

СОСТОЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМАЦИИ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ С СОХРАНЕННОЙ ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА

Д.В. Вдовенко, Р.А. Либис

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России

Для цитирования: Вдовенко Д.В., Либис Р.А. Состояние показателей деформации миокарда левого желудочка у больных хронической сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса // Аспирантский вестник Поволжья. – 2018. – № 5–6. – С. 76–84. doi: 10.17816/2072-2354.2018.18.3.76-84

Поступила в редакцию: 26.07.2018

Принята к печати: 10.09.2018

▪ **Цель исследования** — оценить функциональное состояние миокарда левого желудочка у больных хронической сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса (ХСН-СФВ) с помощью технологии speckle-tracking эхокардиографии (ЭхоКГ). **Материалы и методы.** Обследовано 76 пациентов с ХСН-СФВ I–IIa стадии I–III функционального класса в возрасте от 50 до 69 лет (47 мужчин и 29 женщин) и 30 здоровых лиц. ХСН-СФВ у данных больных возникла на фоне артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца. Пациентам проводились общеклиническое обследование, тест с шестиминутной ходьбой (ТШХ) для определения функционального класса (ФК) ХСН, ЭхоКГ по общепринятой методике для оценки систолической и диастолической функции сердца, speckle-tracking ЭхоКГ для расчета показателей деформации миокарда. **Результаты.** По итогам ТШХ пациенты распределились следующим образом: 26,6 % — I ФК, 48,3 % — II ФК, 25,2 % — III ФК. Среднее значение ФВ по Симпсону $62,5 \pm 4,36$ %. Индексированный конечный систолический объем левого предсердия (иКСО ЛП) у больных ХСН-СФВ составил 42 ± 8 мл/м². У пациентов с ХСН-СФВ выявлена диастолическая дисфункция левого желудочка (ЛЖ): у 58 больных по типу нарушенной релаксации, у 18 — по псевдонормальному типу. Выявлено снижение глобального систолического продольного стрейна ($-16,56 \pm 2,75$ %) и стрейн-рейта ($-0,77 \pm 0,16$ с⁻¹) ЛЖ, а также снижение стрейна и стрейн-рейта в базальном переднеперегородочном ($-13,8 \pm 2,79$ % и $-0,76 \pm 0,03$ с⁻¹) и базальном переднебоковом ($-14,55 \pm 3,68$ % и $-0,81 \pm 0,11$ с⁻¹) сегментах. Анализ глобальной циркулярной и радиальной деформации показал, что, по сравнению с продольной глобальной деформацией, происходит менее значительное снижение стрейна ($-15,63 \pm 4,8$ %) и стрейн-рейта ($-1,4 \pm 0,22$ с⁻¹), ($p < 0,05$) глобальной циркулярной деформации ЛЖ, и установлено отсутствие значимых различий параметров деформации радиального стрейна. Установлена положительная достоверная корреляция между значением систолического продольного стрейна миокарда ЛЖ и объемом ЛП ($r = 0,602$, $p < 0,01$). **Выводы.** У больных ХСН-СФВ имеется диастолическая дисфункция по типу нарушенной релаксации и по псевдонормальному типу, а также снижение глобального и посегментарного систолического стрейна и стрейн-рейта. Циркулярная деформация у данной категории больных снижается незначительно, снижение радиальной деформации выявлено не было.

▪ **Ключевые слова:** speckle-tracking эхокардиография; сердечная недостаточность; диастолическая дисфункция; деформация.

PARAMETERS OF THE MYOCARDIAL DEFORMATION OF THE LEFT VENTRICLE IN PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE WITH PRESERVED LEFT VENTRICULAR EJECTION FRACTION

D.V. Vdovenko, R.A. Libis

Orenburg State Medical University

For citation: Vdovenko DV, Libis RA. Parameters of the myocardial deformation of the left ventricle in patients with chronic heart failure with preserved left ventricular ejection fraction. *Aspirantskiy Vestnik Povolzh'ya*. 2018;(5-6):76-84. doi: 10.17816/2072-2354.2018.18.3.76-84

Received: 26.07.2018

Accepted: 10.09.2018

▪ **Aim.** The aim of the research is to study the myocardial function in patients with chronic heart failure with preserved left ventricular ejection fraction (CHF-PEF) by means of speckle tracking echocardiography. **Materials and methods.** We examined 76 patients aged from 50 to 69 years with verified CHF-PEF with NYHA (New York

Heart Association) class I-IIa and stage A-C of the ABCD classification of the American College of Cardiology, and 30 healthy persons. In the studied patients CHF-PEF developed due to arterial hypertension and coronary artery disease. We carried on 6-minute walk test to evaluate the functional class of CHF-PEF, echocardiography and speckle-tracking echocardiography to examine left ventricle systolic and diastolic function and parameters of the myocardial deformation. **Results.** According to the 6-minute walk test the patients were divided as followed: 26.6% — stage A, 48.3% — stage B, 25.1% — stage C. The average left ventricular ejection fraction measured by Simpson's method was $62.5 \pm 4.36\%$. All patients with CHF-PEF had the diastolic dysfunction: abnormal relaxation pattern was found in 58 patients, and 18 persons demonstrated pseudonormal pattern. We revealed that patients with CHF-PEF had reduced global longitudinal strain (GLS $-16.56 \pm 2.75\%$) and GLS rate (GLSR $-0.77 \pm 0.16 \text{ s}^{-1}$) of the left ventricle and reduced segmental strain and strain rate in basal anteroseptal ($-13.8 \pm 2.79\%$ and $-0.76 \pm 0.03 \text{ s}^{-1}$) and basal anterolateral ($-14.55 \pm 3.68\%$ and $-0.81 \pm 0.11 \text{ s}^{-1}$) segments. In comparison with the global longitudinal strain we found the lower value of the circular strain and strain rate reduction ($-15.63 \pm 4.8\%$ and $-1.4 \pm 0.22 \text{ s}^{-1}$), ($p < 0.05$). Changes of the radial strain and strain rate were not revealed. Positive correlation between systolic longitudinal strain and left atrium volume ($r = 0.602$, $p < 0.01$) was found. **Conclusions.** Patients with CHF-PEF have abnormal relaxation pattern and pseudonormal pattern of the diastolic dysfunction. They also have reduced global and segmental strain and strain rate of the left ventricle. Circular strain was slightly reduced and radial strain was unchanged.

