

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

На правах рукописи

Тимофеева Татьяна Михайловна

**Стресс-УЗИ легких, параметры двух- и трехмерной эхокардиографии:
клиническое значение и прогностические способности у пациентов
с первым острым инфарктом миокарда и успешным чрескожным
коронарным вмешательством**

3.1.20. Кардиология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Сафарова Айтен Фуад кызы,
доктор медицинских наук, профессор

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
КРИТЕРИИ ОТБОРА УЧАСТНИКОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУППЫ НАБЛЮДЕНИЯ	8
ОБЩЕКЛИНИЧЕСКОЕ И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ	10
ОЦЕНКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА	11
ОЦЕНКА ИСХОДОВ.....	17
ОГРАНИЧЕНИЕ МЕТОДА.....	18
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	18
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	23
1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ИНФАРКТА МИОКАРДА В СОВРЕМЕННОЙ КАРДИОЛОГИИ	23
1.2. ПРОГНОЗ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ОСТРОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА: ПРЕДИКТОРЫ И ИСХОДЫ.....	24
1.3. ВОЗМОЖНОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА	26
1.3.1. Прогностическое значение традиционных эхокардиографических параметров в оценке развития постинфарктных осложнений.....	27
1.3.2. Современный взгляд на оценку структурного и функционального состояния сердца с помощью спекл-трекинг эхокардиографии с оценкой миокардиальной работы у пациентов с острым инфарктом миокарда.....	34
1.3.3. Выделение групп высокого риска развития сердечной недостаточности в постинфарктном периоде по данным 3D-эхокардиографии.....	40
1.4. УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕГКИХ У ПАЦИЕНТОВ С ИНФАРКТОМ МИОКАРДА: МЕТОДИКА И ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ	45
1.4.1. Стресс-УЗИ легких: преимущества и предикторные способности.....	49
1.5. РЕЗЮМЕ	52
ГЛАВА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	54
2.1. ОЦЕНКА ПЕРИПРОЦЕДУРНОЙ ДИНАМИКИ ФРАКЦИИ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА И ЕЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ ОТДАЛЕННЫХ ИСХОДОВ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВЫМ ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА, ЧРЕСКОЖНЫМ КОРОНАРНЫМ ВМЕШАТЕЛЬСТВОМ БЕЗ АНАМНЕЗА СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ.....	54
2.2. ОЦЕНКА НАЛИЧИЯ И ВЫРАЖЕННОСТИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО ЛЕГОЧНОГО ЗАСТОЯ ПРИ СТРЕСС-УЗИ ЛЕГКИХ И ИХ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ СОВМЕСТНО С ПЕРИПРОЦЕДУРНОЙ ДИНАМИКОЙ ФВ ЛЖ В ОТНОШЕНИИ РАЗВИТИЯ ОТДАЛЕННЫХ ИСХОДОВ В ПОСТИНФАРКТНОМ ПЕРИОДЕ	64
2.3. ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИОКАРДИАЛЬНОЙ РАБОТЫ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА, ИХ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ СПОСОБНОСТИ И СВЯЗИ С ПЕРИПРОЦЕДУРНОЙ ДИНАМИКОЙ ФВ ЛЖ	72

2.4. ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ 3D-ЭХОКГ И ИХ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ ГОСПИТАЛИЗАЦИИ С СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ В ТЕЧЕНИЕ 1,5 ЛЕТ ПОСТИНФАРКТНОГО ПЕРИОДА	80
2.5. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА ПРОГНОЗ В ОТНОШЕНИИ РАЗВИТИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ИСХОДОВ	85
ГЛАВА 3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
ВЫВОДЫ.....	101
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	102
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Сердечно-сосудистые заболевания и, прежде всего, инфаркт миокарда (ИМ) продолжают оставаться одной из актуальнейших проблем практического здравоохранения, социальное значение которой обусловлено высоким уровнем смертности и инвалидизации. В связи с широким внедрением в медицинскую практику методов реперфузионной терапии регистрируется рост числа выживших пациентов после острого ИМ (ОИМ) по всему миру и, соответственно, увеличение распространенности сердечной недостаточности (СН) [75, 185]. Повышенная смертность по-прежнему связана с наличием признаков СН у пациентов с ОИМ. Система оценки для прогнозирования СН после ИМ постоянно совершенствуется. Активно изучается роль визуализирующих методик для стратификации риска развития отдаленных осложнений после ИМ. Систолическая дисфункция левого желудочка (ЛЖ) является одним из ключевых отрицательных прогностических факторов у пациентов с ОИМ [198], в связи с чем оценка фракции выброса (ФВ) ЛЖ рекомендована для всех пациентов данной группы [89]. Тем не менее ряд исследований показал, что у значительной доли пациентов с ИМ со сниженной исходной ФВ ЛЖ возможно ее улучшение с течением времени [141], что приводит к снижению риска сердечно-сосудистых событий в постинфарктном периоде. И, наоборот, пациенты, у которых не наблюдается улучшения ФВ ЛЖ после ИМ, имеют более высокий риск неблагоприятного ремоделирования ЛЖ [9], жизнеугрожающих сердечно-сосудистых заболеваний и смертности, независимо от реваскуляризации, медикаментозной терапии, пикового уровня тропонина и исходного уровня ФВ ЛЖ [55].

Кроме того, важную дополнительную информацию может дать ультразвуковое исследование (УЗИ) легких с подсчетом В-линий в модификации стресс-УЗИ легких для начальной стратификации риска развития СН [11, 147, 148].

В то же время адекватность оценки функционального состояния ЛЖ с использованием ФВ снижена из-за отсутствия учета влияния пред- и постнагрузки на данный показатель [116]. Двухмерная (2D) спекл-трекинг-ЭхоКГ с оценкой мио-

кардиальной работы демонстрирует преимущества изучаемых параметров по сравнению с ФВ ЛЖ при ИМ [2]. Роль данных показателей в прогнозировании исходов у пациентов после первого ОИМ в российской популяции не изучалась.

Целесообразной представляется оценка параметров сердца при трехмерной ЭхоКГ (3D-ЭхоКГ) в виду нарушения геометрии ЛЖ у пациентов с ИМ, учитывая высокую сопоставимость этого метода с магнитно-резонансной томографией (МРТ). Однако прогностическая значимость параметров 3D-ЭхоКГ у пациентов с первым ОИМ остается недостаточно изученной.

Таким образом, изучение предикторной способности перипроцедурной динамики (ППД) ФВ ЛЖ, стресс-УЗИ легких и современных ЭхоКГ параметров у пациентов с первым ОИМ и чрескожным коронарным вмешательством (ЧКВ) является актуальной задачей.

Степень разработанности темы

В последние годы уделяется большое внимание проблеме развития СН в отдаленном периоде у пациентов с ОИМ [23, 26, 74].

Важно отметить, что частота улучшения ФВ ЛЖ в более короткий период после ЧКВ и ее связь с отдаленными исходами недостаточно изучены у пациентов с первым ИМ и без анамнеза СН. Существуют единичные зарубежные и отечественные работы, посвященные оценке суммы V-линии при УЗИ легких и модификации у пациентов с ОИМ для выявления и прогнозирования развития СН [12, 38, 147, 199]. Совместное влияние динамики ФВ ЛЖ и субклинического легочного застоя на прогноз у пациентов с первым ИМ не изучалось.

Глобальная продольная деформация (GLS) может быть изменена при сохранной ФВ ЛЖ [3, 43], таким образом, может быть более ранним и чувствительным предиктором развития неблагоприятных исходов.

В доступной отечественной литературе обнаружены только единичные публикации, посвященные исследованию прогностического значения параметров миокардиальной работы у пациентов с ИМ [27] и 3D-ЭхоКГ, а опыт применения этих параметров в рутинной клинической практике невелик [7, 24, 28].

Комплексный подход с использованием традиционных и современных ЭхоКГ-методов и стресс-УЗИ легких у пациентов с первым ОИМ и ЧКВ позволит выделить группу высокого риска по развитию сердечно-сосудистых осложнений (ССО) в постинфарктном периоде для оптимизации профилактики и лечения.

Цель исследования: определить значение перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ, субклинического легочного застоя при стресс-УЗИ легких, параметров миокардиальной работы и 3D-ЭхоКГ в прогнозе развития сердечно-сосудистых осложнений в отдаленном периоде у пациентов с первым ОИМ и ЧКВ.

