

На правах рукописи

Сохибназарова Васи́ла Худжаназа́ровна

**ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ И РОТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ
СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ С СОХРАННОЙ И СНИЖЕННОЙ
ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА**

14.01.13 – лучевая диагностика и лучевая терапия

14.01.05 – кардиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва - 2019

Работа выполнена в отделе новых методов диагностики и заболеваний миокарда и сердечной недостаточности ФГБУ «Научный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России.

Научные руководители:

д. м. н., профессор

Саидова Марина Абдулатиповна

д.м.н., профессор

Терещенко Сергей Николаевич

Официальные оппоненты:

Хадзегова Алла Блааловна - доктор медицинских наук, профессор кафедры общей терапии ФДПО ФГБУ «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Явелов Игорь Семенович - доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела клинической кардиологии и молекулярной генетики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2019 г. на заседании диссертационного совета Д 208.073.05 на базе ФГБУ «Научный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России » по адресу: 121552, г. Москва 3-я Черепковская 15-А.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России, <http://cardioweb.ru>.

Автореферет разослан «_____» _____ 2019 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор медицинских наук,

Ускач Татьяна Марковна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в лечении больных с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) в течение последних десятилетий, прогноз данного заболевания остается неблагоприятным. В основу современной классификации ХСН положена величина фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ): выделяют ХСН с сохранной ($\geq 50\%$), промежуточной (41-49%) и сниженной ($< 40\%$) ФВ ЛЖ [Пониковски и др., 2016]. Важно подчеркнуть, что величине ФВ ЛЖ большинство врачей придает значение приоритетного фактора, определяющего тяжесть клинических проявлений ХСН, переносимость физических нагрузок и выраженность компенсаторных гемодинамических сдвигов [Базаева Е. В., 2017].

В действительности установлено, что ФВ ЛЖ не является абсолютно точным показателем систолической функции ЛЖ, поскольку зависит от объема, пред- и постнагрузки, частоты сердечных сокращений (ЧСС) и функции клапанов. Показатель ФВ ЛЖ отличается от ударного объема (УО), величина которого может поддерживаться за счет дилатации ЛЖ и снижаться у больных с ХСН и концентрической гипертрофией ЛЖ. Известно, что у больных с тяжелой митральной регургитацией ФВ ЛЖ может оставаться в пределах нормальных значений. Следовательно, показатель ФВ ЛЖ рекомендовано интерпретировать с учетом конкретной клинической ситуации [Базаева Е. В., 2017; Гаврюшина С. В., и др 2016]. Если раньше главной причиной возникновения и прогрессирования ХСН считалось снижение сократительной (систолической) функции сердца, то в последние годы особое внимание уделяется нарушению способности миокарда к расслаблению – диастолической функции. Актуальность изучения диастолической СН, которая в настоящее время классифицируется как ХСН с сохранной ФВ ЛЖ, определяется высокой медико-социальной значимостью, так как на ее долю приходится около 50% от общего числа случаев ХСН [Агеев Ф. Т. И др., 2004]. Диагностика СН с сохранной ФВ ЛЖ является более сложной задачей, чем СН со сниженной ФВ ЛЖ, поскольку у данной категории больных отсутствует дилатация ЛЖ, но наблюдается гипертрофия миокарда ЛЖ и/или расширение левого предсердия (ЛП), что является следствием повышения давления наполнения ЛЖ.

Следовательно, визуализация играет важную роль в диагностике ХСН и дальнейшем подборе соответствующего лечения. Среди множества визуализирующих методов эхокардиография (ЭхоКГ) является методом выбора для больных с предполагаемой ХСН, поскольку обладает высокой информативностью, доступностью, безопасностью и низкой стоимостью.

Однако следует отметить, что на данный момент нет достаточно точного и воспроизводимого параметра ЭхоКГ, который мог бы использоваться для постановки диагноза ХСН с сохранной ФВ ЛЖ. В последнее время большинство исследователей уделяет особое внимание изучению новых ЭхоКГ технологий, например, спекл трекинг эхокардиографии в двумерном и трехмерном режимах. С появлением данных методов стало возможно более детальное изучение функции продольных, циркулярных и радиальных волокон миокарда ЛЖ, что позволяет исследовать продольное, циркулярное и радиальное смещение и деформацию сегментов миокарда левого желудочка. Более того, трехмерный режим дает возможность проанализировать кинетику миокарда во всех пространственных направлениях в масштабе реального времени, что приближает ЭхоКГ к передовым методикам визуализации миокарда. Современные технологии обеспечивают быструю и воспроизводимую оценку продольной деформации ЛЖ, что находит клиническое применение в диагностике и оценке прогноза заболеваний сердца.

Таким образом, изучение деформации и ротационных свойств ЛЖ по данным технологии спекл трекинг эхокардиографии у пациентов ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ является весьма актуальным.

Цель исследования: изучить особенности деформации и ротационные свойства левого желудочка у больных ХСН с сохранной и сниженной фракцией выброса левого желудочка по данным эхокардиографического двумерного и трехмерного режимов недоплеровского изображения миокарда (спекл трекинг эхокардиография).

Задачи исследования

1. Оценить деформацию левого желудочка в двумерном режиме технологии спекл трекинг эхокардиографии у больных ХСН с сохранной и сниженной фракцией выброса левого желудочка.