■ **Keywords:** speckle-tracking echocardiography; heart failure; diastolic dysfunction; deformation.

Введение

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) является актуальной проблемой современной медицины в связи с широкой распространенностью, злокачественностью течения и неблагоприятным исходом [20]. ХСН представляет собой синдром, характеризующийся комплексом характерных клинических симптомов (одышка, утомляемость, снижение физической активности, отеки нижних конечностей и др.), связанных с неадекватной перфузией органов и тканей в покое или при нагрузке и задержкой жидкости в организме и обусловленных в первую очередь ухудшением способности сердца к наполнению или опорожнению за счет структурных и функциональных нарушений миокарда, а также дисбаланса вазоконстрикторных и вазодилатирующих нейрогуморальных систем [11, 42, 44].

По данным Национальных рекомендаций ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН 2012 (четвертый пересмотр), наиболее частыми причинами развития СН являются артериальная гипертензия (АГ) — 88 % случаев и ишемическая болезнь сердца (ИБС) — 59 % случаев. Эти же причины определены и в Европейских рекомендациях по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности 2016 г. [38].

Выделяют СН с сохраненной фракцией выброса (ФВ), определяемую как диастолическую сердечную недостаточность, и СН со сниженной ФВ левого желудочка (ЛЖ) (ФВ < 40 %). Пациенты с ФВ ЛЖ 39–40 % представляют собой так называемую «серую зону», такую СН называют СН с промежуточной ФВ ЛЖ [6].

Более половины больных (56,8 %) с клиническими признаками ХСН имеют практически нормальную сократительную способность ЛЖ (ФВ ЛЖ $\geq 50\%$) [6].

Оценка функционального состояния миокарда у пациентов с ХСН остается одной из основных диагностических задач. Рутинное ультразвуковое исследование сердца не дает полного представления о состоянии сократительной и диастолической функции миокарда.

Появление новых современных ультразвуковых и магнитно-резонансных методик позволило установить, что при СН-СФВ ЛЖ нарушается не только диастолическая, но и систолическая функция миокарда ЛЖ, которая не выявляется при обычной ЭхоКГ. Для доказательства этого на сегодняшний день постоянно ведется поиск наиболее точных и быстрых, доступных новых ультразвуковых технологий и методов диагностики [33].

В настоящее время широкое распространение получает speckle-tracking (speckle — пятно, метка; tracking — отслеживание) эхокардиографии (ЭхоКГ). Спекл-трекинг ЭхоКГ — современная эффективная методика оценки глобальной и локальной кинетики и деформации миокарда [36, 41].

Благодаря технологии двухмерного отслеживания пятен серой шкалы (speckle tracking) можно анализировать все виды деформации миокарда на разных уровнях, что позволяет оценивать физиологию сокращения и расслабления миокарда [28, 29, 35].

Эта технология использует уникальную ультразвуковую картину, которая создается в результате отражения, преломления и рассеивания ультразвука при его проникновении в ткани [4].

С появлением ультразвуковой технологии speckle-tracking стало возможным более детальное изучение регионарной систолической и диастолической функции сердца [23–25].

В настоящее время технология speckle-tracking в основном используется для оценки систолической функции левого желудочка, при этом представлено недостаточно работ по ее использованию для оценки диастолической функции. Изучение изменений параметров деформации миокарда с целью оценки глобального и регионального функционального состояния левого желудочка методами тканевого доплера и speckle-tracking стали важными методами количественной оценки функции миокарда, которые проводились многими специалистами не только у здоровых пациентов, но и при различных заболеваниях сердца [2, 3, 8–10, 13, 14, 39, 40, 45].

У пациентов с ХСН выявлено снижение сегментарной ФВ ЛЖ, отмеченное в ишемизированных (по данным коронарографии) сегментах и более выраженное у пациентов с распространенным поражением коронарных артерий. В базальных отделах (перегородочном и боковом) и среднем перегородочном сегменте средние величины этих показателей в группе больных с ХСН были достоверно ниже, чем в группе здоровых лиц [7].

Таким образом, неинвазивный ультразвуковой метод исследования speckle-tracking эхокардиография позволяет выявлять признаки нарушения деформации миокарда, являющиеся проявлением снижения систолической функции при различных синдромах и заболеваниях, в том числе при сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса.

Материалы и методы исследования

Нами было обследовано 76 пациентов с ХСН-СФВ I–IIa стадии (классификация Стражеско – Василенко) I–III функционального класса (ФК) по NYHA в возрасте от 50 до 69 лет, среди них 47 мужчин и 29 женщин. ХСН-СФВ у данных больных возникла на фоне АГ и ИБС. Контрольную группу составили 30 здоровых лиц.

