

<https://doi.org/10.36396/MS.2020.16.1.009>

## Сравнительная оценка применения технологий спекл-трекинг эхокардиографии в двухмерном и трехмерном режимах у больных с хронической сердечной недостаточностью с сохранной и сниженной систолической функцией левого желудочка

М.А. САИДОВА, В.Х. СОХИБНАЗАРОВА, А.А. АВАЛЯН, С.Н. ТЕРЕШЕНКО

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, Россия

### Резюме

В исследование включены 70 больных с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) с сохранной и сниженной фракцией выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ). Всем больным проводили стандартную трансторакальную эхокардиографию (ЭхоКГ) с тканевой миокардиальной доплерографией. Для оценки деформационных свойств миокарда ЛЖ применяли технологию спекл-трекинг ЭхоКГ в двухмерном и трехмерном режимах.

Сравнительный анализ показал, что параметры деформации миокарда ЛЖ у больных ХСН как с сохранной, так и со сниженной ФВ ЛЖ в трехмерном режиме спекл-трекинг ЭхоКГ были ниже, чем в двухмерном. Два метода тесно коррелировали между собой при расчете показателей деформационных свойств как продольных, так и циркулярных волокон миокарда ЛЖ. ROC-анализ показал диагностическую значимость параметра площади деформации у больных ХСН как с сохранной, так и со сниженной ФВ ЛЖ. При проведении анализа воспроизводимости отмечено, что трехмерный режим спекл-трекинг ЭхоКГ имеет меньшую внутриоператорскую и межоператорскую ошибку, а также занимает меньше времени на обработку изображений.

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность, спекл-трекинг эхокардиография.

## Comparative evaluation of speckle tracking echocardiography technologies in two-dimensional and three-dimensional modes in patients with chronic heart failure with preserved and reduced systolic function of the left ventricle

M.A. SAIDOVA, V.H. SOKHIBNAZAROVA, A.A. AVALYAN, S.N. TERESHCHENKO

National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia

### Summary

The study included 70 patients with chronic heart failure (CHF) with a preserved and reduced ejection fraction of the left ventricle (LVEF). All patients underwent standard transthoracic echocardiography with tissue myocardial dopplerography technology and speckle-tracking echocardiography in two- and three-dimensional modes.

A comparative analysis showed that the parameters of LV deformation in patients with CHF with preserved and reduced LVEF in three-dimensional mode speckle tracking echocardiography were lower than in two-dimensional. Two methods were correlated with each other in calculating the deformation properties of both longitudinal and circular LV myocardial fibers. ROC analysis showed the diagnostic significance of the global area strain in patients with CHF with intact and with reduced LVEF. When conducting a reproducibility analysis, it was noted that the three-dimensional speckle tracking echocardiography mode has less intra-operator and inter-operator error, and also takes less time to process images.

**Key words:** chronic heart failure, Speckle Tracking Echocardiography.

### Сведения об авторах:

**Саидова Марина Абдулатиповна** — руководитель отдела ультразвуковых методов исследования (УЗМИ) ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России, проф. кафедры кардиологии РМАНПО МЗРФ. Проф., д. м. н. тел. 8 (495) 414-63-57. [m.saidova@gmail.com](mailto:m.saidova@gmail.com)

**Терешенко Сергей Николаевич** — руководитель отдела заболеваний миокарда и сердечной недостаточности, ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. Проф., д. м. н. тел. 8 (495) 414- 61-17.

**Сохибназарова Васила Худжаназаровна** — аспирант отдела УЗМИ ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. e-mail: [sohibnazarova.vasila@gmail.com](mailto:sohibnazarova.vasila@gmail.com), +7 (925) 335-34-39 (автор, ответственный за переписку).

**Авалян Ани Ашотовна** — аспирант отдела УЗМИ ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России.

## Введение

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) остается важной медико-социальной и экономической проблемой. По данным европейских исследований, риск развития ХСН особенно высок при наличии ишемической болезни сердца (ИБС) и сахарного диабета [1]. Результаты эпидемиологического исследования ЭПОХА-О-ХСН, выполненного среди больных, госпитализированных с клинически выраженной ХСН, соответствующей II–IV функциональному классу (ФК), продемонстрировали, что лишь 9% больных имели «классическую» сниженную фракцию выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ), тогда как у 78% всех пациентов с ХСН была выявлена сохранная ФВ ЛЖ [2]. Это ранее называемая диастолическая ХСН увеличивается с возрастом и более распространена среди женщин старшего возраста, для которых характерны нарушения процессов расслабления и наполнения ЛЖ, потеря эластичности и повышение жесткости миокарда при сохранной ФВ ЛЖ [3]. Однако с появлением новых ультразвуковых технологий было показано, что при ХСН с сохранной ФВ ЛЖ изменяется не только диастолическая, но и систолическая функция миокарда ЛЖ. С внедрением в клиническую практику метода спекл-трекинг эхокардиографии (Speckle Tracking Echocardiography) – СТЭ, – основанного на определении деформационных свойств миокарда, стала доступной более тщательная оценка функционального состояния миокарда у пациентов с ХСН. Технология СТЭ лишена ограничений, связанных с методом тканевой миокардиальной доплерографии, и использует совершенно другой алгоритм оценки состояния миокарда. Она основана на принципе отслеживания движения естественных пятнистых структур в миокарде на черно-белых эхокардиографических изображениях (В-режим) в разные фазы сердечного цикла, что позволяет по-новому оценить процессы сокращения и расслабления миокарда.

