

ISSN 1607-419X

ISSN 2411-8524 (Online)

УДК 616.127:616.124.2:616.12-008.46

Показатели деформации миокарда и диастолическая функция левого желудочка у больных хронической сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса

Д. В. Вдовенко, Р. А. Либис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, Россия

Контактная информация:

Вдовенко Дарья Владимировна,
ФГБОУ ВО ОрГМУ
Минздрава России,
ул. Советская, д. 6, Оренбург,
Россия, 460000.
Тел.: +7(953)450–52–25.
E-mail: dashkevich.vdv@gmail.com

Статья поступила в редакцию
10.01.18 и принята к печати 12.02.18.

Резюме

Цель исследования — изучить диагностические возможности speckle-tracking эхокардиографии (ЭХОКГ) в оценке функционального состояния миокарда и диастолическую функцию у больных хронической сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса (ХСН-СФВ). **Материалы и методы.** Обследовано 56 больных ХСН-СФВ I–IIa стадии I–III функционального класса (ФК), возникшей на фоне артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца в возрасте 50–69 лет, и 15 здоровых лиц. Всем проводились общеклиническое обследование, тест с шестиминутной ходьбой для уточнения ФК ХСН, ЭХОКГ по общепринятой методике для оценки систолической и диастолической функции сердца, speckle-tracking ЭХОКГ для расчета показателей деформации миокарда. **Результаты.** Средняя ФВ по Симпсону $61,7 \pm 5,28\%$. По результатам теста с шестиминутной ходьбой больные распределились следующим образом 26,7% — I ФК, 48,2% — II ФК, 25,1% — III ФК. У пациентов с ХСН-СФВ выявлена диастолическая дисфункция. Диастолическая дисфункция по типу нарушенной релаксации была у 48 больных, по псевдонормальному типу — у 8. У пациентов с ХСН-СФВ выявлено небольшое снижение глобального систолического продольного стрейна ($-16,6 \pm 2,58\%$) и стрейн рейта ($-0,74 \pm 0,12 \text{ c}^{-1}$) левого желудочка, а также происходило снижение стрейна и стрейн рейта в базальном переднеперегородочном ($-13,2 \pm 3,24\%$ и $-0,75 \pm 0,03 \text{ c}^{-1}$) и базальном переднебоковом ($-14,16 \pm 3,29\%$ и $-0,83 \pm 0,12 \text{ c}^{-1}$) сегментах. **Выводы.** У больных ХСН-СФВ выявляется диастолическая дисфункция по типу нарушенной релаксации и по псевдонормальному типу, а также существенное снижение глобального и посегментарного систолического стрейна и стрейн рейта.

Ключевые слова: speckle-tracking эхокардиография, сердечная недостаточность, диастолическая дисфункция, деформация

Для цитирования: Вдовенко Д. В., Либис Р. А. Показатели деформации миокарда и диастолическая функция левого желудочка у больных хронической сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса. Артериальная гипертензия. 2018;24(1):74–80. doi:10.18705/1607-419X-2018-24-1-74-80

The myocardial deformation and diastolic function of the left ventricle in patients with heart failure with preserved left ventricular ejection fraction

D. V. Vdovenko, R. A. Libis

Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia

Corresponding author:

Darya V. Vdovenko,
Orenburg State Medical University,
6 Sovetskaya street, Orenburg,
460000 Russia.
Phone: +7(953)450-52-25.
E-mail: dashkevich.vdv@gmail.com

Received 10 January 2018;
accepted 12 February 2018.