ХСН-СФВ диагностировали, основываясь на Национальных рекомендациях ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр, 2012 г.) и Рекомендациях по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности 2016 г. Европейского общества кардиологов [11, 42].

Все пациенты подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Критерии включения были

следующими: возраст 50–80 лет, ХСН-СФВ I–IIa стадии, I–II ФК по NYHA, возникшая на фоне АГ и ИБС. В исследование не включались пациенты, перенесшие инфаркт миокарда, имеющие аневризму левого желудочка, нарушения ритма и тяжелую легочную патологию. Невозможность оптимальной визуализации также являлась критерием исключения.

Пациентам проводилось общеклиническое обследование с оценкой клинического состояния по шкале ШОКС (модификация В.Ю. Мареева, 2000) [11].

Для определения функционального класса СН использовали тест с шестиминутной ходьбой. Всем пациентам была проведена эхокардиография по стандартной методике в М-, В- и доплеровском режимах на ультразвуковой системе Vivid E9 производства General Electric Healthcare (США).

Оценку сократительной способности левого желудочка проводили, измеряя следующие показатели: конечный диастолический объем (КДО, мл), конечный систолический объем (КСО, мл), ударный объем (УО, мл), фракцию выброса (ФВ, %), фракцию укорочения (ΔS , %), минутный объем крови (МОК, л/мин). Вычисляли ММ ЛЖ, индексировали показатели [1, 12, 14, 18, 22, 26, 32].

Диастолическую функцию ЛЖ изучали, проводя исследование в импульсно-волновом и тканевом импульсно-волновом доплеровском режимах и измеряли максимальную скорость раннего диастолического наполнения (E), максимальную скорость позднего диастолического наполнения (A), отношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения (E/A), время замедления раннего трансмитрального кровотока (dtE), продолжительность фазы изоволюмического расслабления (IVRT) [12], время замедления раннего трансмитрального кровотока (dtE), среднюю скорость движения фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу (e') [19, 21, 34, 38]; рассчитывали значения соотношения максимальной скорости наполнения левого желудочка (пика E трансмитрального потока) и максимальной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (МК) (среднее значение пика e') в фазу ранней диастолы — E/e' , отношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения (E/A).

Выявленные изменения диастолической функции распределяли соответственно классификации нарушений диастолического расслабления [38].

Перед началом speckle-tracking ЭхоКГ проводилась запись кинопетель с параллельной регистрацией ЭКГ. Кинопетля состояла из трех

последовательных сердечных циклов, с частотой кадров 72 в секунду. Запись проводили в двух-, четырехкамерных позициях и позиции по длинной оси ЛЖ из верхушечного доступа во время задержки пациентом дыхания. Во время записи особое внимание уделялось получению корректных срезов ЛЖ и четкой визуализации всех сегментов ЛЖ, границ эндокарда и эпикарда. С помощью технологии speckle-tracking ЭхоКГ и использования программного обеспечения EchoPAC оценивались показатели глобальной и посегментарной продольной деформации (стрейн) и скорости деформации (стрейн-рейт) ЛЖ. После обработки всех изображений значения систолического продольного стрейна и стрейн-рейта для каждого сегмента отображались на 17-сегментной модели ЛЖ («бычий глаз»).

Результаты исследования

В нашем исследовании мы провели оценку систолической функции ЛЖ у пациентов с ХСН-СФВ с использованием методики speckle-tracking ЭхоКГ. У данных больных ХСН-СФВ возникла на фоне АГ и ИБС. У всех обследованных нами больных имелись клинические симптомы СН (одышка при физической нагрузке, пастозность или отеки голеней). По результатам теста с шестиминутной ходьбой для определения функционального класса СН пациенты распределились следующим образом: 26,6 % — I ФК, 48,3 % — II ФК, 25,2 % — III ФК.

Показатели, используемые для оценки систолической функции ЛЖ, и их значения, представлены в табл. 1.

Кроме вышеуказанных показателей, также рассчитывали конечно-систолический объем левого предсердия (КСО ЛП) и индекси-

ровали это значение относительно площади поверхности тела (иКСО ЛП). У больных ХСН-СФВ и КСО ЛП составил 42 ± 8 мл/м², у здоровых — 32 ± 3 мл/м² ($p < 0,01$).

По результатам исследования у всех 76 больных с ХСН-СФВ выявлена диастолическая дисфункция (ДД). По мере прогрессирования сердечной недостаточности ухудшались показатели диастолы. У 58 больных выявлена диастолическая дисфункция по типу нарушенной релаксации ($dtE 273,4 \pm 65$ ms; $E/A 0,75 \pm 0,05$; $E/e' 6,91 \pm 1,92$), а у 18 — по псевдонормальному типу ($dtE 181,2 \pm 14$ ms; $E/A 1,37 \pm 0,39$; $E/e' 10,81 \pm 0,95$). Показатели диастолической функции ЛЖ в зависимости от функционального класса представлены в табл. 2.

При проведении статистического анализа выявлена достоверная корреляция между показателями диастолической функции ЛЖ (E/e') и размером ЛП, а именно — с объемом ЛП ($r = 0,623$, $p < 0,01$). Полученная корреляция позволяет судить о взаимосвязи состояния диастолической функции миокарда ЛЖ и размера левого предсердия. По мере нарастания диастолической дисфункции происходит увеличение объема левого предсердия.