В последние годы в клинической практике широко применяется СТЭ в двухмерном режиме, ведутся работы по изучению возможностей трехмерного режима данной технологии. В отличие от двухмерного режима он позволяет провести одновременную оценку параметров деформации всех слоев миокарда ЛЖ, а также оценить новый показатель – площадь глобальной деформации (Global Area Strain – GAS) [11]. Таким образом, для всесторонней оценки функционального состояния миокарда ЛЖ у пациентов с ХСН как с сохранной, так и со сниженной ФВ ЛЖ помимо традиционных эхокардиографических параметров интерес представляет применение метода СТЭ в двухмерном и трехмерном режимах, а также сравнение их преимуществ и ограничений.

Целью настоящего исследования было изучение особенностей деформации ЛЖ у пациентов с ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ по данным двухмерного и трехмерного режимов технологии СТЭ.

## Материал и методы

Обследованы 70 пациентов с ХСН (29 женщин и 41 мужчина) в возрасте  $65,0 \pm 14,3$  года, госпитализированных в отдел заболеваний миокарда и сердечной недостаточности ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. Всем больным проводили стандартное клиническое обследование, включающее объективный осмотр, сбор анамнеза, проведение лабораторных и инструментальных методов исследований.

Критериями включения больных было наличие ХСН I–IV ФК (по Нью-Йоркской ассоциации сердца – NYHA), развившейся в результате ИБС, ДКМП и артериальной гипертензии (АГ). Критериями невключения были острый инфаркт миокарда, нарушение ритма сердца и внутрижелудочковой проводимости, болезни накопления миокарда, врожденные и приобретенные пороки сердца.

Диагноз ХСН был верифицирован в соответствии с рекомендациями [17, 18] при наличии у больных 2 критериев и более:

- характерные симптомы ХСН (одышка, утомляемость, ограничение физической активности, отеки лодыжек) при исключении других причин их возникновения;
- органические изменения миокарда, подтвержденные данными электрокардиографии (ЭКГ), ЭхоКГ, рентгенографии органов грудной клетки по содержанию в крови натрийуретического пептида (НУП)  $\geq 35$  пг/мл.

Тяжесть клинического состояния пациентов с ХСН была оценена по ШОКС в модификации В.Ю. Мареева (2000) [19] и определен ФК ХСН по классификации NYHA на основании результатов теста 6-минутной ходьбы.

Все больные были разделены на две группы: 1-я группа – пациенты с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ ( $\geq 50\%$ ), 2-я группа – больные со сниженной ФВ ЛЖ ( $\leq 40\%$ ). В группу контроля вошли 20 здоровых добровольцев (12 женщин и 8 мужчин) в возрасте  $46,5 \pm 2,8$  года, у которых, по данным инструментальных методов обследования, отсутствовали объективные признаки дисфункции сердца в покое.

Средний возраст пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ составил  $72,0 \pm 9,9$  года. Основной причиной сердечной недостаточности у больных с сохранной ФВ ЛЖ была АГ (80%). Средний возраст пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ составил  $45,3 \pm 13,6$  года. Основной причиной ХСН в данной группе больных была ДКМП (60%). Клинические проявления ХСН имели место у больных обеих групп: одышка отмечена практически у всех больных (98%), отеки нижних конечностей – у 80% больных.

Трансторакальную ЭхоКГ проводили на ультразвуковом приборе экспертного класса Vivid E9 (GE Healthcare, США) с использованием датчика M5S-D для регистрации изображений в двухмерном режиме и матричного датчика 4V-D для регистрации изображений в трехмерном режиме. Для определения фаз сердечного цикла во время исследования выполняли синхронную запись ЭКГ. У всех больных на момент исследования зарегистрирован синусовый ритм. Исследование проводили с использованием стандартных эхокардиографических доступов и режимов. Для оценки систолической функции ЛЖ определяли ФВ ЛЖ по методу Симпсона (biplane) в 4- и 2-камерном сечениях.

Рисунок 1. Применение технологии СТЭ в трехмерном режиме у пациентов с ХСН с сохранной (А) и сниженной ФВ ЛЖ (Б)



Для оценки показателей деформации ЛЖ в двухмерном режиме СТЭ проводили запись цифровой кинопетли из апикальной позиции (на уровне четырех, двух и трех камер), из парастернальной позиции по длинной оси, также по короткой оси на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки ЛЖ. Далее анализировали изображение на рабочей станции EchoPac PC (GE Healthcare, США) с использованием программы 2-D Strain.

Для оценки глобальной продольной, радиальной, циркулярной деформации и площади деформации (GAS) в трехмерном режиме СТЭ выполняли запись трехмерного трасторакального изображения из апикальной 4-камерной позиции в течение 4 или 6 сердечных циклов с частотой кадров 25–50 FR. В последующем данное трехмерное изображение подвергали постобработке с использованием опции автоматического количественного анализа ЛЖ (4D AutoLVQ).