Abstract

Objective. To evaluate myocardial function in patients with chronic heart failure with preserved left ventricular ejection fraction (CHF-PEF) by speckle tracking echocardiography. **Design and methods.** We examined 56 patients aged from 50 to 69 years with verified CHF-PEF, NYHA (New York Heart Association) class I–IIa and stage A–C of the ABCD classification of the American College of Cardiology, and 15 healthy persons. CHF-PEF was associated with arterial hypertension and coronary artery disease. The results of 6-minute walk test, echocardiography and speckle-tracking echocardiography were analyzed. **Results.** The average left ventricular ejection fraction measured by Simpson's method was $61,7 \pm 5,28\%$. According to the 6-minute walk test the patients were divided as followed: 26,7% — stage A, 48,2% — stage B, 25,1% — stage C. All patients with CHF-PEF had the diastolic dysfunction: in 48 patients abnormal relaxation pattern was found, and in 8 pseudonormal pattern was shown. Patients with CHF-PEF had reduced global longitudinal strain (GLS $-16,6 \pm 2,58\%$) and GLS rate (GLSR $-0,74 \pm 0,12$ s) of the left ventricle. Also they had reduced strain and strain rate in basal anteroseptal ($-13,2 \pm 3,24\%$ and $-0,75 \pm 0,03$ s⁻¹) and basal anterolateral ($-14,16 \pm 3,29\%$ and $-0,83 \pm 0,12$ s⁻¹) segments. **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.

Key words: speckle-tracking echocardiography, heart failure, diastolic dysfunction, deformation

For citation: Vdovenko DV, Libis RA. The myocardial deformation and diastolic function of the left ventricle in patients with heart failure with preserved left ventricular ejection fraction. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2018;24(1):74–80. doi:10.18705/1607-419X-2018-24-1-74-80

Введение

Согласно Рекомендациям по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности 2016 года Европейского общества кардиологов, сердечная недостаточность (СН) — это клинический синдром, который характеризуется рядом типичных симптомов (одышка, отеки голеней и утомляемость), которые могут сопровождаться объективными признаками (повышение давления в яремной вене, влажные хрипы в легких, периферические отеки), возникшими в результате структурного или функционального нарушения сердечной деятельности, приводящего к уменьшению сердечного

выброса и/или повышению внутрисердечного давления в покое или при нагрузке. Традиционно СН классифицируют в зависимости от фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) [1].

СН включает в себя большое количество пациентов. Выделяют СН с нормальной ФВ ЛЖ (ФВ $\geq 50\%$; СН с сохраненной ФВ) и СН со сниженной ФВ ЛЖ (ФВ $< 40\%$). Пациенты с ФВ ЛЖ 49–40% представляют собой так называемую «серую зону», такую СН называют СН с промежуточной ФВ ЛЖ [2].

По данным исследования ЭПОХА–ХСН и ЭПОХА–О–ХСН, в Российской Федерации распространенность

хронической СН (ХСН) I–IV ФК в популяции составляет 7% [2–4]. Большинство больных (56,8%) с явными клиническими признаками ХСН имеют практически нормальную сократительную способность ЛЖ (ФВ ЛЖ $\geq$ 50%) [5]. По данным Национальных рекомендаций ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр), основными причинами развития ХСН являются артериальная гипертензия (АГ) — 88% случаев и ишемическая болезнь сердца (ИБС) — 59% случаев [1].

Широкая распространенность хронической сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса (ХСН-СФВ) требует детального изучения функционального состояния миокарда у этих больных. Одним из основных методов диагностики ХСН-СФВ является трансторакальная эхокардиография (ЭХОКГ), которая позволяет оценивать систолическую и диастолическую функцию как левого, так и правого желудочков. Основным показателем сократимости ЛЖ является его ФВ. Для оценки ФВ ЛЖ рекомендуется использовать модифицированный метод Симпсона, который позволяет учитывать архитектуру ЛЖ [6]. Стандартный протокол ЭХОКГ исследования не дает полного представления о работе сердца. Поэтому в настоящее время для оценки функции сердечной мышцы используются технологии, которые позволяют оценивать ультразвуковую деформацию (strain или стрейн) и скорость деформации (strain rate или стрейн рейт) миокарда [7].

В последние годы широкое распространение получила методика speckle-tracking ЭХОКГ. Она позволяет анализировать деформацию миокарда для изучения показателей сокращения и расслабления сердца на разных уровнях [9, 10] и более детально оценивать диастолическую функцию ЛЖ с помощью показателей вращения.