Задачи исследования

У пациентов с первым острым инфарктом миокарда и чрескожным коронарным вмешательством без анамнеза СН:

1) оценить перипроцедурную динамику ФВ ЛЖ и ее прогностическое значение в отношении отдаленных исходов;

2) оценить наличие и выраженность субклинического легочного застоя при стресс-УЗИ легких перед выпиской и их прогностическое значение совместно с перипроцедурной динамикой ФВ ЛЖ в отношении развития отдаленных исходов в постинфарктном периоде;

3) изучить параметры миокардиальной работы левого желудочка, их прогностическую способность и связь с перипроцедурной динамикой ФВ ЛЖ;

4) изучить параметры 3D-ЭхоКГ и их прогностическое значение в отношении госпитализации с СН в течение 1,5 лет постинфарктного периода;

5) оценить динамику структурно-функциональных параметров сердца за 3 месяца и ее влияние на прогноз в отношении развития неблагоприятных исходов.

Научная новизна

Впервые у пациентов с первым ОИМ и ЧКВ изучена краткосрочная ППД ФВ ЛЖ. Показано, что предикторами отсутствия ППД ФВ ЛЖ в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50% являются мужской пол, индекс массы тела (ИМТ), умеренная митральная и трикуспидальная регургитации, ФВ ЛЖ при поступлении, систолическое давление в легочной артерии СДЛА > 27 мм рт. ст., $E/A > 0,75$, $V_{\max} TP > 2,3$ м/с. Определено влияние величины и наличия ППД ФВ ЛЖ на риск госпитализации с

СН в течение 1,5 лет после ОИМ у пациентов с исходной ФВ ЛЖ < 50%. Промонстрировано, что при отсутствии ППД ФВ ЛЖ в общей группе пациентов время бессобытийной выживаемости уменьшается (HR = 3,46; p = 0,005).

Показано, что 44,8% пациентов с первым ОИМ без клинических проявлений СН имели тяжелый субклинический легочный застой по данным стресс-УЗИ легких, 58,6% этих пациентов – с исходной ФВ ЛЖ < 50%, без ППД ФВЛЖ. Установлено совместное прогностическое влияние ППД ФВ ЛЖ и субклинического легочного застоя на развитие неблагоприятных исходов в постинфарктном периоде.

Впервые в российской популяции изучены параметры миокардиальной работы ЛЖ у пациентов с первым ОИМ и ЧКВ. Разработана прогностическая модель для определения вероятности госпитализации с СН в течение 1,5 лет после ОИМ, включающая GLS и глобальную конструктивную работу (GCW), дополненная значением ППД ФВ.

Впервые у пациентов с первым ОИМ и успешным ЧКВ изучены неинвазивные параметры объемов, геометрии и деформации миокарда ЛЖ по данным трехмерной ЭхоКГ; установлена их прогностическая ценность в отношении развития ССО в течение 1,5 лет постинфарктного периода.

Изучены динамические ЭхоКГ параметры, в том числе миокардиальной работы и 3D-ЭхоКГ, установлена их прогностическая ценность в отношении развития ССО в течение 1,5 лет у пациентов с первым ОИМ и успешным ЧКВ без анамнеза СН. Выявлена прямая корреляционная связь бессобытийной выживаемости с приростом показателей индекса глобальной работы (GWI), GCW, деформации площади (AS) и обратная ее связь с приростом СДЛА.

Практическая и теоретическая значимость

Показано, что перипроцедурное эхокардиографическое сопровождение позволяет выделить пациентов с повышенным риском госпитализации с СН в течение 1,5 лет после первого ОИМ.

В сочетании с данными стресс-УЗИ легких при выписке предикторная способность перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ усиливается в 1,65 раза.

Для общей группы пациентов разработаны прогностические модели расчета вероятности госпитализации с СН в течение 1,5 лет после ОИМ с учетом параметров миокардиальной работы, показателей 3D-эхокардиографии.

Методология и методы исследования

Критерии отбора участников исследования и характеристика группы наблюдения

В проспективное одноцентровое наблюдательное исследование включен 131 пациент, госпитализированный в ОРИТ ГБУЗ ГКБ им. В. В. Виноградова с диагнозом ОКС с и без подъема сегмента ST (Таблица 1).

Критерии включения:

- 1) первый ОИМ, диагностированный в соответствии с четвертым универсальным определением ИМ [89];
- 2) успешное первичное ЧКВ у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом ST (ИМпST), ранним (в течение 24 часов) ЧКВ у пациентов с инфарктом миокарда без подъема сегмента ST (ИМбпST), т.е. достижение кровотока ТІМІ ІІІ в пораженном сосуде;
- 3) отсутствие анамнеза СН, одышки при поступлении, Killip 1.

Критерии невключения:

- 1) применение диуретиков и вазопрессоров,
- 2) первичная патология легких,
- 3) развитие осложнений ОИМ (разрыв межжелудочковой перегородки, отрыв папиллярной мышцы),
- 4) тяжелые нарушение ритма и проводимости сердца на момент включения, в том числе фибрилляция/трепетание предсердий.

Комитет по Этике Медицинского института РУДН и ГКБ им. В. В. Виноградова дал одобрение исследованию.

У всех участников было получено письменное информированное согласие.

Таблица 1 – Клинико-демографическая характеристика пациентов с ОИМ, включенных в исследование (n = 131)

<i>Показатель</i>	<i>Значение</i>
Возраст, годы (M±SD)	61,7 ± 11,5
Мужчины, n (%)	89 (67,9)
Индекс массы тела, кг/м ² (Me(IQR))	27,6 (25,5;31,5)
Курение сейчас и в прошлом, n (%)	53 (40,5)
Злоупотребление алкоголем, n (%)	5 (3,8)
САД при поступлении, мм.рт.ст. (Me(IQR))	135 (126,5;151,0)
ДАД при поступлении, мм.рт.ст. (Me(IQR))	80 (70;87)
ЧСС при поступлении, уд/мин (Me(IQR))	68 (64;72)
Гипертоническая болезнь в анамнезе, n (%)	93 (71,0)
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	32 (29,8)
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	27 (20,6)
Фибрилляция предсердий в анамнезе, n (%)	12 (9,2)
Инсульт в анамнезе, n (%)	5 (3,8)
Дислипидемия, n (%)	63 (48,1)
ИМбпST/ ИМпST, n (%)	97 (74,0)/ 34 (26,0)
ИМ передней стенки, n (%)	70 (53,4)
ИМ нижней стенки, n (%)	61 (46,6)
Однососудистое поражение, n (%)	44 (33,6)
Многососудистое поражение, n (%)	87 (66,4)
Шкала TIMI (Me(IQR))	3 (3;4)
Шкала CRUSADE (Me(IQR))	28 (21;37)
Шкала GRACE (Me(IQR))	131 (118; 153)
Шкала SYNTAX (Me(IQR))	22 (15;31)
<i>Примечание</i> – ИМпST - инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST; ИМбпST - инфаркт миокарда без подъема сегмента ST; шкала GRACE – для оценки риска смерти пациентов с острым коронарным синдромом в течение 6 месяцев; шкала CRUSADE - риска кровотечения в период госпитализации; шкала TIMI - для оценки 2-недельного риска при остром инфаркте миокарда; шкала SYNTAX - шкала для оценки тяжести поражения коронарного русла при использовании различных тактик реваскуляризации миокарда у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий	

Дизайн исследования представлен на Рисунке 1.

Одноцентровое проспективное исследование (n = 131):	
Критерии включения: пациенты с первым ОИМ, синусовым ритмом, ЧКВ (TIMI III), отсутствием одышки при поступлении, Killip I	
Критерии не включения: применение диуретиков и вазопрессоров, первичная патология легких, развитие осложнений ОИМ (разрыв межжелудочковой перегородки, отрыв папиллярной мышцы), тяжелые нарушения ритма и проводимости сердца на момент включения, в том числе фибрилляция/трепетание предсердий	
При поступлении	Физический осмотр, лабораторные исследования (в т. ч. тропонин), ЭКГ, ЭхоКГ, ЧКВ
При выписке (5-6-е сутки)	Расширенная ЭхоКГ (двух-, трехмерная), стресс-УЗИ легких, NTproBNP
Через 3 месяца	ЭхоКГ (двух-, трехмерная)
Оценка отдаленных исходов (госпитализация по поводу СН, смерть от сердечно-сосудистых заболеваний, комбинированная точка)	Фиксированный период наблюдения 550 дней. Медиана периода наблюдения (случайное цензурирование) 554 дня (IQR 550–785)

Рисунок 1 – Дизайн исследования пациентов с ОИМ (n = 131)

Общеклиническое и лабораторное обследование

У всех пациентов, включенных в исследование, при поступлении проводили:

- сбор анамнеза,
- стандартное физическое обследование,
- ЭКГ,
- рентгенологическое исследование органов грудной полости,
- ЭхоКГ с определением ФВ ЛЖ (по Симпсону),

КАГ и ангиопластику со стентированием коронарных артерий.

При выписке проводили расширенную 2-D и 3-D ЭхоКГ, стресс-УЗИ легких.

Через 3 месяца выполнялось повторное 2-D и 3-D ЭхоКГ исследование.