Глобальная площадь деформации – новый параметр, измеряемый при трехмерном режиме, который отражает суммарную региональную и глобальную деформацию миокарда ЛЖ (рис. 1) [6–8].

### Статистический анализ данных

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Statistica, версия 10 (StatSoft, США). Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ . При нормальном распределении между собой данные сравнивали с помощью критерия Стьюдента. Если выборки не соответствовали нормальному распределению, использовали критерий Вилкоксона.

Оценку корреляционных связей между парами количественных признаков осуществляли с использованием непараметрического рангового коэффициента Спирмена.

### Результаты исследования

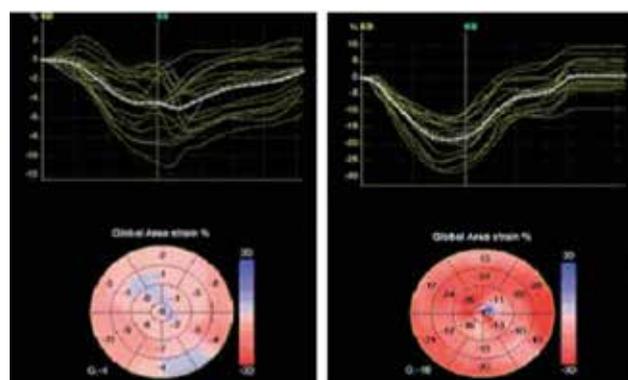
Результаты проведенного исследования показали, что при использовании обоих режимов СТЭ были выявлены статистически значимо более низкие показатели глобальной

продольной и радиальной деформации у пациентов с ХСН по сравнению с контрольной группой. Следует отметить, что в двухмерном режиме СТЭ не было выявлено достоверных различий между показателями циркулярной деформации у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ и в контрольной группе. Однако в трехмерном режиме СТЭ в этой группе больных были зарегистрированы значимо низкие значения данного показателя по сравнению с таковыми в контрольной группе ( $p < 0,001$ ).

У больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ значения деформации по данным СТЭ как в двухмерном, так и в трехмерном режимах были существенно ниже по сравнению с пациентами с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ (табл. 1, 2; рис. 2).

По данным трехмерного режима СТЭ также был оценен новый показатель – площадь глобальной деформации (GAS, %), отражающая суммарную деформацию всех волокон миокарда каждого сегмента ЛЖ. У пациентов с ХСН

Рисунок 2. Глобальная продольная деформация ЛЖ по данным двухмерного режима СТЭ у больных. а – ХСН со сниженной ФВ ЛЖ; б – ХСН с сохранной ФВ ЛЖ; в – в контрольной группе (представлено в виде «бычьего глаза»)



**Таблица 1.** Значения деформации миокарда ЛЖ у пациентов с ХСН, по данным двухмерного режима СТЭ

Параметр	ФВ ЛЖ >50% (n=30)	ФВ ЛЖ <40% (n=40)	Контрольная группа (n=20)
Глобальная продольная деформация, %	-15,0* ^ [-20,7; -3,0]	-8,4* [-10,0; -8,2]	-20 [-21,3; -17,9]
Глобальная циркулярная деформация, %	-18,0* ^ [-20,0; -6,2]	-7,5* [-9,5; -5,1]	-18,6 [-19,4; -14,4]
Глобальная радиальная деформация, %	32,2* ^ [23,5; 36,2]	12,7* [6,2; 17,3]	42,4 [14,3; 46,6]

Примечание. \* –  $p < 0,001$  по сравнению с контрольной группой, ^ –  $p < 0,001$  по сравнению с 2-й группой.

**Таблица 2.** Значения деформации миокарда ЛЖ у пациентов с ХСН, по данным трехмерного режима СТЭ

Параметр	ФВ ЛЖ >50% (n=30)	ФВ ЛЖ <40% (n=40)	Контрольная группа (n=20)
Глобальная продольная деформация, %	-7,3* ^ [-10,0; -6,0]	-3,5* [-4,0; -2,0]	-12,6 [-15,2; -10,5]
Глобальная циркулярная деформация, %	-10,3* ^ [-13,0; -9,0]	-4,6* [-6,0; -3,0]	-17,9 [-19,5; -13,0]
Глобальная радиальная деформация, %	21,8* ^ [16,0; 26,0]	8,8* [5,0; 12,0]	25,5 [20,5; 32,0]
Площадь деформации (GAS), %	-16,3* ^ [-20,0; -12,0]	-7,9* [-10,0; -5,0]	-21,1 [-26,5; -19,5]

Примечание. \* –  $p < 0,001$  по сравнению с контрольной группой, ^ –  $p < 0,001$  по сравнению с 2-й группой.

со сниженной ФВ ЛЖ регистрировали существенно более низкие значения данного параметра по сравнению с пациентами с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ ( $p < 0,05$ ). Так, у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ значение показателя GAS составило  $-16,3\%$ , у больных с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ  $-7,9\%$ , а в контрольной группе  $-21,1\%$  ( $p < 0,001$ ).