Speckle-tracking ЭХОКГ — это новая неинвазивная ультразвуковая технология, которая позволяет проводить количественную оценку глобальной и региональной функции миокарда [8]. Методика основана на анализе движения ультразвукового серошкального изображения миокарда в В-модальном режиме [7]. От кадра к кадру в течение сердечного цикла происходит отслеживание ультразвуковых пятен серой шкалы (kernels) в трех пространственных направлениях: продольном, радиальном и циркулярном [7, 8].

Считается, что у пациентов с ХСН-СФВ систолическая функция ЛЖ сохранена. При рутинном ЭХОКГ исследовании не представляется возможным глубоко и детально оценить сократительную способность миокарда, так как ФВ характеризует лишь изменения объемных параметров [12]. Преимущество speckle-tracking ЭХОКГ заключается в количественной оценке деформации миокарда в каждом сегменте, что, в свою очередь, позволяет выявить начальные нарушения систолической функции ЛЖ у данной категории больных [8, 13]. Кроме того, в ряде исследований было показано, что существует корреляционная зависимость между показателями продольной деформации миокарда и ФВ ЛЖ. Таким образом, показатели миокардиальной деформации могут

быть использованы для детального анализа систолической функции ЛЖ.

Цель исследования — изучить диагностические возможности speckle-tracking ЭХОКГ в оценке функционального состояния миокарда у больных с ХСН-СФВ, а также оценить диастолическую функцию у данной категории больных.

Материалы и методы

Обследовано 56 больных ХСН-СФВ I–IIa стадии (классификация Стражеско–Василенко) I–III ФК по NYHA (31 мужчина и 25 женщин) в возрасте от 50 до 69 лет и 15 здоровых лиц. У данных больных ХСН-СФВ возникла на фоне АГ и ИБС.

Диагностика ХСН-СФВ проводилась на основе Национальных рекомендаций ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр, 2012 год).

Критерии включения: добровольное информированное согласие на участие в исследовании, возраст 50–80 лет, ХСН-СФВ I–IIa стадии I–II ФК, возникшая на фоне АГ и ИБС.

Критерии исключения: перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе, наличие аневризмы ЛЖ, нарушения ритма (постоянная форма фибрилляции предсердий, частая желудочковая экстрасистолия), невозможность оптимальной визуализации, наличие тяжелой легочной патологии (хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма).

Всем пациентам проводилось общеклиническое обследование с оценкой клинического состояния по шкале ШОКС (модификация В. Ю. Мареева, 2000 год).

Функциональный класс (ФК) СН определялся с помощью теста с шестиминутной ходьбой.

Всем пациентам была проведена ЭХОКГ по стандартной методике в М-, В- и доплеровском режимах на аппарате VIVIDЕ9 (GE Healthcare). Для оценки сократительной способности ЛЖ измеряли следующие показатели: конечный диастолический объем (мл), конечный систолический объем (мл), ударный объем (мл), ФВ (%), фракцию укорочения (ΔS , %), минутный объем крови (л/мин). Для оценки диастолической функции ЛЖ анализировали: максимальную скорость раннего диастолического наполнения (Е), максимальную скорость позднего диастолического наполнения (А), отношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения (Е/А), время замедления раннего трансмитрального кровотока (dtЕ), продолжительность фазы изоволюмического расслабления (IVRT), среднюю скорость движения фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу (e'), отношение максимальной скорости раннего диастолического наполнения трансмитрального кровотока к средней скорости ранней диастолической волны движения фиброзного кольца митрального клапана (Е/e') [11].