При изучении глобальной продольной деформации было установлено, что у пациентов с ХСН-СФВ имеет место небольшое снижение глобального систолического продольного стрейна ($-16,56 \pm 2,75$ % против $-21,1 \pm 1,83$ % в группе здоровых лиц) и стрейн-рейта ($-0,77 \pm 0,16$ с⁻¹ против $-1,20 \pm 0,18$ с⁻¹) ЛЖ. Различия при сравнении с контрольной группой были достоверными ($p < 0,05$). Согласно данным некоторых исследователей, по мере прогрессирования функционального класса сердечной недостаточности снижение глобального систолического стрейна становится более выраженным [38].

Таблица 1 / Table 1

Показатели сократимости миокарда левого желудочка Indices of the left ventricle myocardial contractility

Функциональный класс СН	Показатели сократимости миокарда левого желудочка			
	КДО, мл	КСО, мл	ФВ, %	ΔS , %
ФК I, $n = 20$	$49,5 \pm 2,2$	$32,0 \pm 2,6$	$62,8 \pm 6,3$	$31,8 \pm 1,3$
ФК II, $n = 37$	$51,7 \pm 1,7$	$31,0 \pm 2,5$	$63,9 \pm 4,9$	$32,9 \pm 1,9$
ФК III, $n = 19$	$54,2 \pm 1,8$	$33,2 \pm 1,9$	$60,9 \pm 2,9$	$31,0 \pm 2,3$
Контрольная группа, $n = 30$	$49,9 \pm 3,2$	$31,5 \pm 2,3$	$64,3 \pm 2,8$	$33,2 \pm 2,6$

Примечание. КДО — конечный диастолический объем, мл; КСО — конечный систолический объем, мл; ФВ — фракция выброса, %; ΔS — фракция укорочения, %.

Note. EDV — end-diastolic volume, ml; ESV — end systolic volume, ml; EF — ejection fraction, %; ΔS — fractional shortening, %.

Таблица 2 / Table 2

Показатели диастолической функции левого желудочка в зависимости от функционального класса сердечной недостаточности

Indices of left ventricular diastolic function in dependence to functional class of cardiac insufficiency

Функциональный класс СН	Показатели диастолической функции				
	<i>E/A</i>	<i>e' lat</i>	<i>e' med</i>	<i>E/e'</i>	<i>dtE</i>
ФК I, <i>n</i> = 20	0,71 ± 0,34	0,09 ± 0,007	0,061 ± 0,007	7,4 ± 0,05	270 ± 58
ФК II, <i>n</i> = 37	0,88 ± 0,36	0,08 ± 0,007	0,071 ± 0,006	8,3 ± 0,06	279 ± 41
ФК III, <i>n</i> = 19	1,31 ± 0,61	0,07 ± 0,009	0,059 ± 0,007	9,8 ± 0,09	198 ± 69

Примечание. *E/A* — отношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения; *e' lat* — скорость движения латеральной части фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу; *e' med* — скорость движения медиальной части фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу; *E/e'* — отношение максимальной скорости раннего диастолического наполнения трансмитрального кровотока к средней скорости ранней диастолической волны движения фиброзного кольца митрального клапана; *dtE* — время замедления раннего трансмитрального кровотока.

Note. *E/A* — the ratio between the speed of early and advanced diastolic filling; *e' lat* — speed of lateral part of mitral annulus movement to early diastole; *e' med* — speed of the medial part of the mitral annulus movement to early diastole; *E/e'* — the ratio between maximal speed of early diastolic filling of transmitral flow to the average speed of early diastolic wave of mitral annulus; *dtE* — early mitral valve deceleration time.

Таблица 3 / Table 3

Значения максимального продольного систолического стрейна для левого желудочка

Data of the maximal longitudinal systolic strain of the left ventricle

Значения максимального продольного стрейна	Контрольная группа, <i>n</i> = 30	Функциональный класс СН		
		ФК I, <i>n</i> = 20	ФК II, <i>n</i> = 37	ФК III, <i>n</i> = 19
APLAX	-20,1 ± 1,9	-16,4 ± 2,8*	-15 ± 1,9*	-15,1 ± 3,2*
4 СН	-21,2 ± 2,3	-16,9 ± 2,6*	-17,6 ± 3,1	-14,9 ± 2,5
2 СН	-21,2 ± 2,6	-18,6 ± 3,1	-15,5 ± 2,3*	-16,0 ± 2,7*
Ср. знач. для ЛЖ	-20,8 ± 2,4	-17,3 ± 2,3	-16,3 ± 1,9*	-15,9 ± 2,3*

Примечание. APLAX — апикальная позиция по длинной сети; 4 СН — апикальная четырехкамерная позиция, 2 СН — апикальная двухкамерная позиция; * *p* ≤ 0,05.

Note: APLAX — the apical state along the long network; 4 СН — apical four-chamber; 2 СН — apical two-chamber; * *p* ≤ 0.05.

Анализ глобальной циркулярной и радиальной деформации показал, что по сравнению с продольной глобальной деформацией происходит менее значительное снижение стрейна (-15,63 ± 4,8 % против 21,4 ± 6 %) и стрейн-рейта (-1,4 ± 0,22 с⁻¹), (*p* < 0,05) глобальной циркулярной деформации ЛЖ, а также отсутствуют значимые различия параметров деформации радиального стрейна.

Установлена положительная достоверная корреляция между значением систолического продольного стрейна миокарда ЛЖ и объемом ЛП (*r* = 0,602, *p* < 0,01).

В табл. 3 представлены значения показателей глобального систолического продольного стрейна, полученные в каждой изучаемой позиции, а также среднее значение для левого желудочка, в зависимости от ФК СН.