2. Исследовать деформацию левого желудочка по данным спекл трекинг эхокардиографии в трехмерном режиме у больных ХСН с сохранной и сниженной фракцией выброса левого желудочка.
3. Сопоставить результаты анализа деформации левого желудочка в двумерном и трехмерном режимах технологии спекл трекинг эхокардиографии.
4. Изучить ротационные свойства, параметры скручивания и раскручивания миокарда левого желудочка в зависимости от функционального класса ХСН и сопоставить с показателями систолической и диастолической функций левого желудочка.
5. Исследовать особенности деформации левого предсердия у больных ХСН с сохранной и сниженной фракцией выброса левого желудочка.
6. Дать сравнительную оценку взаимосвязи особенностей деформации левого предсердия и левого желудочка у больных ХСН с сохранной и сниженной фракцией выброса левого желудочка.

Научная новизна. Впервые в отечественной практике выполнена комплексная оценка показателей систолической и диастолической функций миокарда ЛЖ и ЛП у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ в сочетании с высокочувствительной технологией спекл трекинг эхокардиографии (3D СТЭ) в двумерном и трехмерном режимах.

Было выявлено, что у пациентов ХСН с сохранной ФВ ЛЖ отмечалось снижение продольной деформации ЛЖ, что свидетельствует о систолической дисфункции ЛЖ у данной категории больных.

В рамках исследования обнаружено, что параметры деформации и ротационные свойства ЛЖ обладают самостоятельной диагностической значимостью в отношении ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ.

Впервые получены данные о сравнении деформации ЛЖ в двух режимах технологии спекл трекинг эхокардиографии у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ. Установлено, что трехмерный режим, оказался, высоко воспроизводимым и более быстрым методом в оценке деформации миокарда ЛЖ по сравнению с двумерным режимом.

Было обнаружено, что для оценки систолической функции ЛЖ, параметр площадь деформации показал высокую диагностическую ценность в отношении ХСН у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ.

Впервые установлена связь ухудшения глобальной деформации ЛЖ в продольном направлении и снижение резервуарной функции левого предсердия у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ.

Выявлено, что у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ снижение глобальной деформации ЛП, а именно его резервуарной функции является диагностическим предиктором ХСН.

Практическая значимость. Исследование традиционных эхокардиографических показателей в сочетании с анализом деформации и ротационных свойств ЛЖ позволяет провести комплексную оценку функционального состояния ЛЖ, а также выявить патологические нарушения миокарда, происходящих на ранней стадии развития ХСН. При ХСН данная методика наряду с диастолическими нарушениями выявляет снижение продольной деформации левого желудочка, что отражает нарушение систолической функции миокарда ЛЖ. Снижение продольной деформации ЛП и раскручивания ЛЖ свидетельствуют о нарушении релаксации миокарда и могут быть использованы как маркеры диастолической дисфункции ЛЖ, особенно при сохранной ФВ ЛЖ. Помимо этого, установлена связь между глобальной продольной деформацией ЛЖ и резервуарной функцией ЛП, что может использоваться как дополнительный параметр, отражающий функциональное состояние ЛЖ.

Выполненное исследование дополняет имеющиеся сведения, о том, что технология спекл трекинг эхокардиографии в трехмерном режиме позволяет оценить параметры деформации ЛЖ полно, в более короткое время и обладает большой воспроизводимостью по сравнению с двумерным режимом.

Установлено, что значения деформации ЛЖ в продольном, радиальном и циркулярном направлениях, оцениваемые в двумерном режиме и трехмерном режимах, не сопоставимы друг с другом, в связи с чем не рекомендуется сравнивать результаты измерений одного режима с другим.

Личный вклад автора в получение результатов исследования. Автор выполнила поиск и анализ отечественной и зарубежной литературы по теме исследования. Совместно с научными руководителями была поставлена цель исследования, задачи и выбраны методы их решения. В соответствии с критериями включения и исключения автор проводила отбор пациентов, выполняла двумерную и трехмерную ЭхоКГ с последующей обработкой данных на рабочей станции, составляла базу данных, принимала участие в статистической обработке материала. Результаты проанализированы и сопоставлены с данными литературы. На основании полученных данных сформулированы выводы и разработаны практические рекомендации.

Внедрение. Результаты исследования внедрены в научную и практическую работу отдела новых методов диагностики ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России.

Апробация диссертации состоялась 20 июля 2018 на заседании апробационной комиссии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России (протокол № 5). Диссертация рекомендована к защите.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 6 печатных работ, 3 из них статьи в журналах, включенных в перечень Высшей Аттестационной Комиссии.

Объем и структура диссертации. Диссертация представлена на 120 страницах компьютерной верстки и состоит из введения, обзора литературы, трех глав, включающих материал и методы исследования, результаты исследования и обсуждение полученных результатов; выводов; практических рекомендаций; списка литературы, состоящего из 22 отечественных и 128 зарубежных источников. Работа иллюстрирована 19 таблицами и 30 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Материалы и методы исследования. В проспективное исследование было включено 70 больных ХСН обоих полов в возрасте 65[48;75]лет, и 20 здоровых добровольцев.

Критерии включения в исследование больные ХСН обусловленной АГ, ИБС и ДКМП.

Критерии исключения из исследования: больные с промежуточной ФВ ЛЖ (41-49%); с трансмуральным рубцовым поражением миокарда ЛЖ (более 2 сегментов), аневризмой ЛЖ, эндокринными и системными заболеваниями, редкими заболеваниями сердца (болезни накопления, некомпактный миокард); нарушениями ритма (фибрилляция и трепетания предсердий) и внутрижелудочковой проводимости (полная блокада левой ножки пучка Гиса).