Для проведения speckle-tracking ЭХОКГ проводилась запись кинопетель (частота кадров — 72 кадра в секунду) из трех сердечных циклов во время задержки пациентом

дыхания в двух- и четырехкамерных позициях и позиции по длинной оси ЛЖ из верхушечного доступа с параллельной регистрацией электрокардиограммы. Основными требованиями к изображению являлись: получение корректных срезов ЛЖ, четкая визуализация всех сегментов ЛЖ и границ эндокарда и эпикарда. В полуавтоматическом режиме с помощью технологии speckle-tracking ЭХОКГ и использованием программного обеспечения EchoPAC оценивались показатели глобальной и посегментарной продольной деформации (стрейн) и скорости деформации (стрейн рейт) ЛЖ.

Расчеты начинали с анализа длинной оси ЛЖ из верхушечного доступа и выбора кадра, который соответствовал моменту закрытия аортального клапана. Этот показатель является важным для дальнейшей обработки данных [7]. Далее производилась трассировка эндокарда в зонах интереса, эпикардальная граница обозначалась программой автоматически, ширина зоны интереса регулировалась вручную в зависимости от толщины миокарда. Программное обеспечение разделяло выбранную зону на 6 сегментов и определяло пригодность изображения для анализа. Те же самые манипуляции проводились с изображениями ЛЖ, полученными в четырех- и двухкамерных позициях из верхушечного доступа. После обработки изображения во всех кинопетлях значения систолического продольного стрейна и стрейн рейта для каждого сегмента отображались на 17-сегментной модели ЛЖ («бычий глаз»). Помимо этого, программа рассчитывала показатели стрейна и стрейн рейта для каждой позиции из верхушечного доступа и всего ЛЖ (рис.).

Диастолическую функцию ЛЖ изучали, проводя исследование в импульсно-волновом и тканевом импульсно-волновом доплеровском режимах в апикальной четырехкамерной позиции, располагая контрольные объемы, соответственно, на уровне окончания створок митрального клапана и на латеральной и медиальной частях фиброзного кольца митрального клапана. Рассчитывали значение соотношения максимальной скорости наполне-

ния ЛЖ (пика Е трансмитрального потока) и максимальной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (среднее значение пика e') в фазу ранней диастолы — E/e' , отношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения (E/A), время замедления раннего трансмитрального кровотока (dtE) [11].

Результаты

У всех больных отмечались клинические симптомы СН (одышка при физической нагрузке, пастозность или отеки голеней). При проведении ЭХОКГ по общепринятой методике нарушения показателей глобальной сократимости ЛЖ выявлены не были. Данные представлены в таблице 1. Средняя ФВ по Симпсону составила $61,7 \pm 5,28\%$. По результатам теста с шестиминутной ходьбой для определения ФК СН пациенты распределились следующим образом: 26,7% (15 больных) — I ФК, 48,2% (27 больных) — II ФК, 25,1% (14 больных) — III ФК.

При изучении диастолической функции у всех 56 больных с ХСН-СФВ выявлена диастолическая дисфункция. Диастолическая дисфункция по типу нарушенной релаксации была у 48 больных (dtE $272,4 \pm 63$ мс; E/A $0,73 \pm 0,048$; E/e' $6,65 \pm 1,89$), по псевдонормальному типу — у 8 (dtE $180,1 \pm 12$ мс; E/A $1,32 \pm 0,33$; E/e' $10,17 \pm 0,84$). Результаты представлены в таблице 2.

При изучении параметров, характеризующих глобальную продольную деформацию, изменения были выявлены у всех пациентов. Было установлено, что, по сравнению с контрольной группой, у пациентов с ХСН-СФВ имеет место небольшое снижение глобального систолического продольного стрейна ($-16,6 \pm 2,58\%$ против $-20,2 \pm 1,61\%$ в группе здоровых лиц) и стрейн рейта ($-0,74 \pm 0,12$ с⁻¹ против $-1,18 \pm 0,19$ с⁻¹) ЛЖ ($p < 0,05$). Показатели глобального систолического продольного стрейна, полученные из четырехкамерной, двухкамерной позиций и позиции по длинной оси из апикального доступа, а также среднее значение для ЛЖ, в зависимости от ФК СН, представлены в таблице 3.