Проанализировав полученные данные, мы установили, что достоверное (*p* < 0,05) при сравнении со здоровыми лицами снижение стрейна и стрейн-рейта у больных с ХСН-СФВ происходит в базальном переднеперегородочном (-13,8 ± 2,79 % и -0,76 ± 0,03 с⁻¹ против -17,9 ± 3,75 % и 1,08 ± 0,09 с⁻¹ соответственно) и базальном переднебоковом (-14,55 ± 3,68 % и -0,81 ± 0,11 с⁻¹ против -20,6 ± 2,34 % и -1,3 ± 0,29 с⁻¹) сегментах. В остальных сегментах показатели деформации были в пределах нормы.

Обсуждение результатов

В нашем исследовании оценивались систолическая и диастолическая функции миокарда, а также показатели деформации ЛЖ у па-

циентов с ХСН-СФВ, возникшей на фоне АГ или сочетания АГ и ИБС. Обследуемая группа пациентов была сопоставима по полу и возрасту с контрольной группой лиц, не имеющих заболеваний сердечно-сосудистой системы.

По данным стандартной ЭхоКГ, у всех пациентов, принимающих участие в исследовании, была выявлена диастолическая дисфункция ЛЖ. При изучении показателей диастолической функции наибольший интерес вызывает применение тканевой миокардиальной доплерографии (ТМД) и расчет значения отношения максимальной скорости раннего диастолического наполнения трансмитрального кровотока к средней скорости ранней диастолической волны движения фиброзного кольца митрального клапана (E/e'), так как в последние годы эта методика стала востребованной благодаря наличию у нее ряда преимуществ. В работе Е.В. Базасовой и др. говорится, что ТМД позволяет оценивать не только глобальную продольную функцию (систолическую и диастолическую), но и регионарную функцию ЛЖ даже в тех случаях, когда при визуальной оценке это не представляется возможным [5].

Проводя анализ полученных в ходе исследования результатов, следует отметить, что при рутинной ЭхоКГ признаков нарушения систолической функции миокарда ЛЖ у пациентов с ХСН-СФВ выявлено не было, поэтому для более детального изучения работы сердца нами была использована технология speckle-tracking, благодаря которой удалось выявить ухудшение показателей продольной глобальной и сегментарной деформации.

Использование speckle-tracking эхокардиографии позволило определить, что по мере увеличения ФК СН отмечалось достоверное снижение продольного систолического стрейна, при этом ФВ ЛЖ оставалась в пределах нормы. Эти результаты соответствуют данным D.A. Morris et al., в работах которых говорится, что снижение продольной систолической функции ЛЖ у больных с ХСН-СФВ свидетельствует о нарушении глобальной сократительной функции миокарда ЛЖ [37].

Снижение продольного систолического стрейна, возможно, связано с тем, что, по мнению Н. Pavlopoulos et al., S. Brucks et al. и М. Kasner et al., в патогенезе ХСН-СФВ большую роль играет нарушение продольной систолической функции ЛЖ [27, 30, 39]. Можно предположить, что сохранению нормальной ФВ способствует вращение ЛЖ, которое является компенсаторным механизмом [42], противодействующим продольной систолической дисфункции ЛЖ [42]. Об этом свидетельствуют

исследования D.A. Morris et al. (2015) отмечающих, что показатели вращения ЛЖ при ХСН-СФВ остаются в пределах нормы, таким образом поддерживая ФВ. В нашем исследовании у обследуемых пациентов при сравнении со здоровыми лицами показатели циркулярной деформации ЛЖ были снижены незначительно, а различия параметров деформации радиального стрейна отсутствовали, что соответствует данным других работ.

Полученные данные соответствуют результатам исследования Y. Mizuguchi et al. [35], считающих, что наиболее ранним и надежным маркером доклинических нарушений сократимости и релаксации левого желудочка является изменение продольной деформации миокарда, поскольку из трех направлений движения миокарда нарушения прежде всего выявляются в продольном направлении.

Результаты нашего исследования согласуются с данными Sengelov et al. (2015), свидетельствующими том, что глобальный и сегментарный систолический стрейн и стрейн-рейт обладают высокой информативностью, предпочтительностью в оценке функционального состояния миокарда и диагностики нарушений на ранних стадиях СН и у больных с СН с сохраненной фракцией выброса [43].

Выводы

1. У всех больных ХСН-СФВ выявлено нарушение диастолической функции по типу нарушенной релаксации и по псевдонормальному типу. Диастолическая дисфункция по типу нарушенной релаксации наблюдается преимущественно у пациентов с ХСН I-II ФК, диастолическая дисфункция по псевдонормальному типу выявлена только у пациентов с ХСН III ФК.
2. Применение технологии speckle-tracking ЭхоКГ при изучении показателей деформации миокарда у больных ХСН-СФВ позволяет проводить количественную оценку локальной и глобальной сократимости ЛЖ и позволяет выявлять ранние нарушения сократительной способности миокарда ЛЖ.
3. У пациентов с ХСН-СФВ выявлено значимое, по сравнению с группой здоровых лиц, снижение продольной деформации и скорости деформации миокарда ЛЖ. Показатели циркулярной деформации снижены незначительно. По мере увеличения ФК СН происходит снижение значений глобальной продольной деформации и скорости деформации.
4. При сравнении со здоровыми лицами снижение стрейна и стрейн-рейта у больных

с ХСН-СФВ происходит в базальном переднеперегородочном сегментах.

- У всех больных ХСН-СФВ имеется нарушение диастолической функции ЛЖ, более выраженное при III ФК СН.

Конфликт интересов отсутствует.