Лабораторные исследования выполняли в соответствии с российскими стандартами оказания медицинской помощи (общий и биохимический анализ крови, включая определение уровня тропонина при поступлении и через 6–12 часов после поступления), дополнительно определяли уровень NT-proBNP в плазме крови методом иммуноферментного анализа (ИФА) ELISA с использованием тест систем NT-proBNP-ИФА-БЕСТ, набор реагентов А-9102 (Россия, ЗАО «Вектор-Бест»), Таблица 2.

Таблица 2 – Показатели лабораторного исследования при поступлении (n = 131)

<i>Показатель</i>	<i>Значение</i>
Креатинин, мкмоль/л (Ме (IQR))	86,0 (76,5; 100,7)
СКФ СКД-ЕРІ, мл/мин/1,73 м ³ (Ме (IQR))	73,4 (63,0; 87,8)
Глюкоза, ммоль/л (Ме (IQR))	7,1 (5,9; 8,9)
О-ХС, ммоль/л (M±SD)	5,8 ±1,7
Гемоглобин, г/л (M±SD)	142,2 ± 16,5
NT-proBNP, пг/мл (Ме (IQR))	602,0 (263,7; 1445,8)
Тропонин 1, нг/мл (Ме (IQR))	0,23 (0,05; 1,75)
Тропонин 2, нг/мл (Ме (IQR))	11,5 (1,2; 46,2)
<i>Примечание</i> - Тропонин 1 – при поступлении в реанимационное отделение; Тропонин 2 – через 6-12 ч после госпитализации	

Рекомендуемые пороговые значения уровня NTproBNP у пациентов с ОИМ без клинических признаков СН представлены в Таблице 3 (Mueller C. et al., 2019) [130].

Таблица 3 – Рекомендуемые пороговые значения NT-proBNP (для пациентов с ОИМ без клинических признаков СН)

<i>Вероятность СН</i>	<i>Отрезные значения NT-proBNP, пг/мл</i>	<i>Кол-во пациентов, n (%)</i>
СН маловероятна	< 125	9 (10,1)
«Серая зона»	125–600	35 (39,3)
СН вероятна	> 600	45 (50,6)

Оценка структурно-функционального состояния сердца

Трансторакальное **2D-ЭхоКГ** исследование выполняли при поступлении в ОРИТ до ЧКВ и при выписке с последующей постобработкой на станции EchoPAC™ (GE Healthcare, США).

При выписке расширенная ЭхоКГ выполнялась на аппарате экспертного класса Vivid E90 (GE Healthcare, США) с помощью секторного фазированного датчика M5S с частотой 3,5 МГц.

Фракция выброса ЛЖ полуавтоматически оценивалась по модифицированному методу Симпсона в четырех- и двухкамерной верхушечных позициях.

Перед выпиской оценивалась **перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ (ПД ФВ)**: в группе пациентов с исходной ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ критерием улучшения систолической функции ЛЖ был выбран прирост ФВ ЛЖ $> 5\%$; в группе пациентов с исходной ФВ ЛЖ $< 50\%$ дополнительным критерием было принято улучшение ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ [193].

Детальная оценка показателей структуры ЛЖ (КДР, толщина межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ в конце диастолы, ИММЛЖ), объемов ЛЖ (КДО, КСО) и левого предсердия (ЛП), показателей систолической и диастолической функции ЛЖ производилась перед выпиской. ММЛЖ рассчитывали по формуле (1), а ИММЛЖ (площадь поверхности тела) – по формуле (2).

$$\text{ММЛЖ} = 0,8 \times 1,04 \times ((\text{КДР} + \text{ТМПЖ} + \text{ЗС})^3 - \text{КДР}^3) + 0,6; \quad (1)$$

$$\text{ИММЛЖ} = \text{ММ} / \text{ППТ}. \quad (2)$$

Оценивали соотношение пиков раннего диастолического наполнения ЛЖ к систоле предсердий при доплеровском исследовании трансмитрального кровотока (E/A) и отношение скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ к ранней диастолической скорости движения септальной части митрального кольца (E/e').

Для косвенной оценки сократительной способности ЛЖ и ПЖ в М-режиме рассчитывали показатели систолической экскурсии кольца митрального и трехстворчатого клапана соответственно (MAPSE, TAPSE).

Для расчета значения глобальной продольной сократимости (GLS) в режиме **спекл-трекинг-ЭхоКГ** записывались кино-петли в четырехкамерной, трехкамерной и двухкамерной апикальных позициях на задержке дыхания для высокого качества изображения.

Запись длилась 3–5 сердечных циклов.

Частота кадров изображения фиксировалась в диапазоне 40–80 кадров/с.

Для анализа полученных кино-петель использовалась рабочая станция EchoPAC™ (GE Healthcare, США).

Эндокард ЛЖ отслеживался точно в каждой из указанных позиций по 16 сегментам ЛЖ, по результатам автоматически рассчитывалось значение GLS (максимальное сокращение продольной длины миокарда во время систолы по сравнению с длиной покоя в диастоле, выражающееся в процентах).

Для расчета показателей **миокардиальной работы** с учетом полученного значения GLS определяли моменты открытия и закрытия митрального и аортального клапанов с помощью импульсно-волнового доплера или визуально из трехкамерной верхушечной позиции, также во время проведения ЭхоКГ измеряли АД сфигмоманометром на плечевой артерии.

С помощью методики построения кривых давление-деформация, входящей в программный пакет EchoPAC™, рассчитывали следующие показатели миокардиальной работы ЛЖ (Рисунок 2).

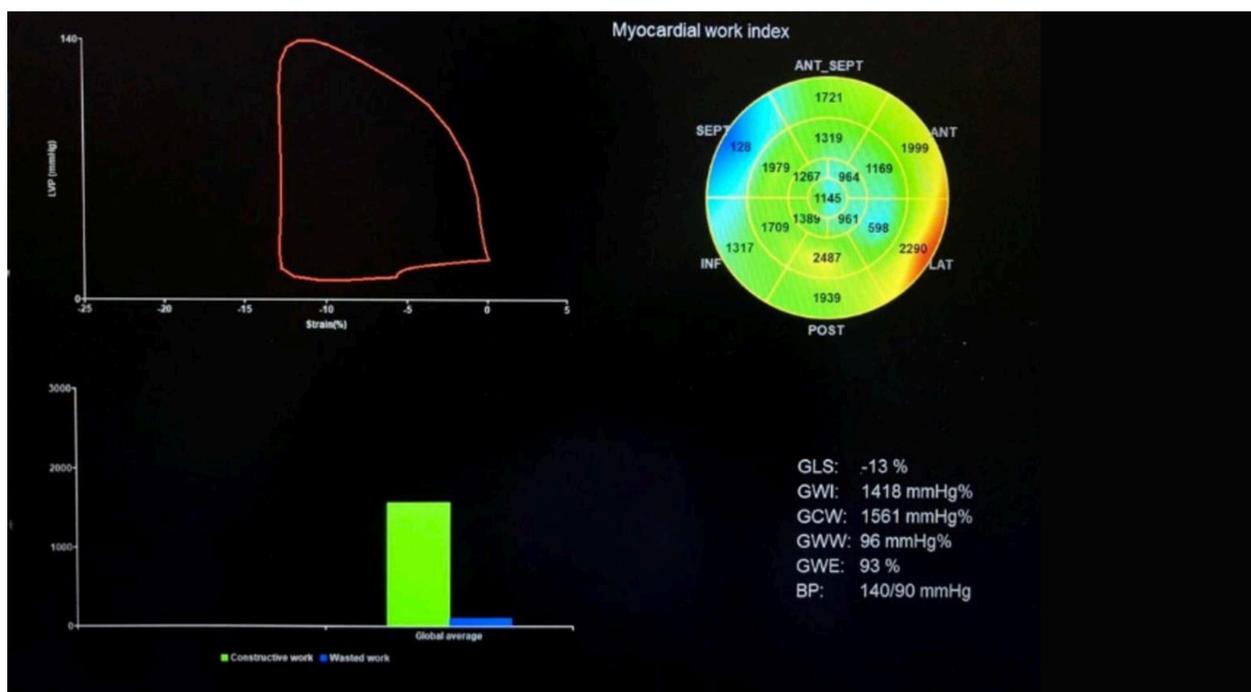


Рисунок 2 – Оценка показателей миокардиальной работы ЛЖ с помощью методики построения кривых давление-деформация

ЭхоКГ характеристика пациентов при выписке представлена в Таблице 4.