Рисунок. Оценка глобального продольного систолического стрейна левого желудочка с использованием speckle-tracking эхокардиографии

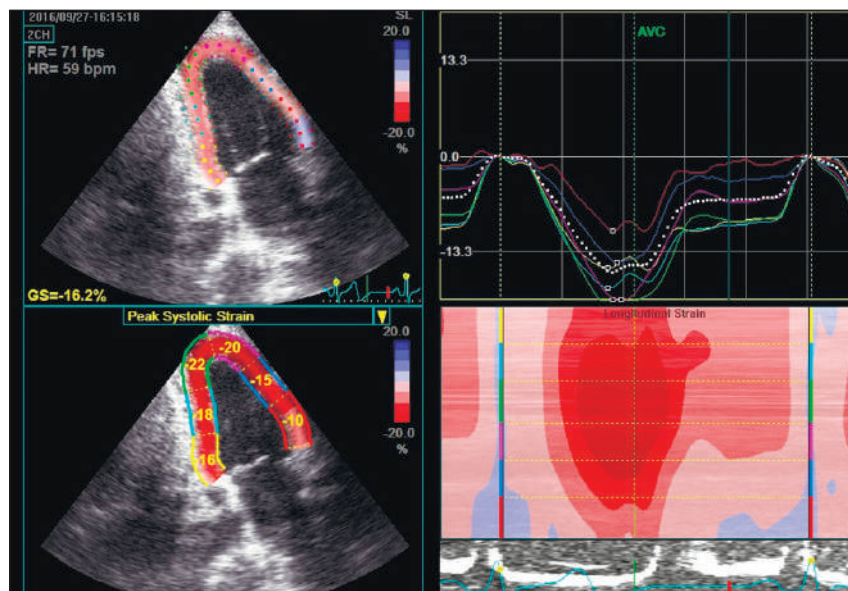


Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛИ СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

ФК СН	Показатели сократимости миокарда ЛЖ			
	КДО, мл	КСО, мл	ФВ, %	ΔS , %
ФК I, n = 15	49,4 ± 2,4	31,8 ± 2,8	62,5 ± 6,2	31,6 ± 1,5
ФК II, n = 27	51,6 ± 1,5	30,9 ± 2,3	63,8 ± 5,1	32,8 ± 1,7
ФК III, n = 14	54,2 ± 1,5	33,1 ± 1,8	60,6 ± 2,8	31,2 ± 2,3
Контрольная группа, n = 15	49,9 ± 3,2	31,5 ± 2,3	64,3 ± 2,8	33,2 ± 2,6

Примечание: ФК — функциональный класс; СН — сердечная недостаточность; ЛЖ — левый желудочек; КДО — конечный диастолический объем, мл; КСО — конечный систолический объем, мл; ФВ — фракция выброса, %; ΔS — фракция укорочения, %.

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛИ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КЛАССА СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

ФК СН	Показатели диастолической функции				
	Е/А	e' lat	e' med	Е/е	dtE
ФК I, n = 15	0,75 ± 0,4	0,09 ± 0,009	0,07 ± 0,007	7,39 ± 0,05	271 ± 59
ФК II, n = 27	0,85 ± 0,36	0,09 ± 0,008	0,072 ± 0,006	8,21 ± 0,06	284 ± 32
ФК III, n = 14	1,01 ± 0,25	0,08 ± 0,009	0,064 ± 0,006	9,1 ± 0,09	196 ± 75

Примечание: ФК — функциональный класс; СН — сердечная недостаточность; Е/А — 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; Е/е' — 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.