Проведенный ROC-анализ показал высокую диагностическую значимость параметра GAS у пациентов с ХСН как с сохранной, так и со сниженной ФВ ЛЖ. Было выявлено, что у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ при пороговом значении, превышающем  $-20,8\%$ , определялась высокая чувствительность ( $95,0\%$ ) и специфичность ( $85,0\%$ ) в отношении ХСН (табл. 3, 4). У пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ при значении, превышающем  $-14,0\%$ , параметр GAS с чувствитель-

ностью  $95\%$  и специфичностью  $100\%$  показал высокую диагностическую значимость в отношении ХСН (рис. 3, 4). Таким образом, в нашем исследовании в диапазоне от  $-14,0$  до  $-20,8\%$  выявлялись пациенты с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ, а ниже  $-14,0\%$  – больные со сниженной ФВ ЛЖ.

В исследовании также анализировали взаимосвязи деформации ЛЖ, по данным двухмерной СТЭ, и уровня мозгового НУП (МНП, пг/мл) у пациентов с ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ. У пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ выявлены статистически значимые прямые корреляционные связи между параметрами деформации ЛЖ и уровнем МНП, в то время как у больных с сохранной ФВ ЛЖ статистически значимых взаимосвязей получено не было (табл. 5).

**Таблица 3.** Диагностическая значимость параметра площади деформации (GAS) у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ

Показатель	Отрезное значение	Чувствительность	Специфичность	Площадь под кривой	95% ДИ
GAS	$\geq -20,8\%$	95,0%	85,0%	0,82	0,710–0,930

Примечание. Здесь и в табл. 4: ДИ – доверительный интервал.

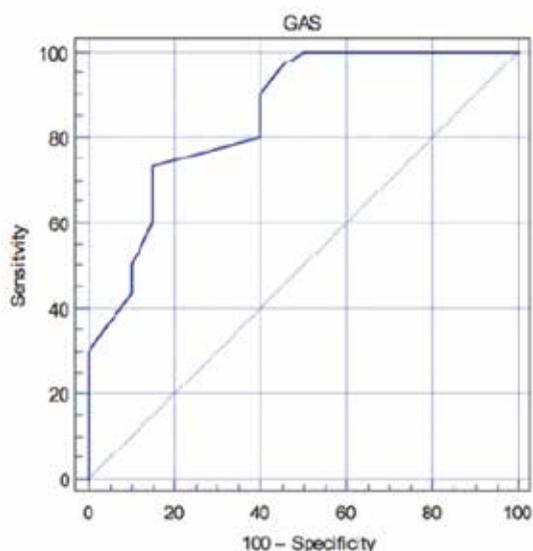
**Таблица 4.** Диагностическая значимость параметра площади деформации (GAS) у пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ

Показатель	Отрезное значение	Чувствительность	Специфичность	Площадь под кривой	95% ДИ
GAS	$\geq -14,0\%$	95,0%	100,0%	1,0	0,936–1,0

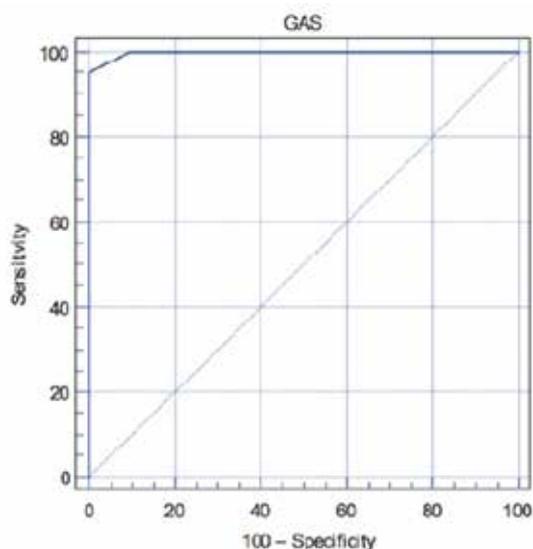
**Таблица 5.** Корреляционные связи показателей деформации ЛЖ с уровнем МНП у пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ (корреляционный анализ Spearman rank R)

Показатель	МНП	
	г	р
Глобальная продольная деформация, %	0,40	$< 0,05$
Глобальная циркулярная деформация, %	0,38	$< 0,05$

**Рисунок 3.** Диагностическая значимость параметра площади деформации (GAS) у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ



**Рисунок 4.** Диагностическая значимость параметра площади деформации (GAS) у пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ



Далее был проведен сравнительный анализ между площадью деформации по данным трехмерного режима и показателями деформации по данным двухмерного режима СТЭ. Для большинства показателей были получены статистически значимые корреляционные взаимосвязи. Наиболее тесная корреляционная связь была выявлена между площадью деформации (GAS – 3D СТЭ) и глобальной продольной деформацией ЛЖ (GLS – 2D СТЭ) ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ) у больных с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ (табл. 6).

При проведении корреляционного анализа между показателями глобальной продольной деформации ЛЖ, по данным обоих режимов СТЭ, у пациентов

с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ отмечена достоверная умеренная положительная корреляционная связь ( $r=0,65$ ;  $p<0,05$ ) (рис. 5). Следует отметить, что у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ между указанными параметрами статистически значимой взаимосвязи выявлено не было.

При анализе систолической функции ЛЖ, оцененной по ФВ ЛЖ, выявлено, что в трехмерном режиме были получены статистически значимо более низкие значения ФВ ЛЖ, чем при двухмерной ЭхоКГ (табл. 7).