Таблица 4 – Эхокардиографическая характеристика пациентов с ОИМ при выписке (n = 131)

<i>Показатели</i>	<i>Значение</i>
ФВ ЛЖ, % (Me(IQR))	52,0 (47,0; 57,0)
GLS,% (Me(IQR))	-14,0 (-17,0; -12,0)
КДР ЛЖ, см (M±SD)	4,7 ± 0,6
КСР ЛЖ, см (M±SD)	3,0 ± 0,7
ИММЛЖ, г/м ² (M±SD)	120,8 ± 36,6
ОТС ЛЖ (Me(IQR))	0,50 (0,43;0,59)
MAPSE, см (Me(IQR))	1,4 (1,2; 1,6)
ИОЛП, мл/м ² (Me(IQR))	28,6 (23,6; 34,0)
E/A (Me(IQR))	0,76 (0,60; 0,91)
E/e' (Me(IQR))	7,6 (6,0; 9,5)
СДЛА, мм. рт. ст. (Me(IQR))	25 (16; 30)
TAPSE, см (Me(IQR))	2,2 (2,0; 2,5)
GWl, мм. рт. ст. % (Me(IQR))	1201 (895; 1449)
GCW, мм. рт. ст. % (Me(IQR))	1459 (1147; 1816)
GWW, мм. рт. ст. % (Me(IQR))	154 (94; 209)
GWE, % (Me(IQR))	88 (92; 85)
<p><i>Примечание</i> - ИММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, индексированная к площади поверхности тела; ИОЛП – объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; КСР ЛЖ – конечно-систолический размер левого желудочка; ОТС – относительная толщина стенок; СДЛА – систолическое давление в легочной артерии; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; E/A – отношение скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка к скорости наполнения во время систолы предсердий; E/e' - отношение скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка к скорости движение митрального кольца в режиме тканевого доплера; GLS – глобальная продольная деформация левого желудочка; MAPSE – систолическая экскурсия фиброзного кольца митрального клапана; TAPSE - систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана</p>	

Для анализа показателей **3D-ЭхоКГ** (Рисунок 3) записывалась кино-петля с использованием 4V-D датчика с объемной фазированной решеткой (2,5–5 МГц) во время задержки дыхания у 48 пациентов.

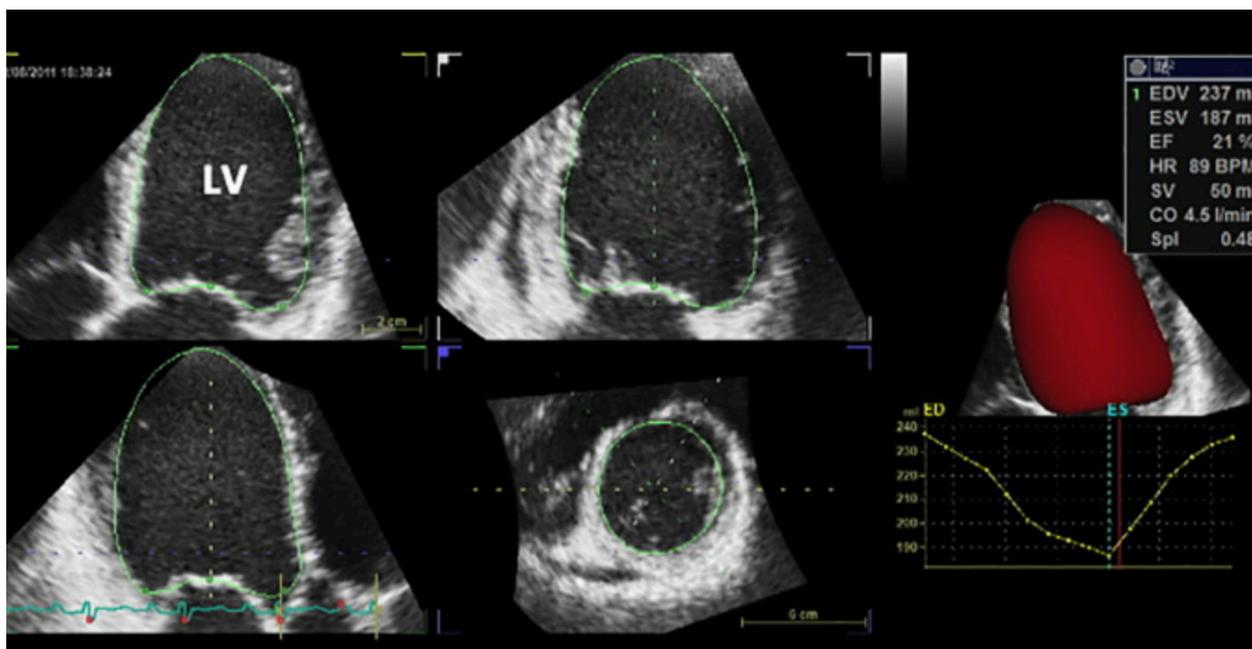


Рисунок 3 – Оценка параметров сердца в трехмерном режиме

Для поддержания адекватного временного и пространственного разрешения ширина сектора была сведена к минимуму. Мультисрезовое изображение с использованием шести подобъемов гарантировало, что весь левый желудочек был включен в зарегистрированный объем. Анализ полученных 3D-кино-петель проводился в автономном режиме с использованием программного обеспечения EchoPAC™, программа 4DAutoLVQ.

Объемы ЛЖ измеряли методом прямой планиметрии после многоплоскостного переформатирования.

После выбора правильного средне-систолического или конечно-диастолического объема выполнялось многоплоскостное переформатирование путем ручной коррекции, чтобы четко определить границы, избежать артефактов и оптимизировать качество 3D-изображения.

Затем автоматически рассчитывались показатели КДО, КСО, МО, ФВ ЛЖ, индекс сферичности ЛЖ, индекс пиковой дисперсии деформации, продольная деформация, циркулярная деформация, показатели кручения (twist) и скручивания миокарда ЛЖ во время систолы.

ЭхоКГ характеристика пациентов при выписке по данным 3D-ЭХОКГ представлена в Таблице 5.

Таблица 5 – Показатели 3D-эхокардиографии у пациентов при выписке (n = 46)

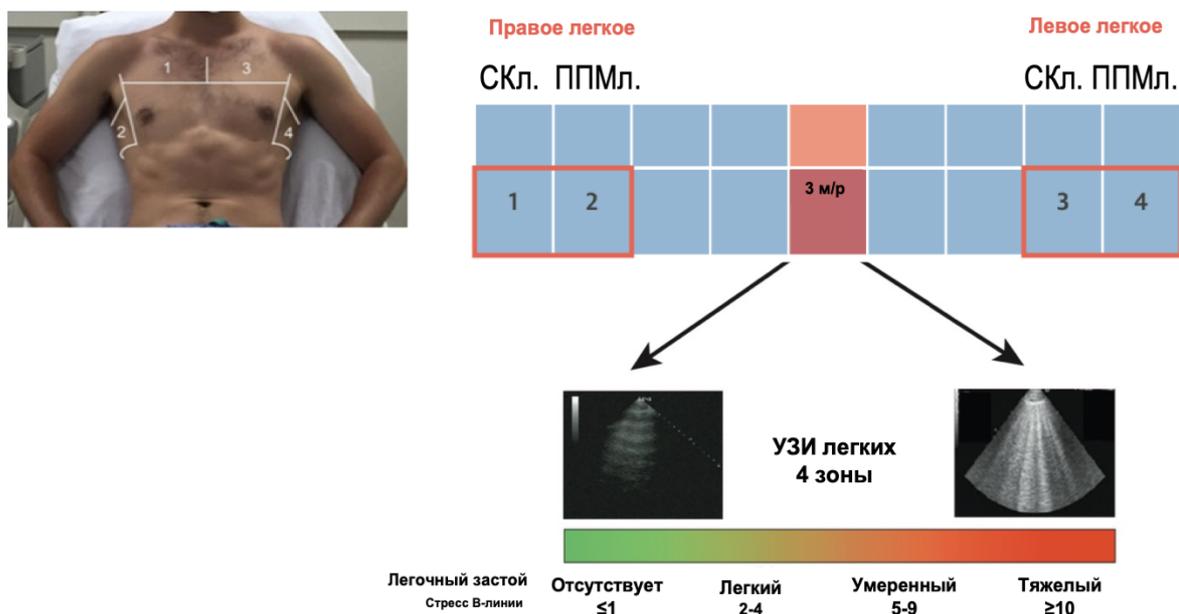
<i>Показатели</i>	<i>Значение</i>
КДО, мл (Me(IQR))	110,5 (96,5; 140,5)
КСО, мл (Me(IQR))	53,5 (46,0; 67,0)
МО, л/мин (Me(IQR))	4,2 (3,6; 4,7)
ФВ, % (Me(IQR))	51 (48; 54)
Индекс сферичности (M±SD)	0,34±0,10
Продольная деформация, % (M±SD)	-10,2±3,6
Циркулярная деформация, % (M±SD)	-12,2±3,7
Деформация площади, % (M±SD)	-18,8±5,4
Радиальная деформация, % (M±SD)	27,9±9,9
Кручение (twist), ° (Me(IQR))	4,3 (1,8; 8,1)
Скручивание (torsion), °/см (Me(IQR))	1 (0,6; 1,3)

Стресс-УЗИ легких проводилось на 5-6 сутки госпитализации перед выпиской на портативном ультразвуковом сканере Vivid IQ (GE Healthcare, США). Абдоминальным датчиком проводилось сканирование передней и боковой поверхностей грудной клетки в 3-е межреберье между среднеключичной и передней подмышечной, а также передней подмышечной и средней подмышечной областях с обеих сторон. Исследование проводилось до начала нагрузки и в конце, в течение 1–2 минут после завершения [171, 170]

При суммарном количестве В-линий более 2 диагностировали легочный застой: легкий (2–4 В-линий), умеренный (5–9 В-линий) и тяжелый (≥ 10 В-линий) [170].