Диагноз ХСН был верифицирован согласно Европейскими рекомендациями кардиологов [2012 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure; Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической и острой ХСН, 2016]. при наличие у больных двух и более критериев: симптомы ХСН- одышка при физической нагрузке, утомляемость, отеки лодыжек и по содержанию в крови МНП > 25 пг/мл.

Тяжесть клинического состояния была оценена по ФК ХСН (NYHA). Всем больным была проведена эхокардиография в двумерном и трехмерном режимах, а также исследован уровень биомаркера крови- МНП.

В контрольную группу были включены практически здоровые лица, у которых по данным клинических и лабораторных методов исследования (ЭКГ, ЭхоКГ, рентгенография органов грудной клетки) отсутствовали признаки сердечной дисфункции. Содержание МНП в крови у данной группы не превышало 25 пг/мл.

Трансторакальная ЭхоКГ проводилась на ультразвуковом приборе экспертного класса Vivid E9 (GE Healthcare, США) с использованием датчика M5S-D для регистрации изображений в 2D режиме и матричного датчика 4V-D для регистрации изображений в 3D режиме. Изображения регистрировали в М- и В-режимах, а также в импульсно-волновом и тканевом доплеровском режиме и сохраняли в цифровом формате для последующего анализа различных параметров сердца в режиме реального времени с синхронизированной электрокардиограммой (ЭКГ). Были оценены параметры, отражающие систолическую и диастолическую функции миокарда ЛЖ: ММЛЖ, иММЛЖ, КДО ЛЖ, КСО ЛЖ, ФВ ЛЖ, СДЛА, соотношения E/Em, и E/A.

Анализ деформации и ротационных свойств миокарда ЛЖ осуществлялся на рабочей станции EchoPac PC (GE Healthcare, США) с использованием соответствующего программного обеспечения (2D Strain и 4D Strain). Для этого

предварительно были записаны двумерные эхокардиографические изображения при частоте кадров 60-80 в секунду из апикального доступа в 4-, 2- и 3-камерной позициях. Также из парастернального доступа были получены изображения по короткой оси ЛЖ на уровне створок МК, на уровне папиллярных мышц и на уровне верхушки ЛЖ.

После выбора соответствующих изображений и расстановки точек программное обеспечение рабочей станции автоматически определяло границы эндокарда, эпикарда и срединную линию в каждом кадре цикла. Для анализа деформации в трехмерном режиме (3D СТЭ) выполнялась запись изображения с частотой кадров FR 25-50 в секунду с использованием опции Multi-Slice из апикальной 4-камерной позиции в течение четырех или шести сердечных циклов с задержкой дыхания на выдохе. Затем изображение ЛЖ в режиме 3D СТЭ в 12 срезах подвергалось постобработке с использованием опции автоматического количественного анализа ЛЖ в режиме 4D (4D AutoLVQ). Далее автоматически получали 17-сегментную круговую диаграмму «бычий глаз», в которой были рассчитаны значения деформации каждого сегмента и величины деформации ЛЖ в продольном, радиальном и циркулярном направлениях, а также площадь деформации (Global area strain - GAS).

При исследовании ЛП проводилась оценка показателей, характеризующих геометрию (объем), функцию (изменение объема) и механику (продольная деформация и скорость деформации).

Статистический анализ данных. Оценка корреляционных связей между парами количественных признаков осуществлялась с использованием непараметрического рангового коэффициента Спирмена. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости p принимался равным 0,05. Для параметров, имеющих нормальное распределение, результаты представлены в виде $M \pm SD$ (где M – среднее арифметическое, SD – среднеквадратичное отклонение), для параметров, имеющих распределение, отличное от нормального, - в виде медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей. Для оценки диагностической значимости эхокардиографических параметров как маркёров ХСН с различной величиной ФВ ЛЖ применяли ROC-анализ. В качестве критерия диагностической значимости рассчитывали площадь под ROC-кривой.

Чувствительность и специфичность показателей определяли при помощи таблиц сопряженности 2x2.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Основные характеристики больных. Согласно протоколу исследования больные ХСН были разделены на 2 группы в зависимости от величины ФВ ЛЖ по результатам ЭхоКГ: со сниженной ФВ ЛЖ (< 40 %) (n = 40) и с сохранной ФВ ЛЖ (> 50%) (n = 40).

Основной причиной СН у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ была АГ (80%), у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ была ДКМП (60%).

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика участников исследования

Параметр \ Группа	ФВ ЛЖ > 50% (n=30)	ФВ ЛЖ < 40% (n=40)	p*
Возраст, лет (M±SD)	72,0±9,9	45,3±13,6	0,001
Женщины, n (%)	22 (75%)	7 (18%)	0,001
Мужчины, n (%)	8 (25%)	33 (82%)	0,001
ИМТ, кг/м ²	29,2 ±0,8	28,6 ±1,1	0,72
Этиология ХСН, n (%)			
ИБС	6 (20%)	7 (17,5%)	0,21
ПИКС	-	3(7,5%)	---
АГ	24 (80%)	6 (15%)	0,14
ДКМП	-	24 (60%)	---
Функциональный класс ХСН (NYHA), n (%)			
II	28(93%)	32(75%)	0,51
III	2(7%)	8(20%)	0,34
IV	-	2 (5%)	---
Уровень МНП, пг/мл	509±221,3,	1302±603,7	0,001
Избыточная масса тела	4 (14,3%)	7(17,5%)	0,14
СД 2 типа	8 (26,6%)	6 (15%)	0,64
Дистанция в ТШХ, метры [Me (25%; 75%)]	490 (450; 510)	400 (350; 425)	0,001

* χ^2 Пирсона или критерий Крускала-Уолисса

Оценка тяжести клинического состояния у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ показал, что в данной группе преобладали пациенты II ФК (NYHA), а в группе ХСН со сниженной ФВ ЛЖ - пациенты II-III ФК. Отмечено, что у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ уровень мозгового натрийуретического пептида (МНП, пг/мл) составил $509 \pm 221,3$, у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ - $1302 \pm 603,7$.