На следующем этапе анализировали временные затраты на постобработку полученных изображений с использованием двухмерного и трехмерного режимов СТЭ

**Таблица 6.** Корреляционный анализ между площадью деформации (GAS), по данным 3D-СТЭ, и параметрами деформации, по данным 2D СТЭ, у пациентов с ХСН (корреляционный анализ Spearman rank R)

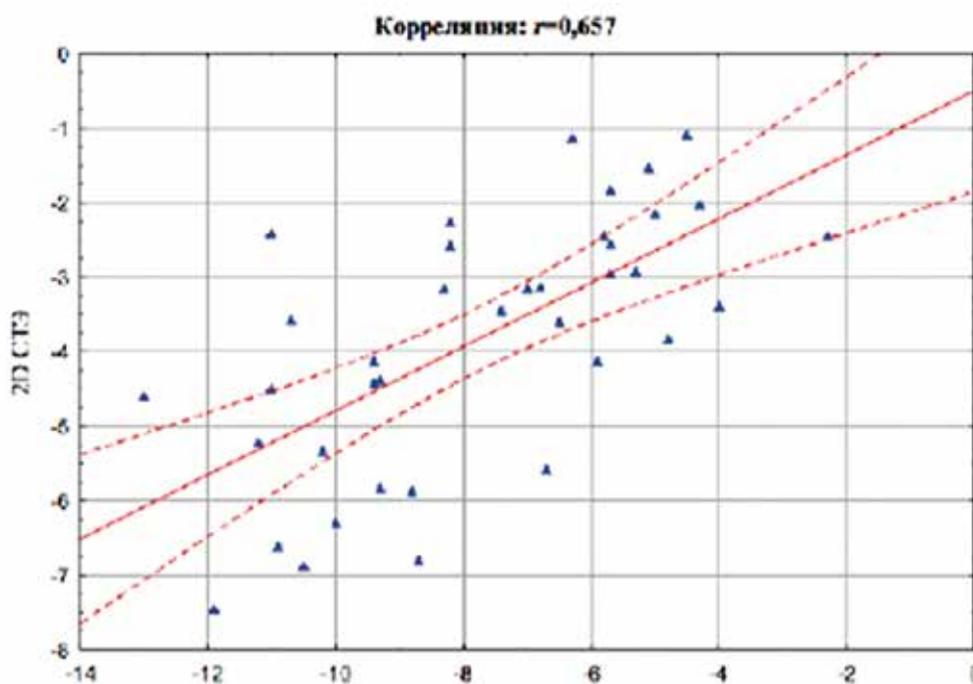
Показатель	Площадь деформации (GAS)			
	ФВ ЛЖ >50% (n=30)		ФВ ЛЖ <40% (n=40)	
	r	p	r	p
Глобальная продольная деформация, (GLS), %	0,46	<0,05	0,72	<0,05
Глобальная циркулярная деформация, (GCS), %	0,46	<0,05	0,28	>0,05
Глобальная радиальная деформация, (GRS), %	-0,39	<0,05	-0,42	<0,05

**Таблица 7.** Оценка ФВ ЛЖ, по данным 2D- и 3D-ЭхоКГ, у пациентов с ХСН и контрольной группы

Параметр	ХСН с сохранной ФВ ЛЖ	ХСН со сниженной ФВ ЛЖ	Контрольная группа (n=20)
ФВ ЛЖ, % (2D-ЭхоКГ)	62,0 [60,0; 65,0]* ^	31,0 [27,0; 38,0]*	63,0 [60,0; 65,0]
ФВ ЛЖ, % (3D-ЭхоКГ)	59,8 [57,6; 62,3]* ^	29,4 [26,7; 35,3]*	60,5 [59,3; 63,0]

Примечание. Данные представлены в виде медианы с 25 и 75 персентилями: \* –  $p<0,001$  по сравнению с контрольной группой; ^ –  $p<0,001$  по сравнению с 2-й группой.

Рисунок 5. Корреляционный анализ глобальной продольной деформации ЛЖ по данным 2D- и 3D-СТЭ у пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ



у 20 больных. Выявлено, что продолжительность всего цикла постобработки с использованием трехмерного режима СТЭ составляла  $3,7 \pm 1,0$  минуты, что было значительно меньше по сравнению с двухмерным режимом ( $4,6 \pm 1,5$  минуты);  $p < 0,05$ .

Анализ внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости, по данным двух режимов СТЭ, выполнен у 12 пациентов с ХСН. Наиболее тесные корреляционные связи отмечены для параметров трехмерного режима, что указывает на высокую внутриоператорскую и межоператорскую воспроизводимость при использовании данной технологии для оценки деформации ЛЖ (табл. 8).

У 12 пациентов с ХСН также был рассчитан коэффициент вариации, который при использовании трехмерного режима СТЭ был ниже по сравнению с двухмерным режимом СТЭ и составил менее 9,4% против менее 11,2% соответственно (рис. 6, 7).