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПРОДОЛЬНОГО СИСТОЛИЧЕСКОГО СТРЕЙНА
ДЛЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Значения максимального продольного стрейна	Контрольная группа, n = 15	ФК СН		
		ФК I, n = 15	ФК II, n = 27	ФК III, n = 14
APLAX	-20,1 ± 1,9	-16,4 ± 2,8*	-15 ± 1,9*	-15,1 ± 3,2*
4СН	-21,2 ± 2,3	-16,9 ± 2,6*	-17,6 ± 3,1	-14,9 ± 2,5
2СН	-21,2 ± 2,6	-18,6 ± 3,1	-15,5 ± 2,3*	-16,0 ± 2,7*
Среднее значение для ЛЖ	-20,8 ± 2,4	-17,3 ± 2,3	-16,3 ± 1,9*	-15,9 ± 2,3*

Примечание: ФК — функциональный класс; СН — сердечная недостаточность; APLAX — апикальная позиция по длинной оси; 4СН — апикальная четырехкамерная позиция; 2СН — апикальная двухкамерная позиция; ЛЖ — левый желудочек; * — $p \leq 0,05$.

При более детальном изучении показателей посегментарной деформации ЛЖ было установлено, что при сравнении со здоровыми лицами у больных ХСН-СФВ происходит снижение стрейна и стрейн рейта в базальном переднеперегородочном ($-13,2 \pm 3,24\%$ и $-0,75 \pm 0,03 \text{ c}^{-1}$ против $-17,1 \pm 3,43\%$ и $1,02 \pm 0,12 \text{ c}^{-1}$ соответственно) и базальном переднебоковом ($-14,16 \pm 3,29\%$ и $-0,83 \pm 0,12 \text{ c}^{-1}$ против $-20 \pm 2,4\%$ и $-1,27 \pm 0,33 \text{ c}^{-1}$) сегментах (для всех сравнений $p < 0,05$). Показатели деформации по другим сегментам были в пределах нормы.

Обсуждение

В нашем исследовании мы провели оценку систолической и диастолической функции ЛЖ у пациентов с ХСН-СФВ с использованием методики speckle-tracking ЭХОКГ. Результаты работы свидетельствуют о том, что у лиц с СН различной выраженности (I–III ФК), у которых при оценке систолической функции ЛЖ в двухмерном режиме по методу Симпсона не выявлялось снижения показателей, характеризующих сократимость миокарда ЛЖ, в частности, ФВ, проведение speckle-tracking ЭХОКГ позволяет выявить снижение показателей дефор-

мации — глобального и посегментарного систолического стрейна и стрейн рейта.

По мере увеличения ФК СН отмечалось значимое снижение продольного систолического стрейна, при этом ФВ ЛЖ оставалась в пределах нормы. Эти результаты соответствуют данным Daniel A. Morris и соавторов (2012), которые отмечают, что снижение продольной систолической функции ЛЖ у больных ХСН-СФВ свидетельствует о нарушении глобальной сократительной функции миокарда ЛЖ [13].

Выявление снижения продольного систолического стрейна, вероятно, связано с тем, что, по мнению Pavlopoulos H. и соавторов (2008), Brucks S. и соавторов (2005) и Kasner M. и соавторов (2010), в патогенезе ХСН-СФВ ведущую роль играет нарушение продольной систолической функции ЛЖ [15–17]. Также можно предположить, что сохранению нормальной ФВ способствует некий компенсаторный механизм, в частности вращение ЛЖ, противодействующий продольной систолической дисфункции ЛЖ [18–20]. Об этом свидетельствуют исследования Morris D. A. и соавторов (2012), отмечающих, что показатели вращения ЛЖ у пациентов с ХСН-СФВ остаются в пределах нормы, таким образом поддерживая ФВ [13].

Полученные нами результаты соответствуют данным Sengelov M. G. и соавторов (2015), свидетельствующим о том, что по сравнению с другими стандартными ЭХОКГ-параметрами, глобальный и посегментарный систолический стрейн и стрейн рейт обладают более высокой информативностью в оценке функционального состояния миокарда и диагностики нарушений на ранних стадиях СН и у пациентов с ХСН-СФВ [12].

Выводы

1. Использование speckle-tracking ЭХОКГ в изучении деформации миокарда у больных ХСН-СФВ дает возможность количественной оценки локальной и глобальной сократимости ЛЖ, что позволяет выявить ранние нарушения сократительной способности миокарда ЛЖ.

