

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-92-97>
УДК 616.124.2-007.24-02:616-018.2-007.17-02]-055.2:612.663

Особенности деформации миокарда левого желудочка у пациенток репродуктивного возраста с дисплазией соединительной ткани

М.Ю. Сметанин¹, Д.В. Ополонский^{1, 2}, А.В. Мельников¹, Л.Т. Пименов²,
Т.Е. Чернышова²

¹ Республиканский клинико-диагностический центр Министерства здравоохранения Удмуртской Республики, 426009, Российская Федерация, Ижевск, ул. Ленина, 876

² Ижевская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации, 426034, Российская Федерация, Ижевск, ул. Коммунаров, 281

Аннотация

Особенности продольной деформации миокарда левого желудочка (ЛЖ) у пациенток репродуктивного возраста с недифференцированной дисплазией соединительной ткани (НДСТ) ранее специально не изучались.

Цель: изучить особенности продольной деформации миокарда ЛЖ, используя *speckle tracking* эхокардиографию (ЭхоКГ), у пациенток репродуктивного возраста с НДСТ.

Материал и методы. У 20 молодых женщин с НДСТ (средний возраст – $23,5 \pm 2,6$ года) была проведена неинвазивная оценка систолической деформации миокарда ЛЖ в продольном направлении с помощью ЭхоКГ. В качестве контрольной группы были обследованы 34 практически здоровые женщины, сопоставимые по возрасту (средний возраст – $24,8 \pm 2,4$ года) без признаков НДСТ.

Результаты. Показатели продольной систолической деформации миокарда у пациенток с НДСТ практически не отличались от контрольной группы. Установлены достоверные различия только для срединного сегмента – чрезмерное укорочение межжелудочковой перегородки и снижение деформации в боковой стенке ЛЖ. Максимальной деформации подвергались сегменты 8–10 (срединный передне-перегородочный, срединный ниже-перегородочный и нижний), а также все верхушечные сегменты ЛЖ (13–17: апикальный передний, апикальный перегородочный, апикальный нижний и апикальный боковой), $p < 0,05$.

Выводы. 1. У пациенток репродуктивного возраста с НДСТ регистрируется достоверное снижение глобальной продольной систолической деформации ЛЖ в базальном сегменте межжелудочковой перегородки и верхушечном сегменте передней стенки ЛЖ. 2. Наибольшей деформации у обследованных пациенток подвергались сегменты 8–10 (срединный передне-перегородочный, срединный ниже-перегородочный и нижний), а также все верхушечные сегменты ЛЖ (13–17: апикальный передний, апикальный перегородочный, апикальный нижний и апикальный боковой).

Ключевые слова:

пациентки репродуктивного возраста, недифференцированная дисплазия соединительной ткани, продольная деформация миокарда, скорость деформации, сегменты миокарда левого желудочка, эхокардиография, *speckle tracking*, ультразвуковой сканер экспертного класса.

Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Прозрачность финансовой деятельности:

никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Соответствие принципам этики:

информированное согласие получено от каждого пациента. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Ижевской государственной медицинской академии Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 578 от 08.02.2022 г.).

Для цитирования:

Сметанин М.Ю., Ополонский Д.В., Мельников А.В., Пименов Л.Т., Чернышова Т.Е. Особенности деформации миокарда левого желудочка у пациенток репродуктивного возраста с дисплазией соединительной ткани. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2022;37(2):92–97. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-92-97>.

Features of left ventricular myocardial deformation in female patients of reproductive age with connective tissue dysplasia

Mikhail Yu. Smetanin¹, Dmitriy V. Opolonskiy^{1,2}, Anatoliy V. Melnikov¹,
Leonid T. Pimenov², Tatyana E. Chernyshova²

¹ Republican Clinical and Diagnostic Center,
87, Lenin str., Izhevsk, 426009, Russian Federation

² Izhevsk State Medical Academy,
281, Kommunarov str., Izhevsk, 426034, Russian Federation

Abstract

Features of longitudinal left ventricular (LV) myocardial deformation in female patients of reproductive age with undifferentiated connective tissue dysplasia (UCTD) have not been specifically studied before.