Под субклиническим легочным застоём понимали отсутствие клинических признаков застоя при наличии ультразвуковых признаков легочного застоя (В-линий более 2) при стресс-УЗИ легких к моменту выписки. 4-зональная методика проведения стресс-УЗИ легких с подсчетом В-линий представлена на Рисунке 4.

В качестве альтернативы физической нагрузке был проведен тест с 6-минутной ходьбой (Т6МХ), учитывая данные Ramírez Meléndez A и соавт. о значительной корреляции между Т6МХ с максимальной физической нагрузкой в некоторых группах пациентов [158].



Примечание – м/р – межреберный промежуток; ППМл – передняя подмышечная линия; СКл – среднеключичная линия; (адаптировано из М. С. Scali и соавт. [170])

Рисунок 4 – Методика выполнения стресс-УЗИ легких

Оценка исходов

Фиксированный период наблюдения составил 550 дней. Случайное цензурирование клинических исходов от 550 до 1237 дней (Me 554 дня; IQR 550; 785). При отслеживании пациентов в Единой медицинской информационно-аналитической системе (ЕМИАС) и путем телефонных контактов после выписки оценивали исходы: первичная точка – госпитализация с СН, смерть по причине ССЗ, комбинированная точка (госпитализация + смерть).

Все пациенты в госпитальном периоде и в течение года после выписки находились на стандартной двойной антиагрегантной терапии до и после вмешательства. Во всех случаях после стентирования был достигнут удовлетворительный результат, кровоток соответствовал TIMI III.

Характеристика терапии, получаемой пациентами на госпитальном этапе, представлена в Таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика терапии на госпитальном этапе (n = 131)

<i>Параметры</i>	<i>В стационаре</i>
БАБ, n (%)	131 (100)
иАПФ /БРА, n (%)	120 (91,2) / 10(7,6)
Нитраты, в/в, n (%)	8 (6,1)
БКК, n (%)	11 (8,4)
Статины, n (%)	128 (97,7)
Аспирин + ингибитор P2Y ₁₂ , n (%)	131 (100)
НОАК, n (%)	12 (9,2)

Ограничение метода

Исследуемая популяция была представлена пациентами с классом I по Killip, поэтому наши результаты не могут быть перенесены на пациентов с более тяжелыми клиническими проявлениями. В исследование включены пациенты с и без подъема сегмента ST, с одно- и многососудистым поражением коронарных артерий. В качестве стресс-теста использовался Т6МХ на 5–6-е сутки госпитализации во избежание осложнений и получения неравнозначных результатов у пациентов с ОИМ.

В нашем исследовании за период наблюдения у 8 пациентов зарегистрированы повторный ИМ, 3 пациента умерли не от сердечно-сосудистых заболеваний. Однако нами не было выявлено влияния исследуемых параметров на эти исходы. Возможно, это связано с коротким периодом наблюдения и небольшим количеством пациентов с событиями. Повторное Эхо-КГ исследование в постинфарктном периоде через 3 мес. для оценки динамических изменений выполнено у ограниченного числа пациентов в связи с эпидемиологической ситуацией COVID-19 и введенным карантином в стационаре.

Статистический анализ результатов исследования

Расчет объема выборки произведен по методу К. А. Отдельновой (заданная мощность исследования 80%; уровень значимости 0,05). Для статистической обра-

ботки данных использовали программное обеспечение SPSS (версия 22.0). Количественные переменные описывали как среднее арифметическое значение (M) и стандартное отклонение среднего значения (SD) (при нормальном распределении) или как медиана (Me) и интерквартильный размах (IQR) (при асимметричном распределении).

Достоверность различий между двумя группами по количественным переменным оценивали при помощи U-критерия Манна – Уитни (при нормальном распределении) или при помощи t-критерия Стьюдента (при асимметричном распределении); по качественным переменным – при помощи критериев хи-квадрат Пирсона (χ^2) / точного критерия Фишера в зависимости от минимального предполагаемого числа. Значимым считали $p < 0,05$.

Направление и силу корреляции между показателями оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена (непараметрический корреляционный анализ). Для оценки частоты односторонних изменений изучаемых показателей в динамике в сравниваемых группах использовали критерий Уилкоксона для асимметрично распределенных количественных показателей.

Зависимость бинарных показателей от количественных и категориальных выявлялась методом бинарной логистической регрессии (одно- и многофакторный анализ) с определением отношения шансов.

Для оценки прогностического значения использовали ROC-анализ с определением площади под ROC-кривой (AUC). Прогнозирование вероятности выживания (при случайном цензурировании) и сравнение показателей выживаемости (при фиксированном цензурировании) оценивали методом построения кривых выживаемости Каплана–Майера, сравнение производили с помощью лог-ранкового критерия.

Влияние изучаемых параметров на риск развития конечных точек оценивали при одно- и многофакторном регрессионном анализе Кокса с определением отношения рисков (HR).

Количественные показатели с отрицательными значениями анализировали по модулю.

Положения, выносимые на защиту

1. У пациентов с первым ОИМ ФВЛЖ $< 50\%$ при поступлении выявлена в 56,5% случаев. Показано, что 47,3% пациентов из группы с исходной ФВЛЖ $< 50\%$ не имели перипроцедурной динамики ФВЛЖ после ЧКВ, что связано с увеличением риска госпитализации с СН в течение 1,5 лет после ОИМ в 10,8 раз и укорочением времени бессобытийной выживаемости (HR = 7,13; $p = 0,004$). Выявлено, что увеличение перипроцедурной динамики на 1% уменьшает риски госпитализации с СН в 1,31 раз ($p = 0,013$). В общей группе пациентов при отсутствии перипроцедурной динамики ФВЛЖ время бессобытийной выживаемости уменьшается (HR = 3,46; $p = 0,005$).

2. По данным стресс-УЗИ легких субклинический легочный застой выявлен у 99,1% пациентов с первым ОИМ без клиники СН. У пациентов с исходной ФВЛЖ $< 50\%$ сумма В-линий ≥ 10 при нагрузке повышает риски госпитализации с СН в 2,4 раза, а сочетание ее с отсутствием перипроцедурной динамики – в 7,45 раз в течение 1,5 лет постинфарктного периода. Накопленная бессобытийная выживаемость без госпитализации с СН значительно отличается у пациентов с тяжелым субклиническим легочным застоем в зависимости от наличия перипроцедурной динамики ФВЛЖ ($p = 0,004$).

3. Пациенты с и без развития неблагоприятных исходов значительно различались по GLS (12,8 и 15%; $p = 0,024$), GWE (87 и 89%; $p = 0,050$) и GWW (189 и 144 мм рт. ст. %; $p = 0,026$). При GLS $< 13,7\%$ риск госпитализации с СН повышается в 2,34 раза ($p = 0,048$), GWW $> 161,5$ мм.рт.ст.% – в 2,65 раза ($p = 0,028$). В разработанную модель расчета риска госпитализации с СН вошли GLS (ОШ 0,75; $p = 0,006$), GCW (ОШ 0,85; $p = 0,036$) и Δ ФВЛЖ (ОШ 0,88; $p = 0,040$).

4. У пациентов, госпитализированных с СН в течение 1,5 лет после ОИМ, показано значимое повышение индекса сферичности ЛЖ по данным 3D-ЭхоКГ. При увеличении показателя циркулярной деформации на 1% шанс госпитализации с СН в течение 1,5 лет после первого ОИМ уменьшается в 2,49 раз; при увеличении показателя деформации площади на 1% – в 1,67 раз; радиальной деформации – в 1,1 раз.

5. У пациентов без развития комбинированной конечной точки выявлен значительно больший прирост показателей GWE ($p = 0,028$), GCW ($p = 0,009$) и площади деформации ($p = 0,013$) в динамике через 3 месяца по сравнению с пациентами с зарегистрированным исходом. Предиктором развития неблагоприятных исходов является динамика деформации площади (HR 0,675; $p = 0,040$).