2. У пациентов с ХСН-СФВ выявлено значимое, по сравнению с группой здоровых лиц, снижение продольной деформации и скорости деформации миокарда ЛЖ. По мере увеличения ФК СН происходит более значимое снижение значений продольной деформации и скорости деформации в указанных сегментах.

3. У всех больных ХСН-СФВ имеется нарушение диастолической функции по типу нарушенной релаксации и по псевдонормальному типу.

4. Диастолическая дисфункция по типу нарушенной релаксации наблюдается преимущественно у пациентов с ХСН I–II ФК, диастолическая дисфункция по псевдонормальному выявлена только у пациентов с ХСН III ФК.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Мареев В. Ю., Агеев Ф. Т., Арутюнов Г. П., Коротеев А. В., Мареев Ю. В., Овчинников А. Г. и др. Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр). Утверждены на Конгрессе ОССН 7 декабря 2012 года, на Правлении ОССН 31 марта 2013 и Конгрессе РКО 25 сентября 2013 года. Журнал Сердечная Недостаточность. 2013;14(7):379–472. [Mareev VYu, Ageev FT, Arutyunov GP, Koroteev AV, Mareev YuV, Ovchinnikov AG et al. National guidelines for diagnosis and treatment of chronic heart failure (4th review). Russian Heart Failure Journal. 2013;14(7):379–472. In Russian].
2. Беленков Ю. Н., Фомин И. В., Мареев В. Ю., Агеев Ф. Т., Даниелян М. О. Первые результаты Российского эпидемиологического исследования по ХСН. Журнал Сердечная Недостаточность. 2003;4(1):26–30. [Belenkov YuN, Fomin IV, Mareev VYu, Ageev FT, Danielyan MO. The first results from the national epidemiological studies Epidemiological survey of HF. Russian Heart Failure Journal. 2003;4(1):26–30. In Russian].
3. Агеев Ф. Т., Даниелян М. О., Мареев В. Ю., Беленков Ю. Н. Больные с хронической сердечной недостаточностью в российской амбулаторной практике: особенности контингента, диагностики и лечения (по материалам исследования ЭПОХА–О–ХСН). Журнал Сердечная Недостаточность. 2004;5(1):4–7. [Ageev FT, Danielyan MO, Mareev VYu, Belenkov YuN. Patients with chronic heart failure in Russia's outpatient practice: the contingent features, diagnosis and treatment: study EPOCH-O-CHF. Russian Heart Failure Journal. 2004;5(1):4–7. In Russian].
4. Агеев Ф. Т., Беленков Ю. Н., Фомин И. В., Мареев В. Ю., Бадин Ю. В., Галаявич А. С. и др. Распространенность хронической сердечной недостаточности в Европейской части Российской Федерации — данные ЭПОХА–ХСН. Журнал Сердечная Недостаточность. 2006;7(1):112–115. [Ageev FT, Belenkov YuN, Fomin IV, Mareev VYu, Badin YuV, Galyavich AS et al. Prevalence rate of the chronic heart failure in the European part of the Russian Federation. Russian Heart Failure Journal. 2006;7(1):112–115. In Russian].
5. Мареев В. Ю., Даниелян М. О., Беленков Ю. Н. От имени рабочей группы исследования ЭПОХА–О–ХСН. Сравнительная характеристика больных с ХСН в зависимости от величины ФВ по результатам Российского многоцентрового исследования ЭПОХА–О–ХСН. Журнал Сердечная Недостаточность. 2006;7(4):164–171. [Mareev VYu, Danielyan MO, Belenkov YuN. On behalf of the working group of the EPOCH-O-CHF study. The comparative characteristic of patients with HF according to EF value based on the results of the EPOCH-O-CHF study. Russian Heart Failure Journal. 2006;7(4):164–171. In Russian].
6. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L 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.
7. Алехин М. Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар-М, 2012. 88 с. [Alekhin MN. Ultrasound methods of myocardium strain evaluation and their clinical significance. M.: Vindar-M, 2012. 88 p. In Russian].
8. Mondillo S, Galderisi M, Mele D, Cameli M, Lomoriello VS, Zacà V. Speckle-Tracking Echocardiography. A new technique for assessing myocardial function. J Ultrasound Med. 2011;30(1):71–83.
9. Хадзегова А. Б., Юшук Е. Н., Сеницына И. А., Шупенина Е. Ю., Хучинаева А. М., Надина Е. В. Новые возможности оценки функционального состояния сердца при артериальной