Aim. To study the features of longitudinal LV myocardial deformation using *speckle tracking* echocardiography in female patients of reproductive age with UCTD.

Material and Methods. A noninvasive assessment of systolic LV myocardial deformation in the longitudinal direction using echocardiography was performed in 20 young adult female patients with UCTD (the average age was 23.5 ± 2.6 years). A control group composed of 34 apparently healthy women of comparable age (the average age was 24.8 ± 2.4 years) with no signs of UCTD were examined.

Results. The indices of longitudinal systolic myocardial deformation in female patients with UCTD practically did not differ from the control group. Significant differences were found only for the median segment: excessive shortening of the interventricular septum and a decrease in deformation in the lateral wall of the left ventricle. Segments 8–10 (mid anteroseptal, mid inferolateral, and mid inferior) and all apical LV segments (13–17: apical anterior, apical septal, apical inferior, and apical lateral) were subjected to maximum deformation, $p < 0.05$.

Conclusions. In patients of reproductive age with UCTD, a significant decrease in global longitudinal systolic LV deformity was recorded in the basal segment of the interventricular septum and the apical segment of the anterior LV wall. Segments 8–10 (median anterior-septum, median inferior-septum, and lower) and all apical LV segments (13–17: apical anterior, apical septum, apical lower, and apical lateral) were subjected to the greatest deformation in the examined patients.

Keywords:	women patients of reproductive age, undifferentiated connective tissue dysplasia, longitudinal myocardial deformation, strain rate, left ventricular myocardial segments, echocardiography, speckle tracking, expert-class ultrasonic scanner.
Conflict of interest:	the authors declare that there is no conflict of interest.
Financial disclosure:	none of the authors has a financial interest in the submitted materials or methods.
Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from all patients. The study was approved by the ISMA Local Ethics Committee (protocol No. 578 from 08.02.2022).
For citation:	Smetanin M.Yu., Opolonskiy D.V., Melnikov A.V., Pimenov L.T., Chernyshova T.E. Features of left ventricular myocardial deformation in female patients of reproductive age with connective tissue dysplasia. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2022;37(2):92–97. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-92-97 .

Введение

Актуальность проблемы недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) определяется ее значительной распространенностью среди женщин репродуктивного возраста – по мнению российских экспертов, она колеблется от 26 до 80%, что соответствует таковой в общей популяции [1]. Ряд исследователей полагают, что именно степень тяжести диспластической стигматизации сердечно-сосудистой системы (ССС)

определяет жизненный и трудовой прогноз у каждого конкретного пациента [2, 3].

Клиницисты привыкли судить о миокардиальной дисфункции на основании снижения глобальной фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) по данным трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ). Появление современных ультразвуковых сканеров экспертного класса способствовало появлению принципиально новых подходов к оценке функционального состояния ССС, которые способны диагностировать минимальные нарушения

функции миокарда ЛЖ. Одной из таких технологий является *speckle tracking* ЭхоКГ, позволяющая, в частности, дать количественную оценку глобальной и региональной функции миокарда на основе ее глобальной продольной деформации [4, 5].

В настоящее время пристальное внимание уделяется проблеме ранней диагностики сердечной недостаточности (СН) у пациентов с сохранной ФВ ЛЖ [6]; активно обсуждается возможность использования ультразвуковых сканеров экспертного класса в целях изучения деформации миокарда ЛЖ [7]. По мнению А.И. Степановой и М.Н. Алехина, технология *speckle tracking* ЭхоКГ потенциально может быть прогностически значимой при различных заболеваниях ССС, а также при некардиогенных заболеваниях [8].

Вопросы снижения систолической деформации ЛЖ у пациенток репродуктивного возраста с НДСТ ранее специально не изучались.