Поскольку существенные отличия по демографическим признакам не позволяли сравнивать больных между группами ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ, сравнение проводилось только с КГ.

В контрольную группу (КГ) были включены практически здоровые добровольцы обоих полов в возрасте 25 лет и старше. Следует отметить, что участники данной группы оказались достоверно моложе, чем больные ХСН обеих групп ($p=0,05$).

Таблица 2. Показатели систолической функции и структурного состояния левого желудочка у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ и контрольной группы по данным 2D ЭхоКГ.

Группа \ Параметр	ФВ ЛЖ > 50% (n=30)	ФВ ЛЖ < 40 % (n=40)	КГ (n=20)
КДО ЛЖ, мл	$88 \pm 34,4$	$204,5 \pm 84,0^*$	$96,4 \pm 18,4$
КСО ЛЖ, мл	$32,3 \pm 20,4$	$143,3 \pm 73,1^*$	$28,2 \pm 6,6$
КСР ЛЖ, см	$3,28 \pm 0,69$	$5,64 \pm 0,86^*$	$3,0 \pm 0,3$
КДР ЛЖ, см	$5,21 \pm 0,5$	$6,8 \pm 0,76^*$	$4,8 \pm 0,5$
МЖП, см	$1,2 \pm 0,1^*$	$1,0 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$
ЗСЛЖ, см	$1,1 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	$0,9 \pm 1,1$
ММЛЖ, г	$234 \pm 35,2^*$	$236,0 \pm 34,6^*$	$163,9 \pm 12,1$
ИММЛЖ, г/м ²	$121,0 \pm 12,1^*$	$122,6 \pm 15,6^*$	$81,7 \pm 16,0$
ФВ ЛЖ, %	$61,9 \pm 5,4\%$	$33,0 \pm 9,8\%^*$	$62,8 \pm 3,4\%$

*Примечание * $p < 0,001$ по сравнению с контрольной группой*

У больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ отмечалось достоверное увеличение размеров и объемов ЛЖ по сравнению с больными ХСН с сохранной ФВ ЛЖ и КГ

($p < 0,001$). При оценке систолической функции ЛЖ у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ наблюдалось достоверное снижение значений ФВ ЛЖ ($33,0 \pm 9,8\%$) по сравнению с КГ ($62,8 \pm 3,4\%$) ($p < 0,001$). У больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ не наблюдалось статистически значимых отличий указанных параметров по сравнению с КГ. Увеличение ММЛЖ и иММЛЖ при $OTC > 0,42$, у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ, свидетельствовало о концентрической гипертрофии миокарда ЛЖ. Также отмечалось увеличение данных параметров у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ по типу эксцентрической гипертрофии при $OTC < 0,42$, что было связано с увеличением КДО ЛЖ.

Отмечено, что у больных ХСН значения E/E_m оказалось существенно выше, чем в КГ ($p < 0,001$ во всех случаях), что косвенно подтверждало выраженность нарушения диастолической функции ЛЖ и позволяло использовать этот показатель в качестве дополнительного маркера СН.

Нарушение диастолической функции ЛЖ выявлено у всех больных ХСН. В группе ХСН с сохранной ФВ ЛЖ нарушение диастолической функции ЛЖ по типу замедленной релаксации (I тип) наблюдалось у 9 (30%) больных, по псевдонормальному типу (II тип) – у 21 (70%) больных. У больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ достоверно чаще встречалось нарушение диастолической функции ЛЖ по II типу ($p < 0,05$).

Согласно рекомендациям Европейского Общества кардиологов по оценке диастолической функции ЛЖ от 2016г., у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ увеличение объема ЛП ($77,0 \pm 11,2$ мл), индексированного объема ЛП ($39,3 \pm 5,9$ мл/м²) и соотношение E/A ($1,85 \pm 0,5$), E/E_m ($16,0 \pm 4,2$), а также уменьшение времени изоволюмического расслабления ЛЖ ($68,6 \pm 10,2$ мс) указывали на нарушение II степени диастолической функции ЛЖ. Равным образом, у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ увеличение объема ЛП ($87,0 \pm 27,0$ мл), индексированного объема ЛП ($43,1 \pm 12,4$ мл/м²), соотношение E/A ($1,65 \pm 1,9$) и E/E_m ($17,2 \pm 15,9$) свидетельствуют о II-III степени диастолической дисфункции ЛЖ.

Также отмечалось достоверное повышение СДЛА у больных ХСН обеих групп: в среднем до $41,3 \pm 12,5$ у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ и до $39,0 \pm 13,8$ у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ) по сравнению с КГ ($16,4 \pm 2,1$) ($p < 0,001$ во всех случаях).