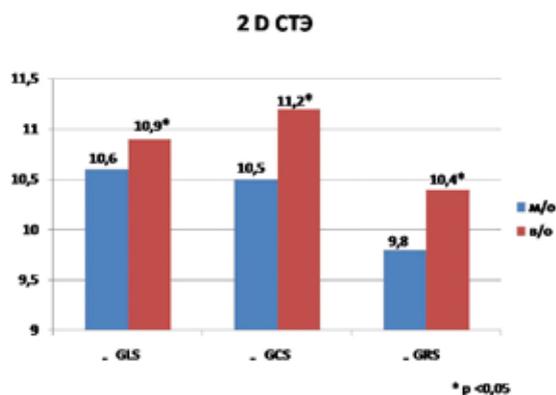
#### Результаты и обсуждение

В проведенном исследовании выявлено, что у пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ значения показателей, характеризующих деформационные свойства миокарда ЛЖ, как в двухмерном, так и в трехмерном режимах СТЭ были ниже по сравнению с пациентами с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ. Следует отметить, что у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ в трехмерном режиме СТЭ были зарегистрированы более низкие значения циркулярной деформации ЛЖ по сравнению с аналогичным показателем, по данным двухмерного режима. Эти данные согласуются с результатами ряда авторов, в которых показано, что у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ наиболее чувствительными показателями деформации, отражающими систолическую функцию ЛЖ, являются глобальная продольная и циркулярная деформации ЛЖ [4, 5]. У пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ отмечено существенное снижение всех параметров деформации ЛЖ.

Таблица 8. Корреляционный анализ внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости показателей деформации ЛЖ, по данным 2D- и 3D-СТЭ (корреляционный анализ Spearman rank R)

Показатель	Воспроизводимость				p
	внутриоператорская		межоператорская		
	2D-СТЭ	3D-СТЭ	2D-СТЭ	3D-СТЭ	
Глобальная продольная деформация (GLS), %	0,92	0,95	0,90	0,97	<0,05
Глобальная циркулярная деформация (GCS), %	0,84	0,98	0,87	0,98	<0,05
Глобальная радиальная деформация (GRS), %	0,92	0,98	0,90	0,98	<0,05

**Рисунок 6.** Сравнение внутриоператорской (в/о) и межоператорской (м/о) вариабельности, по данным 2D-СТЭ. GLS-глобальная продольная деформация; GCS-глобальная циркулярная деформация; GRS-глобальная радиальная деформация

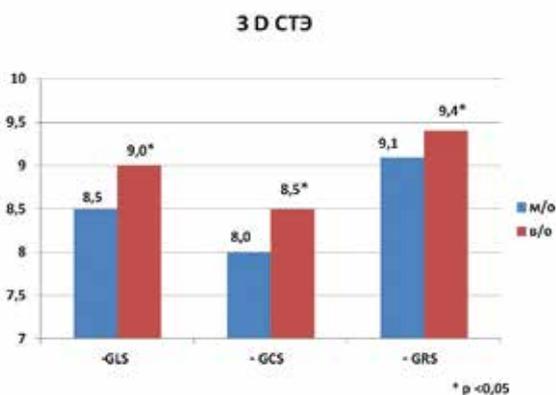


Значения деформации ЛЖ в трехмерном режиме были статистически значимо ниже аналогичных показателей в двухмерном режиме СТЭ. Несмотря на разные значения деформации, полученные в двухмерном и трехмерном режимах, при анализе глобальной продольной деформации у пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ отмечена умеренная корреляционная связь ( $r = 0,66$ ;  $p < 0,05$ ). Результаты нашего исследования согласуются с данными Н. Ahn и соавт., которые выявили значимую корреляционную связь между глобальной продольной деформацией в двух режимах СТЭ [12].

Другой задачей данного исследования являлась оценка нового показателя трехмерного режима СТЭ – параметра площади глобальной деформации (GAS) у пациентов с ХСН. Площадь деформации представляет собой параметр, измеряемый при трехмерном режиме, который отражает суммарную региональную и глобальную деформацию миокарда ЛЖ [6–8]. В данном исследовании показатель площади деформации в диапазоне от  $-14,0$  до  $-20,8\%$  выявлял пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ, а менее  $-14,0\%$  – больных со сниженной ФВ ЛЖ. Этот показатель также продемонстрировал значимую корреляционную связь с продольной и циркулярной деформацией ЛЖ у пациентов с ХСН с сохранной ФВ ЛЖ. Эти результаты согласуются с данными литературы. Так, в ряде исследований было показано, что площадь деформации не только хорошо коррелирует с ФВ ЛЖ [9, 10], но также отражает раннюю систолическую дисфункцию ЛЖ и имеет хорошую воспроизводимость по сравнению с другими параметрами деформации [7].

При сравнении значений ФВ ЛЖ, рассчитанной по данным 2D- и 3D-ЭхоКГ, у пациентов с ХСН как с сохранной, так и со сниженной ФВ ЛЖ была выявлена статистически значимая прямая корреляционная связь ( $r = 0,71$ ;  $p < 0,01$  и  $r = 0,66$ ;  $p < 0,01$  соответственно). Следует отметить, что ФВ ЛЖ, по данным 3D-ЭхоКГ, имела более низкие значения по сравнению с 2D-ЭхоКГ, что свидетельствует о преимуществе применения этого режима в случаях необходимости более тщательной оценки данного показателя. В предыду-

**Рисунок 7.** Сравнение внутриоператорской (в/о) и межоператорской (м/о) вариабельности, по данным 3D-СТЭ. GLS-глобальная продольная деформация; GCS-глобальная циркулярная деформация; GRS- глобальная радиальная деформация



щих работах было доказано, что трехмерная ЭхоКГ является более точным методом в определении систолической функции ЛЖ [11, 16].