Цель работы: изучение особенностей продольной деформации миокарда ЛЖ с использованием *speckle tracking* ЭхоКГ у пациенток репродуктивного возраста с НДСТ.

Материал и методы

Нами были обследованы 20 пациенток репродуктивного возраста с НДСТ, средний возраст – $23,5 \pm 2,6$ года. НДСТ диагностировалась на основании физикального обследования и дополнительных методов диагностики в соответствии с общепринятыми критериями диагностики внешних признаков дисморфогенеза соединительной ткани различных органов и систем [1]. Контрольную группу составили 34 практически здоровые женщины, сопоставимые по возрасту (средний возраст – $24,8 \pm 2,4$ года) без признаков НДСТ.

Трансторакальная ЭхоКГ и оценка деформации миокарда ЛЖ проводилась на ультразвуковом сканере экспертного класса Vivid E9 (General Electric, США) в продольном направлении по окружности на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки по короткой оси ЛЖ с использованием методики *speckle-tracking* ЭхоКГ. В каждом из трех парастернальных коротких сечений записывалось по одному сердечному циклу. Для оценки деформации ЛЖ на основе отслеживания пятен серой шкалы (*speckle tracking*) использовалось программное обеспечение рабочей станции General Electric. С целью повышения качества отслеживания движения пятен применялась частота смены кадров 50–70 в секунду [4]. Сегментарная оценка деформации ЛЖ проводилась по видеоизображениям, зарегистрированным из апикальной позиции на уровне 2 и 4 камер (A2C, A4C) и по длинной оси ЛЖ (LAX). Производным от деформации показателем является скорость деформации (*strain rate*); последняя определяется как время, в течение которого происходит деформация миокарда и выражается в c^{-1} . Деформация и скорость деформации миокарда оценивались в соответствии с консенсусным документом Европейской ассоциации по сердечно-сосудистой визуализации (EACVI) и Американского эхокардиографического общества (ASE) «Описание единого стандарта 2d *speckle tracking* эхокардиографии» [9]. Фракцию выброса (ФВ) ЛЖ в 2D-режиме определяли по методу J.S. Simpson.

Глобальную продольную деформацию миокарда ЛЖ оценивали посегментно, в каждом из 16 сегментов на уровне митрального клапана (6 сегментов), папилляр-

ных мышц (6 сегментов) и верхушки ЛЖ (4 сегмента). Проводилось усреднение значений скорости деформации для продольной деформации миокарда по уровням (базальный, срединный, верхушечный). Усреднение всех сегментов позволило вычислить глобальную продольную деформацию и ее скорость. Нижняя граница нормы глобального продольного стрейна ЛЖ для ультразвуковых сканеров фирмы General Electric составляет $21,3 \pm 2,1\%$. По данным некоторых авторов, для женщин нормативные показатели выше, чем для мужчин [10–11].

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета программы Biostat Pro 6.5.0.0. (AnalystSoft Inc., США). Данные представлены в виде $M \pm SD$, где M – средняя арифметическая величина, SD – стандартное отклонение; нормальность распределения проверяли с помощью критерия А.Н. Колмогорова. Для оценки различия количественных показателей между группами использовали критерий Манна – Уитни, статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Группа пациенток с НДСТ и контрольная группа были сопоставимы по возрасту, индексу массы тела и ФВ (табл. 1). Все показатели ЭхоКГ в обеих группах находились в пределах референсных значений.