Внедрение в практику. Результаты исследования внедрены в практическую работу и учебный процесс на кафедре внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики имени академика В. С. Моисеева Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН, а также в практическую работу кардиологического отделения ГБУЗ ГКБ им. В. В. Виноградова ДЗМ (Москва).

Степень достоверности результатов исследования. Диссертационное исследование проведено согласно правилам и принципам клинической практики. Для достоверности исследования набран клинический материал необходимой мощности (131 человек) и с репрезентативной выборкой по основным антропометрическим и клиническим параметрам. Применены современные методы статистической обработки данных.

Апробация работы проведена на расширенном заседании кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики имени академика В. С. Моисеева Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН и сотрудников ГБУЗ ГКБ им. В. В. Виноградова ДЗМ г. Москва 8 февраля 2023 года, протокол № 9. Материалы диссертации представлены на Европейском конгрессе по сердечной недостаточности (2020, 2021), Российском национальном конгрессе кардиологов (2021), Российском конгрессе по сердечной недостаточности (2022).

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 131 странице и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов собственного исследования, обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 28 отечественных и 175 зарубежных источников. Работа содержит 45 таблиц и 20 рисунков.

Публикации. По результатам диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 2 публикации в изданиях из перечня ВАК/РУДН, 5 публикаций в изданиях, индексируемых в международных базах данных (SCOPUS, WOS).

Личный вклад автора. Автор самостоятельно проводил набор пациентов, обследования, включая эхокардиографический протокол с последующей обработкой данных и статистическим анализом полученных результатов; изучил и сопоставил результаты с данными современной научной литературы; оформил результаты исследования, включая написание текста настоящей диссертации.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Актуальность проблемы инфаркта миокарда в современной кардиологии

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) составляют существенную часть в общей структуре заболеваемости и являются ведущей причиной летальности в ряде стран. Более 50% ССЗ представляют собой различные формы ишемической болезни сердца, из них 13% приходится на долю инфаркта миокарда (ИМ), при этом ИМ является ведущей причиной летальности и инвалидизации в структуре ишемической болезни сердца [89].

Кроме того, в развивающихся странах ИМ является ведущей причиной летальности. Общая распространенность ИМ в мире приближается к 3 миллионам случаев [119]. За 2016 год в России зарегистрировано 135,3 случая ИМ на 100 000 взрослого населения [16].

Наиболее частой причиной развития ИМ является окклюзия коронарных сосудов атеросклеротическими бляшками, как правило, при разрыве бляшек [118]. Среди факторов риска ИМ выделяют курение, алкоголь, избыточную или недостаточную массу тела [178], повышенный уровень холестерина в крови, повышенный уровень артериального давления и другие [182, 191].

Согласно данным популяционного исследования Tromsø, проводимого в Норвегии с 1970 по 2016 год, при наличии перечисленных факторов, 19-летний риск развития ИМ составляет 7,5% в популяции со средним возрастом 49,3 года (25–69). При этом коррекция данных факторов риска может снизить вероятность ИМ на 70% [191].

Согласно российским данным за 1984–2016 года, частота развития ИМ значительно снизилась после 2005 года и составляла 2,23–3,36 случаев на 1000 жителей в период 2011–2013 годов, после чего также наблюдается тенденция к снижению данного показателя [18].

При этом существуют также данные, указывающие на рост заболеваемости ИМ среди молодого населения [196].

1.2. Прогноз у пациентов после острого инфаркта миокарда: предикторы и исходы

Острый ИМ (ОИМ) по-прежнему сопряжен с высоким уровнем летальности, причем большинство смертей происходит до прибытия в стационар. По крайней мере 5–10% выживших после ОИМ умирают в течение первых 12 месяцев после ИМ, и около 50% нуждаются в госпитализации в течение того же года. Почти треть летальных исходов после перенесенного ИМ представлена внезапной сердечной смертью, причем наиболее часто внезапная сердечная смерть развивается в первый год после первого ИМ [21].

Прогноз у пациентов после ОИМ зависит от большого количества факторов, включая возраст [85], пол [111], сопутствующие заболевания, в первую очередь, сахарный диабет или преддиабет [100], наличие и тяжесть сердечной недостаточности (СН), повторный ИМ [183, 201], развитие нарушений ритма сердца, размер зоны инфаркта и другие [6]. Кроме того, прогноз после ОИМ зависит от выбора стратегии терапии и своевременности данной терапии. Наиболее благоприятный прогноз наблюдается у пациентов, которым проводится ранняя реперфузия: тромболитическая терапия в течение 30 минут или чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) в течение 90 минут после поступления [52]. Также ключевым фактором в формировании благоприятного прогноза является сохранение функции левого желудочка (ЛЖ) [178]. У пациентов, которым было выполнено аорто-коронарное шунтирование (АКШ), наблюдается высокий уровень летальности после ИМ: 5–20%. Такие результаты связаны с тем, что данное вмешательство при ОИМ выполняется в настоящее время ограниченному спектру тяжелых пациентов. Наиболее значимым предиктором летальности среди пациентов, которым было выполнено первичное АКШ, является кардиогенный шок [174]. Предикторы неблагоприятных исходов у пациентов после ИМ были изучены в ряде крупных клинических исследований.

В американском исследовании Worcester Heart Attack Study были проанализированы данные 10313 пациентов, госпитализированных по поводу ОИМ в период 1986 по 2005 гг. Было получено, что возраст более 65 лет является фактором риска

как ранних, так и поздних осложнений ИМ (включая развитие фибрилляции предсердий, СН), а также является предиктором ранней летальности после ИМ, как у мужчин, так и у женщин [139]. В исследовании Tsai и соавт. изучалось влияние наличия и тяжести острой СН на исход у пациентов с ИМ с подъемом сегмента ST (ИМпST), которым было выполнено ЧКВ. Всего в исследование было включено 1278 пациентов, из которых у 17% был диагностирован III класс по шкале Killip на момент поступления в стационар, у 16,9% – II класс и у 65,1% – I класс. Было получено, что III класс по шкале Killip на момент поступления является сильным независимым предиктором летальности в течение 1 года после ИМпST» [184]. Кроме того, выяснилось, что у пациентов с III классом по Killip чаще встречается много-сосудистое поражение, а также у таких пациентов чаще развивается хроническая СН (ХСН) 3 функционального класса по классификации Американского кардиологического общества (American Heart Association, АНА) [184]. Предикторная роль Killip была также подтверждена в многоцентровом исследовании Gao и соавт., целью которого явилась разработка модели для расчета риска внутригоспитальной летальности у пациентов после ИМ и первичного ЧКВ [71]. ИМ, осложненный кардиогенным шоком (IV класс по Killip), характеризуется наиболее высокой летальностью [104, 172]. На выживание у данных пациентов влияют своевременная рева-скуляризация, поддержание адекватной гемодинамики, использование механической поддержки кровообращения при наличии показаний [181]. Предикторами летальности у таких пациентов являются маркеры нарушения перфузии органов, включая креатинин и лактат, ряд эхокардиографических (ЭхоКГ) параметров: фракция выброса (ФВ) ЛЖ, наличие митральной регургитации [21], а также уровень мозгового натрийуретического пептида (NTproBNP) [99].

Целью исследования OASIS явилось определение предикторов повторного ИМ у пациентов, которым было выполнено ЧКВ, а также изучение влияния повторного ИМ на прогноз у таких пациентов. В исследование было включено 7780 пациентов, а период наблюдения составил в среднем 3,9 лет. Частота развития повторного ИМ за период наблюдения составила 4,5%. В качестве факторов риска повторного ИМ были выявлены: наличие сахарного диабета, пожилой возраст, а также

наличие ИМ в анамнезе. Кроме того, было получено, что общая летальность у пациентов с повторным ИМ значимо выше по сравнению с пациентами с одним ИМ в анамнезе [136].

Влияние сахарного диабета на прогноз у пациентов с ИМ изучалось не только по отношению к повторному ИМ, но также по отношению к летальности и осложнениям после ОИМ [161]. В исследовании Afanasiev и соавт. было показано, что наличие сахарного диабета у пожилых пациентов, перенесших ИМ, увеличивает 5-летнюю летальность. При этом у молодых пациентов наличие сахарного диабета увеличивает риск ранних осложнений ИМ, но не влияет на летальность [29]. Другим сопутствующим заболеванием, влияющим на прогноз у пациентов с ИМ, является хроническая болезнь почек (ХБП). У пациентов с ХБП ИМ развивается чаще и характеризуется большей летальностью. Летальность у таких пациентов может увеличиваться также из-за того, что им реже выполняется ЧКВ [169].