При проведении корреляционного анализа внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости основных параметров деформации отмечена более высокая прямая корреляционная связь, по данным трехмерного режима СТЭ. Было установлено, что трехмерный режим является более быстрым и высоковоспроизводимым методом для анализа деформации ЛЖ у пациентов с ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ по сравнению с двухмерным СТЭ, что согласуется с данными литературы [13–15].

## Заключение

Результаты исследования показали, что временные затраты на постобработку изображений двумя методами, межоператорская и внутриоператорская воспроизводимость, а также расчет коэффициента вариабельности свидетельствуют о том, что трехмерный режим СТЭ является более быстрым и высоковоспроизводимым методом оценки деформации ЛЖ. Кроме того, можно предположить, что применение нового показателя – площади глобальной деформации по данным 3D-СТЭ с одновременным более точным расчетом ФВ ЛЖ в трехмерном режиме будет полезным при обследовании пациентов с ХСН как со сниженной, так и с сохранной ФВ ЛЖ. ROC-анализ выявил хорошую диагностическую ценность параметра площади деформации у пациентов с ХСН как с сохранной ФВ ЛЖ, так и со сниженной. Выявлены показатели GAS, характеризующие пациентов с ХСН с сохранной ФВЛЖ ( $\geq -20,8\%$ ) и со сниженной ФВ ЛЖ ( $\geq -14,0\%$ ).

**Авторы информируют об отсутствии конфликта интересов.**

Поступила 04.12.2019

Принята в печать 29.12.2019

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гарганеева А.А., Бауэр В.А., Борель К.Н. Пандемия XXI века: Хроническая сердечная недостаточность — Бремя современного общества. Эпидемиологические аспекты. (Обзор литературы). *Сибирский медицинский журнал*. 2014. Том 29. №3. С. 8–10.
2. Агеев Ф.Т. Диастолическая сердечная недостаточность: 10 лет знакомства. *Сердечная недостаточность*. — 2010. — №1 (57). — С. 69–70.
3. Schnider C., Malisius R., Krause K. Strain rate imaging for functional quantification of the left atrium: atrial deformation predicts the maintenance of sinus rhythm after catheter ablation of atrial fibrillation / C. Schnider // *Eur. Heart. J.* 2008. Vol. 29 (11). P. 1397–1409.
4. Jenkins C., Bricknell K., Hanekom L., Marwick T.H. Reproducibility and accuracy of echocardiographic measurements of left ventricular parameters using real-time three-dimensional echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44 (4): 878–886. pmid:15312875
5. Reckefuss N., Butz T., Horstkotte D., Faber L. Evaluation of longitudinal and radial left ventricular function by two-dimensional speckle-tracking echocardiography in a large cohort of normal probands. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2011; 27: 515–26.
6. Chen R., Wu X., Shen L.J., Wang B., Ma M.M., Yang Y. et al. Left ventricular myocardial function in hemodialysis and nondialysis uremia patients: A three-dimensional speckle-tracking echocardiography study. *PLoS One*. 2014; 9 (6): e100265. pmid:24959903, PMCID: PMC4069011
7. Opdahl A., Remme E.W., Helle-Valle T., Edvardsen T., Smiseth O.A. Myocardial relaxation, restoring forces, and early-diastolic load are independent determinants of left ventricular untwisting rate. *Circulation*. 2012 Sep 18. 126 (12): 1441–51. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.080861>
8. Jenkins C., Bricknell K., Hanekom L., Marwick T.H. Reproducibility and accuracy of echocardiographic measurements of left ventricular parameters using real-time three-dimensional echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44 (4): 878–886. pmid:15312875
9. Setser R.M., Kasper J.M., Lieber M.L., R.C., Starling P.M., McCarthy R.D. White Persistent abnormal left ventricular systolic torsion in dilated cardiomyopathy after partial left ventriculectomy. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 126 (2003), pp. 48–55.
10. Xu L., Huang X., Ma J., Huang J. *Value of three-dimensional strain parameters for predicting left ventricular remodeling after ST-elevation myocardial infarction*. 2017 May; 33 (5): 663–673. doi: 10.1007/s10554-016-1053-3.
11. Sorrentino R., Esposito R., Pezzullo E., Galderisi M. Real-time three-dimensional speckle tracking echocardiography: technical aspects and clinical applications *Research Reports in Clinical Cardiology*. 24 November 2016. Volume 2016: 7. Pages 147–158.
12. Hyo-Suk Ahn, Yong-Kyun Kim, Ho Chul Song. et al. The impact of preload on 3-dimensional deformation parameters: principal strain, twist and torsion. *Cardiovascular Ultrasound*. 2017. 15: 22. <https://doi.org/10.1186/s12947-017-0111>
13. Zdenka Gregorova, Jaroslav Meluzin, Radka Stepanova. Longitudinal, circumferential and radial systolic left ventricular function in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech. Repub.* 2016, 160 (3): 385–392.
14. Wen H., Liang Z., Zhao Y., Yang K. Feasibility of detecting early left ventricular systolic dysfunction using global area strain: a novel index derived from three-dimensional speckle-tracking echocardiography. *Eur. J. Echocardiogr.* 2011 Dec; 12 (12): 910–6. doi: 10.1093
15. Reant P., Barbot L., Touche C., Dijos M., Arsac F., et al. Evaluation of global left ventricular systolic function using three-dimensional echocardiography speckle-tracking strain parameters. *Journal of the American Society of Echocardiography* 252012. 68–79.10.1016/j. Echo. 2011 .10. 009 [PubMed] [Cross Ref]
16. Саидова М.А. Трехмерная эхокардиография: вчера, сегодня, завтра. *CONSILIUM medicum*. 2006. Т. 8. №5. С. 127–132.
17. Морман Д. *Физиология сердечно-сосудистой системы* / Д. Морман, Л. Хеллер: пер. с англ. — 4-е междунар. изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2000. — 256 с.
18. Andra E. Duncan, Andrej Al firevic, Daniel I. Sessler, M.D., Zoran B. Popovic. Anesth Analg. *Perioperative Assessment of Myocardial Deformation*. 2014 Mar; 118 (3): 525–544.
19. Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Арутюнов Г.П. и др. Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр) // *Сердечная недостаточность*. 2013; 14: 379–472.