Список литературы

- Абдуллаев Р.Я., Соболев Ю.С., Шиллер Н.Б., Фостер Э. Современная эхокардиография. – Харьков: Фортуна-Пресс, 1998. [Abdullaev RY, Sobol' YS, Shiller NB, Foster E. *Sovremennaya ekhokardiografiya*. Khar'kov: Fortuna-Press; 1998. (In Russ.)]
- Аверина И.И., Бокерия О.Л., Мироненко М.Ю., Кислицына О.Н. Предикторы возникновения сердечной недостаточности в послеоперационном периоде по данным эхокардиографии с тканевым доплером и метода слежения частиц (speckle tracking) у больных с приобретенными пороками сердца // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН сердечно-сосудистые заболевания. – 2015. – Т. 16. – № 2. – С. 49–60. [Averina II, Bokeriya OL, Mironenko MY, Kislicyna ON. Predictors of cardiac arrhythmias in the postoperative period by echocardiography with tissue doppler and particle tracking method (speckle tracking) in patients with heart valve disease. *Serdechno-sosudistye zabolevaniia: biulleten' NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN*. 2015;16(2):49-60. (In Russ.)]
- Аверина И.И., Бокерия О.Л., Александрова С.А. Влияние фиброза миокарда на ремоделирование, функцию левого и правого желудочков и прогноз у больных с приобретенными пороками сердца по данным магнитно-резонансной томографии с контрастированием сердца и 2d speckle tracking // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН сердечно-сосудистые заболевания. – 2016. – Т. 17. – № 3. – С. 126. [Averina II, Bokeriya OL, Aleksandrova SA. Vliyanie fibroza miokarda na remodelirovanie, funktsiyu levogo i pravogo zheludochkov i prognoz u bol'nykh s priobretennymi porokami serdtsa po dannym magnitno-rezonansnoy tomografii s kontrastirovaniem serdtsa i 2d speckle tracking // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН сердечно-сосудистые заболевания: биulleten' NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. 2016;17(3):126. (In Russ.)]
- Алехин М.Н. Ультразвуковые методики оценки деформации миокарда и их клиническое значение. Двухмерное отслеживание пятен серой шкалы ультразвукового изображения миокарда в оценке его деформации и скручивания (лекция 2) // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2011. – № 3. – С. 107–120. [Alekhin MN. Ultrasound Methods of Myocardium Strain Evaluation and Their Clinical Significance. Speckle Tracking in the Myocardium Strain and Torsion Evaluation (Lecture 2). *Ultrasound & functional diagnostics*. 2011;(3):107-120. (In Russ.)]
- Базаева Е.В., Мясников Р.П., Корецкий С.Н., Бойцов С.А. Возможности использования ультразвуковой методики оценки деформации миокарда при сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого желудочка // Журнал сердечная недостаточность. – 2015. – Т. 16. – № 4. – С. 247–253. [Bazaeva EV, Myasnikov RP, Koretskiy SN, Boytsov SA. *Vozmozhnosti ispol'zovaniya ul'trazvukovoy metodiki otsenki deformatsii miokarda pri serdechnoy nedostatochnosti s sokhranennoy fraktsiei vybrosa levogo zheludochka // Zhurnal serdechnaia nedostatochnost'*. 2015;16(4):247-253. (In Russ.)] doi: 10.18087/rhfj.2015.4.2095.
- Беленков Ю.Н., Фомин И.В., Мареев В.Ю., и др. Первые результаты Российского эпидемиологического исследования по ХСН // Журнал сердечная недостаточность. – 2003. – Т. 4. – № 1. – С. 26–30. [Belenkov YN, Fomin IV, Mareev VY, et al. *Pervye rezultaty Rossiyskogo epidemiologicheskogo issledovaniya po KhSN. Zhurnal serdechnaia nedostatochnost'*. 2003;4(1):26-30. (In Russ.)]
- Боев С.С., Доценко Н.Я., Молодан А.В., и др. Диагностические аспекты спекл-трекинг эхокардиографии у больных ишемической болезнью сердца с хронической сердечной недостаточностью (обзор литературы) // Здравоохранение Чувашии. – 2013. – № 4. – С. 53–58. [Boev SS, Dotsenko NY, Molodan AV, et al. *Diagnostic aspects of speckle tracking echocardiography of patients with coronary heart disease and chronic heart failure (literature review). Zdravookhranenie Chuvashi*. 2013;(4):53-58. (In Russ.)]
- Васюк Ю.А., Школьник Е.Л. Современные возможности и ограничения эхокардиографии при заболеваниях сердечно-сосудистой системы // Российский Кардиологический журнал. – 2013. – Т. 18. – № 4. – С. 28–32. [Vasyuk YA, Shkol'nik EL. *Strengths and limitations of modern echocardiography in cardiovascular disease diagnostics. Russian journal of cardiology*. 2013;18(4):28-32. (In Russ.)]
- Коваленко В.М., Несукай Е.Г., Чернюк С.В. Роль современных неинвазивных методов визуализации сердца в диагностике миокардита // Украинский кардиологический журнал. – 2013. – № 3. – С. 101–108. [Kovalenko VM, Nesukay EG, Chernyuk SV. *The role of novel non-invasive visualization methods in the diagnosis of myocarditis. Ukrainskiy kardiologicheskij zhurnal*. 2013;(3):101-108. (In Russ.)]
- Малев Э.Г. Распространенность, патогенетические механизмы и особенности ведения пациентов с пролапсом митрального клапана: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2014. [Malev EG. *Rasprostranennost', patogeneticheskie mekhanizmy i osobennosti vedeniya patsientov s prolapsom mitral'nogo klapana*. [dissertation] Saint Petersburg; 2014. (In Russ.)]
- Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Арутюнов Г.П., и др. Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ

- по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр) 2012 // Журнал сердечная недостаточность. – 2013. – Т. 14. – № 7. – С. 379–472. [Mareev VY, Ageev FT, Arutyunov GP, et al. SEHF, RSC and RSMSIM national guidelines on CHF diagnostics and treatment (fourth revision). Approved at the SEHF Congress on December 7, 2012, at the SEHF Board of Directors meeting on March 31, 2013, and at the RSC Congress on September 25, 2013. *Zhurnal serdechnaya nedostatochnost'*. 2013;14(7):379-472. (In Russ.)]
12. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике / Под ред. В.В. Митькова. – М.: Видар, 1998. [Klinicheskoe rukovodstvo po ul'trazvukovoy diagnostike. Ed. by V.V. Mit'kov. Moscow: Vidar; 1998. (In Russ.)]
 13. Никифоров В.С., Никищенко Ю.В. Современные возможности speckle tracking эхокардиографии в клинической практике // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 248–255. [Nikiforov VS, Nikishchenkova YV. Modern Possibilities of Speckle Tracking Echocardiography in Clinical Practice. *Rational pharmacotherapy in cardiology*. 2017;13(2):248-255. (In Russ.)]
 14. Новиков В.И., Новикова Т.Н. Эхокардиография. Методика и количественная оценка. – М.: МЕДпресс-информ, 2017. [Novikov VI, Novikova TN. Ekhokardiografiya. Metodika i kolichestvennaya otsenka. Moscow: MEDpress-inform; 2017. (In Russ.)]
 15. Павлюкова Е.Н., Терешенкова Е.К., Карпов Р.С. Деформация в продольном направлении и по окружности, ротация, скручивание и раскручивание левого желудочка у пациентов с асимметричной гипертрофией левого желудочка // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – Т. 29. – № 3. – С. 55–62. [Pavlyukova EN, Tereshenkova EK, Karpov RS. Global longitudinal and circumferential strain, rotation, twist and untwist of the left ventricle in patients with asymmetric left ventricular hypertrophy. *Siberian medical journal*. 2014;29(3):55-62. (In Russ.)]
 16. Павлюкова Е.Н., Трубина Е.В., Карпов Р.С. Деформация левого желудочка у больных с ишемической и дилатационной кардиомиопатией по данным ультразвуковой технологии «след пятна» // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – Т. 27. – № 3. – С. 37–42. [Pavlyukova EN, Trubina EV, Karpov RS. Left ventricle strain/strain rate in patients with ischemic and dilated cardiomyopathy. *Siberian medical journal*. 2012;27(3):37-42. (In Russ.)]
 17. Павлюкова Е.Н., Трубина Е.В., Карпов Р.С. Ротация, скручивание и поворот по оси левого желудочка у больных ишемической и дилатационной кардиомиопатией // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2013. – № 1. – С. 44–53. [Pavlyukova EN, Trubina EV, Karpov RS. Left ventricle rotation, twist and torsion in patients with dilated and ischemic cardiomyopathy. *Ultrasound & functional diagnostics*. 2013;(1):44-53. (In Russ.)]
 18. Райдинг Э. Эхокардиография: практическое руководство. – М.: МЕДпресс-информ, 2016. [Rayding E. Ekhokardiografiya: prakticheskoe rukovodstvo. Moscow: MEDpress-inform; 2016. (In Russ.)]
 19. Рыбакова М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. – М.: ВИДАР, 2008. [Rybakova MK, Alekhin MN, Mit'kov VV. Prakticheskoe rukovodstvo po ul'trazvukovoy diagnostike. Ekhokardiografiya. Moscow: VIDAR; 2008. (In Russ.)]
 20. Смирнова Е.А. Распространенность, факторы риска, прогноз и тактика ведения пациентов с хронической сердечной недостаточностью: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2012. [Smirnova EA. Rasprostranennost', faktory riska, prognoz i taktika vedeniya patsientov s khronicheskoy serdechnoy nedostatochnost'yu. [dissertation] Moscow; 2012. (In Russ.)]
 21. Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф. Тканевое доплеровское исследование миокарда. – М.: Реал Тайм, 2006. [Tkachenko SB, Beresten' NF. Tkanevoe dopplerovskoe issledovanie miokarda. Moscow: Real Time; 2006. (In Russ.)]
 22. Фейгенбаум Х. Эхокардиография. – М.: Видар, 1999. [Feygenbaum K. Ekhokardiografiya. Moscow: Vidar; 1999. (In Russ.)]
 23. Хадзегова А.Б., Васюк Ю.А., Ющук Е.Н., Габитова Р.Г. Оценка деформации миокарда с помощью технологии speckle tracking у больных артериальной гипертензией // Сердце: журнал для практикующих врачей. – 2011. – Т. 10. – № 2. – С. 118–125. [Khadzegova AB, Vasyuk YA, Yushchuk EN, Gabitova RG. Otsenka deformatsii miokarda s pomoshch'yu tekhnologii speckle tracking u bol'nykh arterial'noy gipertenziiy. *Serdtshe*. 2011;10(2):118-125. (In Russ.)]
 24. Хадзегова А.Б., Ющук Е.Н., Синицына И.А., и др. Новые возможности оценки функционального состояния сердца при артериальной гипертензии // Журнал Sono Ace-Ultrasound. – 2012. – № 24. – С. 46–51. [Khadzegova AB, Yushchuk EN, Sinitsyna IA, et al. Novye vozmozhnosti otsenki funktsional'nogo sostoyaniya serdtsa pri arterial'noy gipertenzii. *Zhurnal Sono Ace-Ultrasound*. 2012;(24):46-51. (In Russ.)]
 25. Хадзегова А.Б., Ющук Е.Н., Габитова Р.Г., и др. Оценка систолической функции левого желудочка с помощью ультразвуковой технологии 2d-стрейн у больных с артериальной гипертензией // Российский кардиологический журнал. – 2016. – Т. 21. – № 12. – С. 7–11. [Khadzegova AB, Yushchuk EN, Gabitova RG, et al. Assessment of the left ventricle systolic function with ultrasound 2d-strain technology in arterial hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2016;21(12):7-11. (In Russ.). doi: 10.15829/1560-4071-2016-12-7-11.
 26. Шиллер Н.Б., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. – М.: МЕДпресс-информ, 2018. [Shiller NB, Osipov MA. Klinicheskaya ekhokardiografiya. Moscow: MEDpress-inform; 2018. (In Russ.)]
 27. Brucks S, Little WC, Chao T, et al. Contribution of left ventricular diastolic dysfunction to heart failure regard-