Продольная, радиальная и циркулярная деформация ЛЖ у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ.

Результаты нашей работы показывают, что параметр глобальной продольной деформации ЛЖ (GLS, %) был достоверно ниже у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ ($-8,4 \pm 3,3\%$) по сравнению с КГ ($-20,8 \pm 7,3\%$) ($p < 0,001$), однако и у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ полученные значения также находились ниже референсного диапазона ($-15,0 \pm 3,0\%$) ($p < 0,001$).

В случае глобальной циркулярной деформации (GCS, %) у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ не отмечалось существенных отличий по сравнению с КГ ($-18,0 \pm 4,8$ и $-18,6 \pm 3,1\%$, соответственно), однако этот показатель был значительно меньше у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ ($-7,5 \pm 3,8\%$) ($p < 0,001$).

Сравнительный анализ глобальной радиальной деформации (GRS, %) показал достоверно низкие значения у больных ХСН, однако наиболее меньшие значения наблюдались у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ ($12,7 \pm 7,3$) по сравнению с КГ ($42,4 \pm 6,5$). Тем не менее у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ значения радиальной деформации находились ниже референсного диапазона ($32,2 \pm 13,0$) ($p < 0,001$).

Анализ взаимосвязи показателей деформации ЛЖ с ФК СН у больных ХСН показал, что наиболее значимой среди других оказалась связь глобальной продольной деформации ЛЖ с ФК СН (таблица 3).

Таблица 3. Корреляционные связи между показателями деформации в двумерном режиме у больных ХСН и ФК ХСН.

Параметр	ХСН II-ФК (n=60)	
	r	p
Глобальная продольная деформация, %	0,43	<0,05
Глобальная циркулярная деформация, %	0,28	0,04
Глобальная радиальная деформация, %	-0,41	<0,05

(Корреляционный анализ Spearman rank R)

Ротация, скручивание и раскручивание ЛЖ у пациентов с ХСН и КГ.

Обнаружено, что ротация на уровне верхушечных сегментов ЛЖ у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ была выше, чем на уровне митрального клапана и

папиллярных мышц. У больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ отмечалось достоверное снижение ротационных свойств на уровне всех сегментов ЛЖ. Параметр скручивания ЛЖ был более низким у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ, однако у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ значения данного параметра также были ниже референсного диапазона по сравнению с КГ. При анализе раскручивания ЛЖ у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ данный параметр оказался достоверно выше по сравнению с КГ. Помимо этого, отмечались высокие значения скорости раскручивания у этой группы больных по сравнению с КГ (таблица 4).

Таблица 4. Показатели ротации, скручивания и раскручивания ЛЖ по данным технологии СТЭ в двумерном режиме у больных ХСН и КГ

Параметр \ Группа	ФВ ЛЖ > 50% (n=30)	ФВ ЛЖ < 40 % (n=40)	КГ (n=20)	p*
Ротация на уровне МК, (Rot _{mv}) °	-3,4* [-6,1;-0,1]	-1,6* [-2,5;1,0]	-4,6 [-8,9; 3,8]	<0,001
Ротация на уровне ПМ, (Rot _{pm}) °	3,1* [-1,2;4,6]	-2,2* [-3,1;3,9]	4,2 [3,5;8,2]	<0,001
Ротация на уровне верхушки ЛЖ, (Rot _{арех}) °	10,1* [2,4;12,1]	0,7* [-2,4;3,2]	8,6 [1,2;9,0]	<0,001
Скручивание, (Twist) °	14,0* [10,0;8,2]	4,2* [2,3;5,5]	16,1 [8,7;17,6]	<0,001
Раскручивание, (Untwist)°/с	-85,1* [-111,5;-54,2]	-33,1* [-45,9;-28,5]	-79 [-97,8;-52,1]	<0,001
Скорость раскручивания (Untwisting rate) °/с	1,2* [0,9; 2,0]	0,4* [0,1;0,8]	1,0 [0,8; 1,3]	<0,001

*Примечание *p<0,001 по сравнению с контрольной группой*

У больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ наибольшей диагностической ценностью с максимальными значениями чувствительности и специфичности ROC-анализа обладал параметр скручивание ЛЖ. При отрезном значении 4,2 параметр скручивания обладал с чувствительностью 93,3% и специфичностью 95,0% (площадь под кривой 0,881; 95% ДИ 0,799-0,964; p<0,05) в отношении ХСН со сниженной ФВ ЛЖ.

Параметр раскручивания ЛЖ обладал чувствительностью 60,0% и специфичностью 55,0% (площадь под кривой 0,53; 95% ДИ 0,780-0,976; $p < 0,05$).

Продольная, радиальная и циркулярная деформация ЛЖ в трехмерном режиме у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ.

По данным технологии СТЭ в трехмерном режиме у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ отмечалось снижение параметров деформации миокарда ЛЖ по сравнению с КГ ($p < 0,001$).

Таблица 5. Деформационные свойства ЛЖ по данным технологии СТЭ в трехмерном режиме.