Ранняя летальность от ИМ, как правило, связана с развитием таких осложнений, как разрыв межжелудочковой перегородки, тяжелые аритмии, эмболия, аневризма ЛЖ и другие [119]. Наиболее распространенным и неблагоприятным отсроченным осложнением как ИМ, так и других заболеваний сердца, является ХСН. Ишемическая болезнь сердца, в том числе постинфарктный кардиосклероз, является одной из ведущих причин развития ХСН. Таким образом, в ведении пациентов с ИМ в остром и последующих периодах важную роль играет выявление факторов риска ХСН, диагностика выраженной и скрытой ХСН.

Среди методов, позволяющих выявить факторы риска неблагоприятного исхода и определить прогноз у пациентов после ИМ, выделяют: амбулаторное мониторирование ЭКГ, проведение нагрузочных тестов, ЭхоКГ и другие [21].

1.3. Возможности эхокардиографии в диагностике и прогнозировании у пациентов с острым инфарктом миокарда

ЭхоКГ показано как с диагностической целью при подозрении на ОИМ, так и для выявления осложнений, а также для определения прогноза пациентов, перенесших ИМ [18].

1.3.1. Прогностическое значение традиционных эхокардиографических параметров в оценке развития постинфарктных осложнений

На данный момент «золотым стандартом» для определения прогноза у пациентов с острым ИМпСТ является эхокардиографическое определение ФВ ЛЖ, так как систолическая дисфункция ЛЖ является ключевым отрицательным прогностическим фактором у данной группы пациентов [198]. Патогенез снижения ФВ ЛЖ (< 50%) при ИМ может быть связан с несколькими факторами: снижение сократительной функции в связи с обширным повреждением миокарда или дилатация ЛЖ из-за растяжения области рубца [14]. Важно отметить, что ФВ ЛЖ является единственным ЭхоКГ-параметром, который на данный момент рекомендован к оценке у пациентов с ИМпСТ в качестве предиктора исхода [89]. В исследовании Moller и соавт. было показано, что ФВ ЛЖ, определенная с помощью контрастной вентрикулографии при ультразвуковом исследовании сердца в 1 день после постановки диагноза ОИМ, является значимым независимым предиктором летальности в течение всего времени наблюдения (32–50 месяцев) [128]. В исследовании OASIS-6 было показано, что ФВЛЖ < 45% существенно увеличивает риск серьезных сердечно-сосудистых событий у пациентов, перенесших ИМпСТ [65]. В метаанализе исследований CAPRICORN, EPHEBUS, OPTIMAAL и VALIANT с общим количеством включенных пациентов 19740 была проанализирована связь исходной ФВ ЛЖ с прогнозом у пациентов с СН или дисфункцией ЛЖ после ИМ. Было показано, что низкая (менее 35%) ФВ ЛЖ является независимым предиктором летального исхода. Кроме того, ФВ ЛЖ < 25% сопряжена с большим риском летального исхода по сравнению со значениями в интервале 25–35%. В группах пациентов с сердечной смертью, смертью от несердечных причин и внезапной смертью были отмечены те же закономерности, что и в общей группе пациентов [81]. Тем не менее, некоторые исследователи полагают, что оценка только ФВ ЛЖ может быть менее эффективной по сравнению с комплексной оценкой различных ЭхоКГ-параметров. Так, в отечественном исследовании Гарганеевой А. А. с 365 пациентами, «перенесшими ИМ, показано, что уровень 5-летней летальности не зависел от ФВ ЛЖ. Низ-

кая (< 35%) ФВ определяла уровень летальности в первые 3 года после свершившегося ИМ, при последующем наблюдении влияние этого предиктора нивелировалось» [5].

Поэтому сейчас активно ведутся исследования, направленные на выяснение прогностической способности не только рекомендованной ФВ ЛЖ, но и ее динамики в постинфарктном периоде. Рядом авторов показано, что у определенной доли пациентов со сниженной в результате ИМ ФВ ЛЖ наступает ее улучшение с течением времени, что ассоциируется со снижением риска сердечно-сосудистых событий за определенный период наблюдения. Так, например, в регистр YOUNG-MI [193] вошло 1724 пациента, перенесших ИМ в возрасте до 50 лет. Из них 503 (29%) пациента имели ФВ < 50%, тогда как 1221 (71%) имели нормальный исходный уровень ФВ ЛЖ. Пациенты с более низкой ФВ чаще страдали ИМпСТ, имели более высокие значения тропонина и тяжелое ангиографическое поражение коронарных артерий. При среднем периоде наблюдения 11,1 лет восстановление ФВ ЛЖ было связано с 8-кратным снижением смертности от всех причин (OR 0,12; $p = 0,001$) и примерно с 10-кратным снижением смертности от ССЗ (OR 0,10; $p = 0,025$). Корейские коллеги выяснили в своем ретроспективном исследовании с 1307 пациентами, что восстановление сократительной способности ЛЖ при систолической дисфункции после ОИМ (ФВЛЖ < 45%) было в значительной степени связано с менее тяжелой СН в момент обращения. Кроме того, предикторами восстановления ФВ ЛЖ после ИМ, по их данным, являются ФВ ЛЖ $\geq 30\%$ и < 45%, класс по Killip I-II, отсутствие потребности в диуретиках, ИМ без подъема сегмента ST (ИМбпСТ), более низкий пиковый уровень тропонина I < 24 нг/мл, однососудистое поражение передней межжелудочковой ветви [141]. В другом ретроспективном исследовании по оценке влияния динамики ФВ ЛЖ на исходы проанализированы динамические данные 442 пациентов с ОИМ; у 25% из них ФВ ЛЖ либо не увеличилась, либо снизилась. Авторы связали это с передней локализацией ИМ, более высоким пиковым уровнем тропонина T и более высокой исходной ФВ ЛЖ во время ИМ. Отсутствие нарастания ФВ ЛЖ приводило к 3-кратному увеличению риска смерти (OR 3,0; 95%-й ДИ 1,6–5,7; $p = 0,001$) с поправкой на исходную ФВ

ЛЖ, локализацию переднего ИМ и прием медикаментов [55]. Во всех приведенных исследованиях переоценка ФВ ЛЖ после ОИМ проводилась в период от 2 недель до 1 года после ОИМ, так как есть мнение, что более ранняя ЭхоКГ динамика не позволяет оценить локальные повреждения миокарда ЛЖ в остром периоде ИМпСТ при компенсаторном гиперкинетическом ответе интактного миокарда, и исследование ФВЛЖ в раннем периоде не позволяет учесть наличие зоны оглушенного миокарда, что может приводит к неточной оценке прогноза. Таким образом, роль краткосрочной динамики ФВЛЖ как предиктора неблагоприятных исходов у пациентов после ИМ требует дальнейшего изучения.

Конечно-диастолический (КДР) и конечно-систолический (КСР) размеры также являются классическими ЭхоКГ параметрами. Было показано, что КДР и КСР коррелируют с долей фиброзированного миокарда у пациентов после ИМ. Данная связь сохраняется при повторных наблюдениях, что говорит о том, что ремоделирование и фиброзирование миокарда длительное время продолжают в постинфарктном периоде, и ЭхоКГ параметры могут быть использованы для динамической оценки данных процессов [25]. На основании данных параметров может быть рассчитана масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ). Рекомендуется также выполнение перерасчета ММЛЖ на площадь поверхности тела с получением показателя индекса ММЛЖ (ИММЛЖ) [103]. Данный показатель позволяет судить о наличии гипертрофии ЛЖ, которая является одним из проявлений ремоделирования миокарда. Для более точного определения характера гипертрофии ЛЖ используется также показатель относительной толщины стенки (ОТС), который характеризует нарушение геометрии ЛЖ [186].

В исследовании Замахиной и соавт. были определены различные ЭхоКГ параметры у пациентов, перенесших ИМ. Было показано, что ИММЛЖ повышен у 29,9% пациентов, перенесших ИМ, и имеет наибольшую тенденцию к повышению в группе пациентов, перенесших ИМ и АКШ. Авторы считают, что данный показатель может быть полезен при определении в том числе прогноза у пациентов после ИМ при использовании его в сочетании с другими показателями, в том числе, ИММЛЖ [10]. В рамках крупного исследования VALIANT были опубликованы

данные, показывающие наличие связи с прогнозом как ММЛЖ, так и его геометрии. Значение ОТС выше нормального было ассоциировано с увеличением риска ССО после ИМ у пациентов группы высокого риска. При этом в данном исследовании ИММЛЖ не показал статистической значимости, как предиктор летального исхода или ССО [186]. Предлагается также использование комбинации данных показателей.