<https://doi.org/10.36396/MS.2020.16.1.010>

## Атеросклеротическое поражение периферических артерий и риск тромботических осложнений у больных, подвергаемых плановым чрескожным коронарным вмешательствам (по результатам проспективного регистра длительной антитромботической терапии — РЕГАТА)

А.А. КОМАРОВ<sup>1</sup>, В.В. КОРОБКОВА<sup>1</sup>, О.О. ШАХМАТОВА<sup>1</sup>, Е.Б. ЯРОВАЯ<sup>2</sup>, А.Н. САМКО<sup>1</sup>, Е.П. ПАНЧЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Отдел клинических проблем атеротромбоза ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, 121552, Российская Федерация, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а.

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1.

**Введение.** Атеросклеротическое поражение периферических артерий (АПА) рассматривается в качестве возможного фактора риска развития тромботических осложнений. Частота встречаемости периферического атеросклероза и его влияние на прогноз больных ИБС, в том числе подвергаемых чрескожным коронарным вмешательствам (ЧКВ), изучены мало.

**Цель.** Изучить частоту встречаемости АПА и значимость данной патологии в отношении развития тромботических осложнений после плановых чрескожных коронарных вмешательств.

**Материал и методы.** Представлены результаты Проспективного регистра длительной антитромботической терапии — РЕГАТА, организованного на базе Национального медицинского исследовательского центра кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации. Настоящий фрагмент посвящен анализу исходов больных, подвергнутых плановым ЧКВ (n=687, средний возраст — 59,8±10,0 лет). Медиана наблюдения составила 1,83 года. Конечная точка определялась как сумма тромботических осложнений (ТО): сердечно-сосудистой смерти, острого коронарного синдрома, ишемического инсульта / транзиторной ишемической атаки, тромбоэмболии легочной артерии, тромбоза периферических артерий.

**Результаты.** Из 687 включенных больных только 394 (57%) были обследованы на предмет АПА. В этой когорте значимое атеросклеротическое поражение выявлено у 114 человек (29%). Наличие АПА ассоциировалось с двукратным увеличением вероятности ТО: ОШ=2,07 (95% ДИ 1,1 – 3,9, p=0,03). Увеличение частоты ТО у больных с АПА начиналось к концу первого года от момента ЧКВ и совпадало с отменой двойной антитромбоцитарной терапии.

**Вывод.** Скрининг на наличие периферического атеросклероза должен быть включен в алгоритм стандартного обследования пациентов с ИБС. При выявлении АПА у больных после ЧКВ возможно проведение более активной антитромботической терапии (продление двойной антитромбоцитарной терапии или назначение комбинации аспирина с «сосудистой» дозой ривароксабана, после плановой отмены блокатора P2Y<sub>12</sub>-рецептора тромбоцитов).

**Ключевые слова:** атеросклероз периферических артерий, тромботические осложнения, ишемическая болезнь сердца, чрескожное коронарное вмешательство, двойная антитромботическая терапия, инфаркт миокарда.

## Peripheral arterial diseases and the risk of thrombotic outcomes in patients after scheduled percutaneous coronary interventions (according to results of prospective study)

A.L. KOMAROV<sup>1</sup>, V.V. KOROBKOVA<sup>1</sup>, O.O. SHAKHMATOVA<sup>1</sup>, E.B. YAROVAYA<sup>2</sup>, A.N. SAMKO<sup>1</sup>, E.P. PANCHENKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Clinical Problems of Atherothrombosis of Federal State budget organization National medical research center of cardiology of the Ministry of healthcare of the Russian Federation, 121552, Russian Federation, Moscow, 3-rd Cherepkovskaya, 15a.

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, 119991, Russian Federation, Moscow, GSP-1, Leninskie Gory.

### Summary

The frequency of thrombotic outcomes (TO) in patients after scheduled PCI run into 5% per year. Concomitants peripheral arterial diseases (PAD) is the atherothrombosis severity marker.