Группа Параметр	ФВ ЛЖ > 50% (n=30)	ФВ ЛЖ < 40% (n=40)	КГ (n=20)	p*
Глобальная продольная деформация, %	-7,3* [-10,0;-6,0]	-3,5* [-4,0;-2,0]	-12,6 [-15,2;-10,5]	<0,001
Глобальная циркулярная деформация, %	-10,3* [-13,0;-9,0]	-4,6* [-6,0;-3,0]	-17,9 [-19,5; -13,0]	<0,001
Глобальная радиальная деформация, %	21,8* [16,0;26,0]	8,8* [5,0;12,0]	25,5 [20,5; 32,0]	<0,001
Площадь деформации, %	-16,3* [-20,0;-12,0]	-7,9* [-10,0;-5,0]	-21,1 [-26,5; -19,5]	<0,001
ММЛЖ, г	123,0* [108,0;128,0]	124,0* [110,0;132,0]	105,9 [94,6; 20,0]	<0,001
иММЛЖ, г/м ²	74,3* [66,0;76,0]	68,5* [52,0;72,0]	70,5 [64,0; 77,0]	<0,001

*Примечание * $p < 0,001$ по сравнению с контрольной группой*

По аналогии с результатами, полученными при использовании двумерного режима, у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ по данным технологии СТЭ в трехмерном режиме отмечалось снижение глобальной продольной и радиальной деформаций ЛЖ (таблица 6), однако по сравнению с двумерным режимом у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ также отмечалось снижение и циркулярной деформации

ЛЖ ($p < 0,001$). У больных ХСН обеих групп выявлено снижение показателя площади деформации (GAS,%) по сравнению с КГ ($p < 0,001$).

Оценка параметра глобальной площади деформации миокарда у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ

Анализ площади деформации ЛЖ показал достоверное снижение значений данного параметра у больных ХСН в обеих группах по сравнению с КГ. У больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ значения площади деформации составили $-16,3[-20,0;-12,0]$, у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ $-7,9[-10,0;-5,0]$ и в КГ $-17,1[-21,7;-15,6]$. Отмечались значимые корреляции данного параметра со значениями деформаций в двумерном режиме.

Таблица 6. Корреляционный анализ площади деформации в трехмерном режиме и параметров деформации ЛЖ в двумерном режиме у больных ХСН

Показатели	Группа		площадь деформации		
			ФВ ЛЖ > 50%	ФВ ЛЖ < 40%	
			(n=30)	(n=40)	
		г	р	г	р
Глобальная радиальная деформация %		-0,39	<0,05	-0,42	<0,05
Глобальная циркулярная деформация, %		0,46	<0,05	0,28	>0,05
Глобальная продольная деформация, %		0,46	<0,05	0,72	<0,05

(Корреляционный анализ Spearman rank R)

Проведенный ROC-анализ подтвердил высокую диагностическую ценность параметра GAS в отношении ХСН с сохранной ФВ ЛЖ. При пороговом значении $-20,8\%$ параметр площадь деформации показал высокую диагностическую ценность в отношении ХСН с сохранной ФВ ЛЖ с чувствительностью $95,0\%$ и специфичностью $85,0\%$ (площадь под кривой $1,0$; 95% ДИ $0,989-1,0$; $p < 0,001$).

В качестве примера можно привести данные изменения площади деформации у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ (рис. 1).

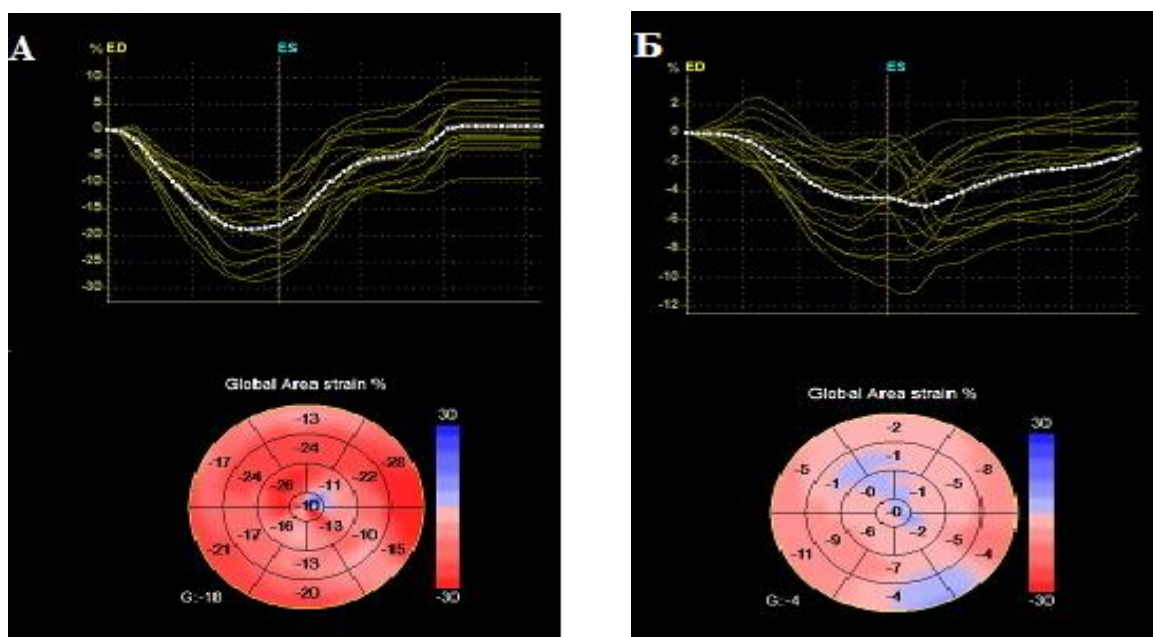


Рисунок 1. Применение технологии СТЭ в трехмерном режиме у больных ХСН с сохранной (А) и сниженной ФВ ЛЖ (Б). Презентация в виде «бычьего глаза» и графиков площади деформации, отражены значения деформации каждого из 17 сегментов ЛЖ. Сверху обозначены тренды для каждого сегмента ЛЖ. Белым цветом отражено среднее значение деформации.