Таблица 1. Эхокардиографические показатели у пациенток с недифференцированной дисплазией соединительной ткани ($M \pm SD$)

Table 1. Echocardiographic parameters in patients with undifferentiated connective tissue dysplasia ($M \pm SD$)

Показатели Parameters	НДСТ ($n = 20$) UCTD ($n = 20$)	Контроль ($n = 34$) Control ($n = 34$)	p
Возраст, лет Age, years	$23,5 \pm 2,6$	$24,8 \pm 2,4$	0,521
Площадь поверхности тела, m^2 Body surface area, m^2	$1,62 \pm 0,21$	$1,72 \pm 0,25$	0,428
КДР ЛЖ, см LV EDD, cm	$4,8 \pm 0,16$	$4,9 \pm 0,22$	0,579
КДО ЛЖ, мл LV EDV, mL	$103,8 \pm 14,2$	$109,7 \pm 12,8$	0,564
ФВ ЛЖ (Simpson), % LV EF (Simpson), %	$62,2 \pm 4,3$	$63,1 \pm 4,4$	0,786
Масса миокарда ЛЖ, г LV mass, g	$105,9 \pm 3,4$	$108,7 \pm 4,8$	0,616
Индекс массы миокарда ЛЖ, $г/м^2$ LV mass index, $г/м^2$	$64,7 \pm 2,9$	$63,2 \pm 3,6$	0,427

В сформированных группах проводилась оценка продольной систолической деформации ЛЖ. В таблице 2 приведены показатели (в %) продольного систолического укорочения ЛЖ по сегментам.

Скорость продольной деформации миокарда ЛЖ (по сегментам) у пациенток с НДСТ достоверно не отличалась от контрольной группы, $p > 0,05$.

Отметим только снижение скорости продольной деформации в двух сегментах – базальном сегменте межжелудочковой перегородки и верхушечном сегменте передней стенки ЛЖ ($p < 0,05$). У пациенток репродуктивного возраста с НДСТ максимальной деформации подвергались сегменты 8–10 (срединный передне-перегородочный, срединный нижне-перегородочный и нижний соответственно), а также все верхушечные сегменты

ЛЖ (13–17: апикальный передний, апикальный перегородочный, апикальный нижний и апикальный боковой) ($p < 0,05$).

Таблица 2. Показатели продольной деформации левого желудочка у пациенток с недифференцированной дисплазией соединительной ткани ($M \pm SD$)

Table 2. Indices of left ventricular longitudinal deformation in women patients with undifferentiated connective tissue dysplasia ($M \pm SD$)

Сегменты ЛЖ LV Segments	НДСТ ($n = 20$) UCTD ($n = 20$)	Контроль ($n = 34$) Control ($n = 34$)	p
1	$-18,1 \pm 2,8$	$-19,2 \pm 2,4$	0,486
2	$-17,9 \pm 2,2$	$-18,3 \pm 2,6$	0,603
3	$-15,4 \pm 1,9$	$-16,1 \pm 2,1$	0,582
4	$-17,8 \pm 2,1$	$-18,1 \pm 2,3$	0,424
5	$-17,4 \pm 2,5$	$-17,8 \pm 2,8$	0,534
6	$-16,3 \pm 2,3$	$-16,9 \pm 2,6$	0,612
7	$-28,8 \pm 3,2$	$-20,5 \pm 3,6$	0,014
8	$-20,4 \pm 2,3$	$-20,9 \pm 2,2$	0,279
9	$-20,9 \pm 2,1$	$-21,3 \pm 2,4$	0,368
10	$-20,8 \pm 2,2$	$-21,4 \pm 2,6$	0,197
11	$-18,6 \pm 2,4$	$-19,2 \pm 2,3$	0,559
12	$16,1 \pm 2,5$	$19,9 \pm 2,92$	0,009
13	$23,1 \pm 3,1$	$23,4 \pm 2,9$	0,594
14	$25,4 \pm 2,4$	$25,1 \pm 2,7$	0,387
15	$25,8 \pm 3,2$	$26,1 \pm 3,4$	0,214
16	$23,4 \pm 3,1$	$23,9 \pm 3,3$	0,614
17	$24,8 \pm 2,8$	$25,1 \pm 3,2$	0,561

Обсуждение

В нашей работе изучалась продольная систолическая деформация миокарда ЛЖ у пациенток репродуктивного возраста с НДСТ. Полученные нами значения продольной деформации ЛЖ (по сегментам) в группе наблюдения и в контрольной группе согласуются с референсными значениями, предложенными Американским обществом эхокардиографии (ASE) [9]. В то же время наша работа имела отличия от других подобных исследований, поскольку вопросы снижения систолической деформации ЛЖ у пациенток репродуктивного возраста с НДСТ ранее специально не изучались.

