился к незначительно сниженной градации.

Таблица 4. Корреляционные связи деформационных свойств левого желудочка со структурно-функциональными и клиническими критериями у больных с ишемической болезнью сердца (n=74)

Показатель	GLS	SR
	Спирман, r	Спирман, r
ТМЖП	-0,177738887	-0,33022
ТЗСЛЖ	0,065304329	0,005885
КДР	0,340568168	0,236754
КСР	0,380252466	0,29154
Е	0,092716888	0,098574
А	-0,286006706	-0,26169
Е/А	0,201239305	0,183368
Постинфарктный кардиосклероз	0,401419934	0,250271
ФВ	-0,572820	-0,490180
Syntax Score	0,630426813	0,366527

Более объективная количественная оценка сократительной функции миокарда ЛЖ была получена с помощью оценки глобальной продольной деформации миокарда (GLS) и скорости деформации (SR) (табл. 4).

Объемные показатели ЛЖ достоверно различались между пациентами 1-й и 3-й групп ($p < 0,05$). Показатели ФВ ЛЖ достоверно различались между 1-й и 3-й группами ($p < 0,02$) и между 2-й и 3-й группами ($p < 0,05$).

Сравнительный анализ деформационных свойств миокарда ЛЖ в трех изучаемых группах показал, что у пациентов высокого риска показатели GLS и SR миокарда значительно ниже, чем в группах больных низкого и промежуточного риска ($p=0,000$). Аналогичная картина отмечена по показателю скорости деформации миокарда SR ($p=0,001$).

Таким образом, в группе пациентов высокого риска выявлены значимые нарушения деформационных свойств ЛЖ в сравнении с группой низкого риска на медикаментозной терапии.

В 1-й группе показатели деформации были достоверно выше, чем в группе высокого ($p < 0,001$) и промежуточного риска ($p < 0,05$). Так, группа низкого риска на медикаментозной терапии продемонстрировала более высокие показатели систолической деформации ЛЖ в сравнении с группами, отобранными на реваскуляризацию коронарных артерий.

Следует отметить, что показатели объема и систолической функции ЛЖ (КДО и ФВ) при сравнении методик стандартной трансэхокардиальной ЭхоКГ и STE практически не различаются. Выявлено преимущество методики STE с применением векторного анализа движения миокарда при выявлении маркера поражения коронарного русла.

У больных с ИБС наблюдалась положительная корреляционная связь между величинами деформации КДР и КСР, а также с ранним диастолическим пиком наполнения, наличием постинфарктного кардиосклероза в анамнезе у больных нестабильной стенокардией. Отрицательная корреляционная связь выявлена у SR с ТМЖП, GLS и SR с поздним

пиком диастолического наполнения ЛЖ. Выраженная отрицательная корреляционная зависимость выявлена между ФВ ЛЖ и деформационными свойствами миокарда, а также с выраженностью коронарного атеросклероза логично снижаются показатели деформации ЛЖ.

Обсуждение

В ряде исследований было показано, что выраженный атеросклероз КА вызывает нарушение продольной функции ЛЖ в состоянии покоя, которая может остаться незамеченной при визуальной оценке сократимости в В-режиме, но может быть выявлена при проведении STE [8, 9].

Современное комплексное ЭхоКГ-исследование с использованием новых технологий включает не только оценку скоростей движения стенок ЛЖ, но и оценку деформации. Ее значения в стандартных сегментах позволяют судить об их сократимости, количественно оценить степень нарушений. В норме систолической стрейн систолического волокна в среднем составляет около -20% [7]. В акинетических сегментах, по данным ЭхоКГ, величина стрейн S достоверно меньше по модулю, чем в гипокинетических. Критерий S <-13,0, по данным литературы, имеет высокую чувствительность (86%) и специфичность (85%) при выявлении зон нарушения сократимости при ишемии миокарда [8].

В нескольких исследованиях подтверждено наличие корреляции между глобальным продольной систолической деформацией ЛЖ и развитием ремоделирования [9–14]. Примечательно, что в этих

исследованиях получены сходные критические значения общего продольного систолического стрейна, являющиеся предиктором ремоделирования.