Сравнительный анализ технологии спекл трекинг эхокардиография в двумерном и трехмерном режимах.

У больных ХСН в обеих группах параметры деформации по данным технологии СТЭ в трехмерном режиме оказались ниже, чем при использовании технологии СТЭ в двумерном режиме.

С целью установления связи между показателем ФВ ЛЖ по данным 2D ЭхоКГ и показателями деформации ЛЖ по данным технологии СТЭ в трехмерном режиме у больных ХСН проведен корреляционный анализ.

У больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ отмечались достоверные корреляционные связи между ФВ ЛЖ и показателями деформации ЛЖ по данным технологии СТЭ в трехмерном режиме. Наиболее тесная связь выявлена между ФВ ЛЖ и глобальной продольной деформацией ЛЖ ($r=0,38$; $p<0,05$).

При проведении корреляционного анализа у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ между показателями глобальной продольной деформации ЛЖ по данным технологии СТЭ в двумерном и трехмерном режимах отмечалась значимая положительная

корреляция ($r=0,65$; $p<0,05$). Однако у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ достоверной взаимосвязи между указанными параметрами не выявлено.

При сопоставлении значений ФВ ЛЖ, рассчитанной по данным 2D и 3D ЭхоКГ, у больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ выявлена достоверная взаимосвязь ($r=0,71$; $p<0,01$ и $r=0,66$; $p<0,01$, соответственно).

Проводился анализ временных затрат на постобработку полученных изображений с использованием технологии СТЭ в двумерном и трехмерном режимах у 20 больных. Выявлено, что продолжительность постобработки с использованием трехмерного режима составляла $3,7 \pm 1,0$ минуты, что было значительно меньше по сравнению с двумерным режимом технологии СТЭ ($4,6 \pm 1,5$ минут) ($p<0,05$).

Анализ внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости по данным двух методов выполнен у 20 больных. Более тесные связи деформации были выявлены в трехмерном режиме, что указывает на высокую внутриоператорскую и межоператорскую воспроизводимую при использовании данной технологии.

Таблица 7. Корреляционный анализ воспроизводимости показателей глобальной деформации ЛЖ по данным технологии СТЭ в двумерном и трехмерном режимах

Показатель	Воспроизводимость				p*
	Внутриоператорская		Межоператорская		
	2D СТЭ	3D СТЭ	2D СТЭ	3D СТЭ	
Глобальная продольная деформация, %	0,92	0,95	0,90	0,97	<0,05
Глобальная циркулярная деформация, %	0,84	0,98	0,87	0,98	<0,05
Глобальная радиальная деформация, %	0,92	0,98	0,90	0,98	<0,05

(Корреляционный анализ Spearman rank R)

Помимо этого, у 12 больных был рассчитан коэффициент вариабельности. Было выявлено, что вариабельность при использовании технологии СТЭ в трехмерном режиме была ниже по сравнению с двумерным режимом. Коэффициенты вариабельности параметров деформации по данным технологии СТЭ в двумерном режиме были **<11,2%**, а в трехмерном **<9,4%**.

3.4. Оценка деформационных свойств левого предсердия у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ.

При анализе показателей функционального состояния ЛП выявлено, что у больных ХСН обеих групп отмечалось достоверное снижение резервуарной и кондуктивной функций. У больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ значения данных параметров были достоверно ниже по сравнению с КГ. В отношении контрактильной функции ЛП не отмечалось достоверных различий между больными ХСН и КГ (таблица 8).

Таблица 8. Функциональные показатели ЛП у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ и в КГ.

Группа параметр, %	ФВ ЛЖ > 50% (n=30)	ФВ ЛЖ < 40% (n=40)	КГ (n=20)	p*
Резервуарная	16,7±6,8*	12,8±6,1*	29,3±5,1	<0,001
Кондуктивная	8,13±4,1*	6,19±4,5*	14,1±8,8	<0,001
Контрактивная	-0,32±0,8*	-0,58± 0,7*	-1,30±2,2	<0,001

*Примечание *p<0,001 по сравнению с контрольной группой*

Сравнительный анализ показателя пика глобальной деформации ЛП (PALS, %) показал, что у больных ХСН обеих групп он был достоверно ниже по сравнению с КГ. У больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ данный параметр составил 18,9±3,0, у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ -17,6±3,3 и в КГ 38,4±7,3 (p<0,001).

Анализ взаимосвязи деформаций ЛП и ЛЖ у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ выявил умеренную связь между глобальной продольной деформацией ЛЖ и резервуарной функцией ЛП (r=-0,46; p=0,03).