Мы предполагаем, что значимое снижение скорости продольной деформации в двух сегментах (базальном сегменте межжелудочковой перегородки и верхушечном

сегменте передней стенки ЛЖ) объясняется наличием у пациенток дефекта соединительнотканного каркаса сердца (т. н. синдром соединительнотканной дисплазии сердца); последний, вероятно, и является субстратом ремоделирования миокарда ЛЖ у пациенток репродуктивного возраста с НДСТ. Это может свидетельствовать о нарушении сокращения и расслабления продольных волокон миокарда у молодых женщин с сохранной ФВ ЛЖ. На сегодняшний день можно только предполагать, каким путем пойдет в дальнейшем ремоделирование миокарда ЛЖ у пациенток репродуктивного возраста с НДСТ. На снижение скорости деформации миокарда ЛЖ в вышеперечисленных сегментах, по-видимому, может влиять тип кровоснабжения сердца (правый, левый или сбалансированный), однако селективная коронароангиография у наших пациенток не проводилась.

По данным некоторых исследователей, снижение продольной деформации миокарда ЛЖ может свидетельствовать о наличии патологических процессов (скрытой коронарной недостаточности) в субэндокардиальных слоях эндокарда [12]. Ряд зарубежных исследователей полагают, что фиброз миокарда является патологическим состоянием, связанным с ремоделированием внеклеточного матрикса; последнее может привести к повышению жесткости миокарда и усугублению систолической и диастолической дисфункции ЛЖ [13–16]. По мнению J.H. Park, миокардиальная деформация может дать более точную информацию о функции миокарда, а также может быть использована для выявления субклинических стадий сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), мониторинга изменений миокарда при различных методах терапии, дифференциальной диагностики и прогнозирования некоторых ССЗ [17]. Таким образом, проблема оценки деформации миокарда у женщин репродуктивного возраста с НДСТ требует дальнейшего углубленного изучения с использованием, в том числе, ультразвуковой аппаратуры экспертного класса.

Выводы

У пациенток репродуктивного возраста с НДСТ регистрируется достоверное снижение глобальной продольной систолической деформации ЛЖ в базальном сегменте межжелудочковой перегородки и верхушечном сегменте передней стенки ЛЖ.

Наибольшей деформации у обследованных пациенток подвергались сегменты 8–10 (срединный передне-перегородочный, срединный нижне-перегородочный и нижний), а также все верхушечные сегменты ЛЖ (13–17: апикальный передний, апикальный перегородочный, апикальный нижний и апикальный боковой).

Литература

- Мартынов А.И., Нечаева Г.И. Национальные рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов по диагностике, лечению и реабилитации пациентов с дисплазиями соединительной ткани (первый пересмотр). *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2016;1(99):1–32. DOI: 10.14300/mnnc.2018.13037.
- Земцовский Э.В., Малев Э.Г. Малые аномалии сердца и диспластические фенотипы. СПб.: ИВЭСЭП; 2012:160.
- Нечаева Г.И., Мартынов А.И. Дисплазия соединительной ткани: сердечно-сосудистые изменения, современные подходы к диагностике и лечению. М.: Медицинское информационное агентство; 2017:400.
- Дробязко О.А., Чумакова О.С., Затеищikov Д.А., Челомбитко Е.Г., Алехин М.Н. Структурно-функциональные особенности и показате-

- тели деформации левого желудочка сердца спортсменов по данным speckle tracking эхокардиографии. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2019;34(1):48–53. DOI: 10.29001/2073-8552-2019-34-1-48-53.
- Грознова О.С., Черных Н.Ю., Тарасова А.А. Диагностика систолической миокардиальной дисфункции: анализ деформации миокарда. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2018;63(2):53–57.
- Ponikowski P., Voors A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G.F., Coats A.J.S. et al. 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):2129–2200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128.