- less of ejection fraction. *Am J Cardiol.* 2005;95(5):603-606. doi: 10.1016/j.amjcard.2004.11.006.
28. Collier P, Phelan D, Klein A. A Test in Context: Myocardial Strain Measured by Speckle-Tracking Echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(8):1043-1056. doi: 10.1016/j.jacc.2016.12.012.
 29. Dalen H, Thorstensen A, Aase SA, et al. Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of 1266 healthy individuals: the HUNT study in Norway. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(2):176-183. doi: 10.1093/ejehocardi/jep194.
 30. Kasner M, Gaub R, Sinning D, et al. Global strain rate imaging for the estimation of diastolic function in HFNEF compared with pressure-volume loop analysis. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(9):743-751. doi: 10.1093/ejehocardi/jeq060.
 31. Kim SA, Park SM, Kim MN, Shim WJ. Assessment of Left Ventricular Function by Layer-Specific Strain and Its Relationship to Structural Remodelling in Patients With Hypertension. *Can J Cardiol.* 2016;32(2):211-216. doi: 10.1016/j.cjca.2015.04.025.
 32. Lang RM, Badano LP, 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: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
 33. Marcucci C, Lauer R, Mahajan A. New echocardiographic techniques for evaluating left ventricular myocardial function. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008;12(4):228-247. doi: 10.1177/1089253208328581.
 34. Myocardial Imaging: Tissue Doppler and Speckle Tracking. Ed. by T.H. Marwick, C.-M. Yu, J.P. Sun. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell Futura Publishing; 2007.
 35. Mizuguchi Y, Oishi Y, Miyoshi H, et al. The functional role of longitudinal, circumferential, and radial myocardial deformation for regulating the early impairment of left ventricular contraction and relaxation in patients with cardiovascular risk factors: a study with two-dimensional strain imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21(10):1138-1144. doi: 10.1016/j.echo.2008.07.016.
 36. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2011;12(3):167-205. doi: 10.1093/ejehocardi/jer021.
 37. Morris DA, Boldt LH, Eichstadt H, et al. Myocardial systolic and diastolic performance derived by 2-dimensional speckle tracking echocardiography in heart failure with normal left ventricular ejection fraction. *Circ Heart Fail.* 2012;5(5):610-620. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.112.966564.
 38. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, 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.
 39. Pavlopoulos H, Nihoyannopoulos P. Abnormal segmental relaxation patterns in hypertensive disease and symptomatic diastolic dysfunction detected by strain echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21(8):899-906. doi: 10.1016/j.echo.2008.01.017.
 40. Penicka M, Vanderheyden M, Bartunek J. Diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction: role of clinical Doppler echocardiography. *Heart.* 2014;100(1):68-76. doi: 10.1136/heartjnl-2011-301321.
 41. Perk G, Tunick PA, Kronzon I. Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography — from technical considerations to clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20(3):234-243. doi: 10.1016/j.echo.2006.08.023.
 42. Ponikowski P, Voors AA, Anker DS, и др. Рекомендации ESC по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности 2016 // Российский кардиологический журнал. — 2017. — Т. 22. — № 1. — С. 7–81. [Ponikowski P, Voors AA, Anker DS, et al. 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Russian journal of cardiology.* 2017;22(1):7-81. (In Russ.)] doi: 10.15829/1560-4071-2017-1-7-81.
 43. Sengelov M, Jorgensen PG, Jensen JS, et al. Global Longitudinal Strain Is a Superior Predictor of All-Cause Mortality in Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2015;8(12):1351-1359. doi: 10.1016/j.jcmg.2015.07.013.
 44. Udelson JE. Heart failure with preserved ejection fraction. *Circulation.* 2011;124(21):e540-543. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.071696.
 45. Zhang X, Ha S, Wang X, et al. Speckle tracking echocardiography: clinical applications in cardiac resynchronization therapy. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(5):6668-6676.

▪ Информация об авторах

Дарья Владимировна Вдовенко — ассистент кафедры госпитальной терапии им. Р.Г. Межебовского. E-mail: dashkevich.vdv@gmail.com.

Роман Аронович Либис — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной терапии им. Р.Г. Межебовского. E-mail: k_gospt@orgma.ru.

▪ Information about the authors

Darya V. Vdovenko — Assistant Professor, Department of Internal Diseases n.a. R.G. Mezhebovsky. E-mail: dashkevich.vdv@gmail.com.

Libis R. Aronovich — Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Internal Diseases n.a. R.G. Mezhebovsky. E-mail: k_gospt@orgma.ru.