ВЫВОДЫ

1. У больных ХСН как с сохранной, так и со сниженной ФВ ЛЖ, отмечалось ухудшение деформационных и ротационных свойств миокарда ЛЖ по сравнению со здоровыми добровольцами. Установлено, что наиболее показательным оказался параметр глобальной продольной деформации в обеих группах больных. У пациентов со сниженной ФВ ЛЖ отмечалось нарушение как продольной, а так и циркулярной и радиальной деформаций ЛЖ.
2. Анализ ротации, скручивания и раскручивания миокарда левого желудочка у больных ХСН, продемонстрировал их диагностическую значимость в отношении ХСН у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ.
3. Анализ деформации левого желудочка в трехмерном режиме технологии спекл трекинг выявил высокую диагностическую ценность нового эхокардиографического показателя - площади деформации, в отношении ХСН с сохранной ФВ ЛЖ. При отрезном значении, равном $-20,8\%$ с чувствительностью $95,0\%$ и специфичностью $85,0\%$ были выявлены пациенты с ХСН с сохранной систолической функцией ЛЖ.
4. При сравнении двумерного и трехмерного режимов технологии спекл трекинг эхокардиографии более низкие показатели деформации были получены в трехмерном режиме. Время затрат на постобработку изображений, межоператорская и внутриоператорская воспроизводимость, а также расчет коэффициента вариабельности показали, что оценка деформации в трехмерном режиме является более быстрой и высоко воспроизводимой по сравнению с двумерным режимом данной технологии.
5. У больных ХСН в обеих группах отмечалось снижение резервуарной, кондуитной и контрактильной функций левого предсердия по сравнению с этими показателями у КГ.
6. При оценке взаимосвязи между параметрами деформации левого желудочка и левого предсердия отмечалась умеренная связь показателей резервуарной функции левого предсердия и значениями глобальной продольной деформации левого желудочка, особенно у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для более полного анализа функционального состояния миокарда ЛЖ у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ рекомендовано оценивать параметры деформации и ротационные свойства левого желудочка с использованием технологии спекл трекинг эхокардиографии.
2. Метод оценки деформации миокарда ЛЖ в трехмерном режиме (3D спекл трекинг) является более быстрым и высоко воспроизводимым по сравнению с анализом двумерного режима СТЭ.
3. Наряду с количественной оценкой размеров и объемов левого предсердия у больных ХСН рекомендовано оценивать параметры деформации левого предсердия, которые являются дополнительными показателями, отражающими функциональное состояние как ЛП, так и ЛЖ.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Сохибназарова В. Х.**, Саидова М. А., Терещенко С. Н., Применение новых эхокардиографических технологий недоплеровского изображения миокарда в двумерном и трехмерном режимах у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ // Евразийский кардиологический журнал, № 2/2017. С. 42-47
2. **Сохибназарова В. Х.**, Саидова М. А., Терещенко С. Н. Оценка деформации и ротационных свойств миокарда ЛЖ у больных ХСН с сохранной и сниженной ФВ ЛЖ с использованием новых эхокардиографических технологий недоплеровского изображения миокарда в двумерном и трехмерном режимах // Кардиологический вестник, № 4/2017. С. 58-65
3. **Сохибназарова В. Х.**, Саидова М. А., Терещенко С. Н., Белевская А. А.. Оценка деформации левого желудочка и левого предсердия, а также ротационных свойств миокарда ЛЖ у больных ХСН по данным эхокардиографической технологии недоплеровского изображения миокарда в двумерном и трехмерном режимах // Евразийский кардиологический журнал, № 2/2018. С. 4-9
4. **Сохибназарова В. Х.**, Саидова М. А., Терещенко С. Н. Особенности деформации миокарда в двумерном и трехмерном режимах у больных с сохранной и сниженной

систолической функцией ЛЖ. VI Евразийский конгресс кардиологов, 18-19 апреля 2018, стр. 32-33.

5. **Сохибназарова В. Х.**, Саидова М. А., Терещенко С. Н. Деформационные свойства левого предсердия у больных с сохранной и сниженной систолической функцией левого желудочка. Конгресс Южного федерального округа с международным участием «Сердечная недостаточность», стр. 35.

6. **Сохибназарова В. Х.**, Саидова М. А., Терещенко С. Н. Деформация миокарда у больных хронической сердечной недостаточностью с сохранной и сниженной фракцией выброса ЛЖ по данным эхокардиографической технологии недоплеровского изображения миокарда в двумерном и трехмерном режимах. Материалы III Национального конгресса «Кардионеврология». Москва, 6-7 декабря 2018 г, стр.182.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АГ – артериальная гипертония

ЗСЛЖ- задняя стенка левого желудочка

КДО – конечно-диастолический объём

КДР – конечно-диастолический размер

КСО – конечно-систолический объём

КСР – конечно-систолический размер

ЛЖ – левый желудочек

ЛП – левое предсердие

МЖП – межжелудочковая перегородка

МНП – мозговой натрийуретический пептид

СДЛА – систолическое давление в лёгочной артерии

СД – сахарный диабет

СН – сердечная недостаточность

ТШХ - тест 6 минутной ходьбы

ФВ – фракция выброса

ФК – функциональный класс

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭКГ – электрокардиография

ЭхоКГ – эхокардиография

Global Longitudinal Strain (GLS), % – глобальная деформация в продольном направлении

Global Circumferential Strain (GCS), % – глобальная циркулярная деформация

Global Radial Strain (GRS), % – глобальная радиальная деформация

Global Area Strain (GAS), % – глобальная площадь деформации

NYHA – New York Heart Association, Нью-Йоркская ассоциация сердца

PALS, % -глобальная деформация ЛП

Strain, % – деформация

Rot MV °, – ротация на уровне митрального клапана

Rot PM °, – ротация на уровне папиллярных мышц

Rot APEX°, – ротация на уровне верхушки

Twist °/с -1 – скручивание левого желудочка

Untwist °/с- раскручивание

Untwisting rate ,– раскручивание левого желудочка