7. Мухаметгареева А.В., Кашталап В.В., Молчанов А.Н., Воробьев А.С., Урванцева И.А., Ромашкин В.В. и др. Возможности использования ультразвуковой оценки деформации миокарда левого желудочка в кардиологии. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2020;(3):28–43. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-3-28-43.
8. Степанова А.И., Алехин М.Н. Возможности и ограничения спекл-трекинг стресс-эхокардиографии. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2019;34(1):10–17. DOI: 10.29001/2073-8552-2019-34-1-48-53.
9. Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. 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. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(2):183–193. DOI: 10.1016/j.echo.2014.11.003.
10. Takigiku K., Takeuchi M., Izumi C., Yuda S., Sakata K., Ohte N. et al. Normal range of left ventricular 2-dimensional strain: Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the Left Ventricle (JUSTICE) Study. *Circ. J.* 2012;76(11):2623–2632. DOI: 10.1253/circj.12-0264.
11. Muraru D., Niero A., Rodriguez-Zanella H., Cherata D., Badano L. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2018;8(1):101–117. DOI: 10.21037/cdt.2017.06.01.
12. Калинкина Т.В., Ларева Н.В., Чистякова М.В. Современные методы диагностики диастолической дисфункции левого желудочка у больных гипертонической болезнью. *Забайкальский медицинский вестник*. 2016;(2):115–120.
13. Duncan A.E., Alfirevic A., Sessler D.I., Popovic Z.B., Thomas J.D. Perioperative assessment of myocardial deformation. *Anesth. Analg.* 2014;118(3):525–544. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000088.
14. Kalam K., Otahal P., Marwick T.H. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart.* 2014;100(21):1673–1680. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-305538.
15. Luis S.A., Yamada A., Khandheria B.K., Speranza V., Benjamin A., Ischenko M. et al. Use of three-dimensional speckle tracking echocardiography for quantitative assessment of global left ventricular function: a comparative study to three-dimensional echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2014;27(3):285–291. DOI: 10.1016/j.echo.2013.11.002.
16. Zhang H.J., Wang H., Sun T., Lu M.J., Xu N., Wu W.C. et al. Assessment of left ventricular twist mechanics by speckle tracking echocardiography reveals association between LV twist and myocardial fibrosis in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2014;30(8):1539–1558. DOI: 10.1007/s10554-014-0509-6.
17. Park J.H. Two-dimensional Echocardiographic Assessment of Myocardial Strain: Important Echocardiographic Parameter Readily Useful in Clinical Field. *Korean Circ. J.* 2019;49(10):908–931. DOI: 10.4070/kcj.2019.0200.