В представленной работе при изучении параметров, характеризующих деформационные свойства ЛЖ, были определены средние значения глобальной продольной деформации во взаимосвязи со степенью поражения КА. Разработаны высокотехнологичные неинвазивные, но в то же время доступные методы диагностики, позволяющие улучшить качество отбора больных на реваскуляризацию, в последующих исследованиях оценки эффективности реваскуляризации у больных с ИБС. Проведенные исследования перспективны в плане улучшения ранней диагностики и риск-стратификации больных с ИБС, а также персонализированного подхода при определении тактики хирургического вмешательства.

Заключение

Полученные результаты в определенной степени свидетельствуют о диагностической ценности высокотехнологичной методики STE с определением GLS и SR в комплексной оценке степени тяжести стенокардии, их взаимосвязи с клиническим течением заболевания (перенесенный инфаркт в анамнезе). Наряду с величиной ФВ и КДО показатели деформации ЛЖ имеют важное значение для диагностики тяжести ИБС и коронарного атеросклероза.

Доказана прогностическая роль неинвазивной, высокотехнологичной и доступной методики STE для выявления новых маркеров поражения коронарного русла у пациентов со стабильной стенокардией.

Литература/References

1. Teske A.J., De Boeck B.W.L., Melman P.G., et al. Echocardiographic quantification of myocardial function using tissue deformation imaging, a guide to image acquisition and analysis using tissue Doppler and speckle tracking. *Cardiovasc Ultrasound*. 2007; 5: 27. DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-7120-5-27>
2. Smedsrud M.R., Sarvari S., Haugaa K.H., et al. Duration of myocardial early systolic lengthening predicts the presence of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60 (12): 1086–93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.06.022>
3. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015; 28 (1): 1–39.e14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
4. Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015; 16 (1): 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu184>
5. Bekmetova F.M., Fozilov K.G., Doniyorov S.N., et al. Relationship between the deformation properties of the left ventricle and the severity of coronary atherosclerosis in patients with coronary artery disease. *Int J Biomed*. 2021; 11 (2): 131–6. DOI: [https://doi.org/10.21103/Article11\(2\)_OA1](https://doi.org/10.21103/Article11(2)_OA1)
6. Smedsrud M.R., Sarvari S., Haugaa K.H., et al. Duration of myocardial early systolic lengthening predicts the presence of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60 (12): 1086–93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.06.022>

7. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J.* 2016; 37 (27): 2129–200. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>
8. Carasso Sh., Biaggi P., Rakowski H., et al. Velocity vector imaging: standard tissue – tracking results acquired in normals – the VVI – strain study. *Am Soc Echocardiogr.* 2012; 25 (5): 543–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.005>
9. Lacalzada J., de la Rosa A., Izquierdo M.M., et al. Left ventricular global longitudinal systolic strain predicts adverse remodeling and subsequent cardiac events in patients with acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2015; 31 (3): 575–84. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10554-015-0593-2>
10. Bochenek T., Wita K., Tabor Z., et al. Value of speckle-tracking echocardiography for prediction of left ventricular remodeling in patients with ST-elevation myocardial infarction treated by primary percutaneous intervention. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011; 24 (12): 1342–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2011.09.003>
11. Cong T., Sun Y., Shang Z., et al. Prognostic value of speckle tracking echocardiography in patients with ST-elevation myocardial infarction treated with late percutaneous intervention. *Echocardiography.* 2015; 32 (9): 1384–91. DOI: <https://doi.org/10.1111/echo.12864>
12. D'Andrea A., Cocchia R., Caso P., et al. Global longitudinal speckletracking strain is predictive of left ventricular remodeling after coronary angioplasty in patients with recent non-ST elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol.* 2011; 153 (2): 185–91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2010.08.025>
13. Joyce E., Hoogslag G.E., Leong D.P., et al. Association between left ventricular global longitudinal strain and adverse left ventricular dilatation after ST-segment-elevation myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2014; 7 (1): 74–81. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.113.000982>
14. Lacalzada J., de la Rosa A., Izquierdo M.M., et al. Left ventricular global longitudinal systolic strain predicts adverse remodeling and subsequent cardiac events in patients with acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2015; 31 (3): 575–84. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10554-015-0593-2>