гипертензии. Журнал Sono Ace-Ultrasound. 2012;24:46–51. [Khadzegova AB, Yuschuk EN, Sinicina IA, Shupenina EYu, Khuchinaeva AM, Nadina EV. The new capabilities in assessment of the heart functional state in arterial hypertension. Journal Sono Ace-Ultrasound. 2012;24:46–51. In Russian].

10. Abduch MC, Alencar AM, Mathias Jr W, Vieira ML. Cardiac mechanics evaluated by speckle tracking echocardiography. *Arq Bras Cardiol.* 2014;102(4):403–412.

11. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, 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.

12. Sengeløv MG, Jensen JS, Bruun NE, Olsen FJ, Fritz-Hansen T, Nochioka K et al. Global longitudinal strain is a superior predictor of all-cause mortality in heart failure with reduced ejection fraction. *JACC: Cardiovasc Imag.* 2015;8(12):1351–1359. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.0.013>

13. Morris DA, Boldt L-H, Eichstädt H, Ozcelik C, Haverkamp W. 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.

14. Kasner M, Westermann D, Steendijk P, Gaub R, Wilkenshoff U, Weitmann K et al. Utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of diastolic function in heart failure with normal ejection fraction: a comparative Doppler-conductance catheterization study. *Circulation.* 2007;116(6):637–647.

15. Kasner M, Gaub R, Sinning D, Westermann D, Steendijk P, Hoffmann W 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/ijejchocard/jeq060

16. 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. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2008.01.017>

17. Brucks S, Little WC, Chao T, Kitzman DW, Wesley-Farrington D, Gandhi S et al. Contribution of left ventricular diastolic dysfunction to heart failure regardless of ejection fraction. *Am J Cardiol.* 2005;95(5):603–606.

18. Phan TT, Shivu GN, Abozguia K, Gnanadevan M, Ahmed I, Frenneaux M. Left ventricular torsion and strain patterns in heart failure with normal ejection fraction are similar to age-related changes. *Eur J Echocardiogr.* 2009;10(6):793–800. <http://www.biomedsearch.com/nih/Left-ventricular-torsion-strain-patterns/19502618.html>

19. Wang J, Khoury DS, Yue Y, Torre-Amione G, Nagueh SF. Left ventricular untwisting rate by speckle tracking echocardiography. *Circulation.* 2007;116(22):2580–2586. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.70677

20. Wang J. Preserved left ventricular twist and circumferential deformation, but depressed longitudinal and radial deformation in patients with diastolic heart failure. *Eur Heart J.* 2008;29(10):1283–1289. doi:org/10.1093/eurheartj/ehn141

21. Wang J, Nagueh SF. Current perspectives on cardiac function in patients with diastolic heart failure. *Circulation.* 2009;119 (8):1146–1157. doi:org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.822676

Информация об авторах

Вдовенко Дарья Владимировна — аспирант кафедры госпитальной терапии имени Р. Г. Межебовского ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России;

Либис Роман Аронович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной терапии имени Р. Г. Межебовского ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России.

Author information

Darya V. Vdovenko, MD, PhD Student, Department of Internal Diseases named after R. G. Mezhebovsky, Orenburg State Medical University;

Roman A. Libis, MD, PhD, DSc, Professor, Head, Department of Internal Diseases named after R. G. Mezhebovsky, Orenburg State Medical University.