References

1. Martynov A.I., Nechaeva G.I. National recommendations of the Russian scientific society of internal medicine for diagnostics, treatment and rehabilitation of patients with connective tissue dysplasia. *Medical News of the North Caucasus*. 2016;99(1):1–32. (In Russ.). DOI: 10.14300/mnnc.2018.13037.
2. Zemtsovsky E.V., Malev E.G. Small anomalies of the heart and dysplastic phenotypes. St. Petersburg: VESEP; 2012:160. (In Russ.).
3. Nechaeva G.I., Martynov A.I. Connective tissue dysplasia: cardiovascular changes, modern approaches to diagnosis and treatment. Moscow: Medical Information Agency; 2017:400. (In Russ.).
4. Drobiazko O.A., Chumakova O.S., Zateyschikov D.A., Chelombitko E.G., Alekhin M.N. Structural and functional features and indicators of deformation of the left ventricle of the heart in athletes according to speckle tracking echocardiography. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2019;34(1):48–53. (In Russ.). DOI: 10.29001/2073-8552-2019-34-1-48-53.
5. Groznova O.S., Chernykh N.Yu., Tarasova A.A. Diagnostics of systolic myocardial dysfunction: Analysis of myocardial deformation. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2018;63(2):53–57. (In Russ.). DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-2-53-57.
6. Ponikowski P., Voors A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G.F., Coats A.J.S. et al. 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):2129–2200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128.
7. Mukhametgarеева А.В., Кашталап В.В., Молчанов А.Н., Воробьев А.С., Урванцева И.А., Ромашкин В.В. . Possibilities of using ultrasound assessment of left ventricular myocardial deformity in cardiology. *Ulyanovsk Medical and Biological Journal*. 2020;(3):28–43. (In Russ.). DOI: 10.34014/2227-1848-2020-3-28-43.
8. Stepanova A.I., Alekhin M.N. Capabilities and limitations of speckle-tracking stress echocardiography. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2019;34(1):10–17. (In Russ.). DOI: 10.29001/2073-8552-2019-34-1-10-17.
9. Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. 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. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(2):183–193. DOI: 10.1016/j.echo.2014.11.003.
10. Takigiku K., Takeuchi M., Izumi C., Yuda S., Sakata K., Ohte N. et al. Normal range of left ventricular 2-dimensional strain: Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the Left Ventricle (JUSTICE) Study. *Circ. J.* 2012;76(11):2623–2632. DOI: 10.1253/circj.12-0264.
11. Muraru D., Niero A., Rodriguez-Zanella H., Cherata D., Badano L. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2018;8(1):101–117. DOI: 10.21037/cdt.2017.06.01.
12. Kalinkina T.V., Lareva N.V., Chistyakova M.V. Modern methods of diagnosis of diastolic dysfunction of the left ventricle in patients with hypertension. *Zabaikalsky Medical Bulletin*. 2016;(2):115–120. (In Russ.).
13. Duncan A.E., Alfirevic A., Sessler D.I., Popovic Z.B., Thomas J.D. Perioperative assessment of myocardial deformation. *Anesth. Analg.* 2014;118(3):525–544. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000088.
14. Kalam K., Otahal P., Marwick T.H. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart.* 2014;100(21):1673–1680. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-305538.
15. Luis S.A., Yamada A., Khandheria B.K., Speranza V., Benjamin A., Ischenko M. et al. Use of three-dimensional speckle tracking echocardiography for quantitative assessment of global left ventricular function: a comparative study to three-dimensional echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2014;27(3):285–291. DOI: 10.1016/j.echo.2013.11.002.
16. Zhang H.J., Wang H., Sun T., Lu M.J., Xu N., Wu W.C. et al. Assessment of left ventricular twist mechanics by speckle tracking echocardiography reveals association between LV twist and myocardial fibrosis in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2014;30(8):1539–1558. DOI: 10.1007/s10554-014-0509-6.
17. Park J.H. Two-dimensional Echocardiographic Assessment of Myocardial Strain: Important Echocardiographic Parameter Readily Useful in Clinical Field. *Korean Circ. J.* 2019;49(10):908–931. DOI: 10.4070/kcj.2019.0200.

Информация о вкладе авторов

Сметанин М.Ю. – обоснование рукописи, разработка концепции и дизайна, подготовка протокола исследования, анализ и интерпретация данных, написание статьи.

Ополонский Д.В. – подготовка протокола исследования, организация сбора данных, наблюдение пациенток в условиях специализированной кардиологической поликлиники, проверка критически важного интеллектуального содержания.

Мельников А.В. – подготовка протокола исследования проведение

Information on author contributions

Smetanin M.Yu. – substantiation of the manuscript; development of study concept and design, preparation of research protocol; analysis and interpretation of data, and writing the manuscript.

Opolonskiy D.V. – preparation of research protocol, organization of data collection, observation of patients in specialized cardiological polyclinic, and verification of essential intellectual content.

Melnikov A.V. – preparation of research protocol, performing transthoracic echocardiography in women patients, and analysis and interpretation of data.

трансторакальной эхокардиографии пациенткам, анализ и интерпретация данных.

Пименов Л.Т. – обоснование рукописи, окончательное утверждение рукописи для печати.

Чернышова Т.Е. – проверка критически важного интеллектуального содержания.

Pimenov L.T. – substantiation of research and final approval of the manuscript for publication.

Chernyshova T.E. – verification of essential intellectual content.

Сведения об авторах

Сметанин Михаил Юрьевич, канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики высшей категории, Республиканский клинично-диагностический центр Министерства здравоохранения Удмуртской Республики. ORCID 0000-0002-7943-8982.

E-mail: migele1977@rambler.ru.

Ополонский Дмитрий Владимирович, канд. мед. наук, доцент кафедры госпитальной терапии с курсами кардиологии и функциональной диагностики ФПК и ПП, заместитель декана лечебного факультета, Ижевская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации; врач-кардиолог высшей квалификационной категории лечебно-диагностического отделения № 1, Республиканский клинично-диагностический центр Министерства здравоохранения Удмуртской Республики. ORCID 0000-0001-9559-2106.

E-mail: didline@mail.ru.

Мельников Анатолий Васильевич, канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики, Республиканский клинично-диагностический центр Министерства здравоохранения Удмуртской Республики. ORCID 0000-0002-7584-7009.

E-mail: forma45@mail.ru.

Пименов Леонид Тимофеевич, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой врача общей практики и внутренних болезней с курсом скорой медицинской помощи ФПК и ПП, Ижевская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0003-3785-5603.

E-mail: pimleonid@yandex.ru.

Чернышова Татьяна Евгеньевна, д-р мед. наук, профессор кафедры врача общей практики и внутренних болезней с курсом скорой медицинской помощи ФПК и ПП, Ижевская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0001-5176-5730.

E-mail: tatyanachernyshova@bk.ru.

 **Сметанин Михаил Юрьевич**, e-mail: migele1977@rambler.ru.

Information about the authors

Mikhail Yu. Smetanin, Cand. Sci. (Med.), Ultrasound Diagnostics Doctor of the Highest Qualification Category, Republican Clinical and Diagnostic Center, Ministry of Health of the Udmurt Republic. ORCID 0000-0002-7943-8982.

E-mail: migele1977@rambler.ru.

Dmitriy V. Opolonskiy, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Hospital Therapy with Courses of Cardiology and Functional Diagnostics, Deputy Dean of the Faculty of Medicine, Izhevsk State Medical Academy; Cardiologist of the Highest Qualification Category, Medical Diagnostic Department No. 1, Republican Clinical and Diagnostic Center, Ministry of Health of the Udmurt Republic. ORCID 0000-0001-9559-2106.

E-mail: didline@mail.ru.

Anatoliy V. Melnikov, Cand. Sci. (Med.), Ultrasound Diagnostics Doctor, Republican Clinical and Diagnostic Center, Ministry of Health of the Udmurt Republic. ORCID 0000-0002-7584-7009.

E-mail: forma45@mail.ru.

Leonid T. Pimenov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of General Practitioner and Internal Medicine with the Course of Emergency Medical Care, Izhevsk State Medical Academy. ORCID 0000-0003-3785-5603.

E-mail: pimleonid@yandex.ru.

Tatyana E. Chernyshova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of General Practitioner and Internal Medicine with the Course of Emergency Medical Care, Izhevsk State Medical Academy. ORCID 0000-0001-5176-5730.

E-mail: tatyanachernyshova@bk.ru.

 **Mikhail Yu. Smetanin**, e-mail: migele1977@rambler.ru.

Received May 12, 2022

Поступила 12.05.2022