В зависимости от ИММЛЖ и ОТС выделяют 4 типа ремоделирования ЛЖ: концентрическая (ИММЛЖ и ОТС увеличены) и эксцентрическая (ИММЛЖ увеличен, ОТС нормальная) гипертрофия, концентрическое ремоделирование (ИММЛЖ нормальный, ОТС увеличена) и нормальная геометрия ЛЖ (ИММЛЖ и ОТС нормальные). Последний вариант является наиболее благоприятным [103].

Широко изучается возможность использования значений конечно-систолического объема (КСО) и конечно-диастолического объема (КДО) ЛЖ. КДО является классическим показателем, отражающим дилатацию ЛЖ в результате его ремоделирования [48]. Традиционно считается, что о ремоделировании миокарда можно говорить при увеличении КДО на 20%. При этом было показано, что последующее уменьшение КДО на 15% и более говорит об обратимости ремоделирования миокарда и коррелирует с улучшением прогноза [77]. Тем не менее КДО зависит от большого числа факторов: градиента давлений, КСО, комплаенса стенки ЛЖ, частоты сердечных сокращений, в связи с чем КСО ЛЖ может быть более ценным предиктором выживаемости после ИМ [70]. Было показано, что КСО, а также индекс КСО являются предикторами летальности у пациентов после ОИМ, которым был проведен тромболизис [49, 113]. Также индекс КСО является предиктором впервые выявленной СН в общей популяции [96].

Исследование диастолической функции ЛЖ предполагает определение особенностей наполнения ЛЖ в доплеровском режиме ЭхоКГ. Может использоваться соотношение трансмитральных пиковых скоростей раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ (E/A) и скорость раннего пика (E). В исследовании Moller и соавт. было показано, что псевдонормальный ($E > A$) и рестриктивный ($E \gg A$) паттерн ассоциированы с прогрессирующей дилатацией ЛЖ и являются

предикторами сердечной смерти после первого ИМ [127]. В метаанализе, включившем 12 проспективных исследований с общим количеством пациентов 3396, была подтверждена прогностическая роль рестриктивного паттерна у пациентов после ОИМ. Наличие рестриктивного паттерна ассоциировано с общей летальностью у таких пациентов вне зависимости от ФВЛЖ, индекса КСО, класса по Killip. Также авторы отмечают, что рестриктивный паттерн остается независимым прогностическим фактором при включении в модель сахарного диабета, повторного ИМ, медикаментозной терапии [125]. Poulsen и соавт. в своих исследованиях также подтвердили предикторную роль диастолической дисфункции и, в частности, рестриктивного паттерна при ЭхоКГ в доплеровском режиме, в отношении летальности у пациентов после ИМ, а также показали роль данного показателя, как предиктора развития ХСН у таких пациентов [155]. Позже в дополнение к соотношению E/A было предложено использовать соотношение E/e' , где e' – скорость раннего диастолического движения митрального кольца, отражает релаксацию ЛЖ в начале диастолы относительно независимо от нагрузки [94]. В настоящее время E/e' имеет прогностическую значимость и рутинно используется для определения диастолической дисфункции [13]. Прогностическая значимость данного соотношения при ИМ также была продемонстрирована по отношению к общей и сердечно-сосудистой летальности, а также госпитализации по поводу СН [123].

Функция правого желудочка (ПЖ) также имеет значение в прогнозировании исхода у пациентов после ИМ, в особенности у пациентов с нижебазальным ИМ с вовлечением ПЖ. Одним из ЭхоКГ параметров, отражающих функцию правых отделов сердца, является систолическая экскурсия кольца трехстворчатого клапана (tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE). TAPSE измеряется в М-режиме, нормальное значение составляет 16–20 мм. Значение менее 16 мм указывает на систолическую дисфункцию ПЖ [17]. «В исследовании Gorter и соавт. было показано, что значение TAPSE менее 17 мм наблюдается у 5,2% пациентов после ИМ при выполнении ЭхоКГ перед выпиской пациентов из стационара. При повторном исследовании через 4 месяца среднее значение TAPSE в данной группе пациентов значительно увеличилось, что говорит об обратимости дисфункции ПЖ» [78].

В исследовании Awad и соавт. у 266 пациентов с ИМ было определено значение TAPSE в течение первых 24 часов с момента постановки диагноза. Было получено, что значение TAPSE значительно ниже в группе пациентов, у которых в течение 30 дней было зарегистрировано серьезное сердечно-сосудистое событие (смерть, ишемия, аритмия, инфаркт миокарда, инсульт, сердечная недостаточность). Значение TAPSE < 15,8 мм авторы определили, как независимый предиктор развития серьезных сердечно-сосудистых событий в течение 30 дней после инфаркта миокарда [40].

Аналогично TAPSE, для косвенной оценки сократительной функции левых отделов сердца используется показатель систолической экскурсии кольца митрального клапана (mitral annular plane of systolic excursion, MAPSE) [145]. Уменьшение MAPSE отражает нарушение продольной деформации ЛЖ, таким образом предоставляя дополнительную информацию к значению ФВ ЛЖ, которая отражает суммарный результат работы всех типов волокон. Уменьшение продольной деформации и, соответственно, уменьшение значения MAPSE может быть связано с ишемией стенки, ее фиброзом или повышением нагрузки на миокард [87]. В исследовании Maug и соавт., в которое было включено 255 пациентов с ИМпСТ, показана роль MAPSE, как сильного предиктора серьезных сердечно-сосудистых событий у данной группы пациентов при определении данного параметра при помощи МРТ сердца [118]. Ряд исследований подтверждает также роль эхокардиографического определения MAPSE. Было показано, что MAPSE значительно снижена у пациентов с ХСН, развившейся после ИМ, и коррелирует со значением ФВ ЛЖ у данной группы пациентов [33]. В исследовании Brand и соавт. изучалось влияние значения MAPSE на исход у пациентов, перенесших ИМ. В исследование был включен 271 пациент с ИМ, всем пациентам была проведена ЭхоКГ с определением MAPSE, наблюдение за пациентами продолжалось 628 дней. Было показано, что значение MAPSE < 8 мм является предиктором летальности у пациентов с ИМ, а также коррелирует с комбинированным риском, включающим смерть и госпитализацию по поводу СН [46]. Важным аспектом определения MAPSE является возможность измерения данного показателя даже при плохой визуализации сердца при ЭхоКГ, так

как исследование в М-режиме, в отличие от большинства современных ЭхоКГ методик, не требует хорошей визуализации [87].

Было также предложено использовать соотношение TAPSE/MAPSE для оценки взаимосвязи работы обоих желудочков. В норме TAPSE больше, чем MAPSE, и данное соотношение составляет $0,66 \pm 0,14$ [47]. Было показано, что у пациентов с ОИМ соотношение TAPSE/MAPSE снижается, а также имеет обратную корреляцию с размером зоны инфаркта [72].

Поскольку нарушение функции ПЖ наблюдается не только непосредственно при инфаркте ПЖ, но и при инфаркте ЛЖ, а также влияет на прогноз у пациентов с ИМ ЛЖ, целесообразным представляется оценка гемодинамики правых отделов сердца. Одним из гемодинамических параметров, отражающих функцию ПЖ, является систолическое давление в легочной артерии (СДЛА), которое может быть измерено с помощью ЭхоКГ [1]. В исследовании Mutlak и соавт., целью которого стало изучение влияния легочной гипертензии на прогноз у пациентов с ИМ, было включено 1054 пациента с ИМ, которым при поступлении в стационар была проведена ЭхоКГ с измерением СДЛА. Было показано, что СДЛА > 35 мм рт. ст. ассоциировано с большей частотой развития СН у данных пациентов в течение первого года наблюдения. Таким образом, легочная гипертензия, диагностированная по повышению СДЛА, измеренного с помощью ЭхоКГ, является предиктором развития СН у пациентов после ИМ [134]. Также «было показано, что вторичная легочная гипертензия, развивающаяся после ИМ, является независимым предиктором летальности в данной группе пациентов» [126]. В популяции пациентов с ИМпСТ, которым было выполнено первичное ЧКВ, частота повышения СДЛА низкая: в исследовании Marlieke и соавт. в течение 12 месяцев наблюдения повышение СДЛА, измеренного при помощи ЭхоКГ, более 36 мм рт. ст. составила 5%. Тем не менее, в данном исследовании также была подтверждена роль повышенного СДЛА, как независимого предиктора общей летальности после ИМ [80].

Таким образом, для большого количества традиционных ЭхоКГ параметров показана прогностическая значимость для пациентов после ИМ (Таблица 1.1). Тем

не менее, большинство из этих параметров не включены в рекомендации для рутинного использования у данной группы пациентов. В настоящий момент продолжается исследование традиционных, а также поиск и исследование новых ЭхоКГ параметров.

Таблица 1.1 – Традиционные эхокардиографические параметры, их значимость в формировании прогноза у пациентов после ИМ

<i>Параметр</i>	<i>Расшифровка</i>	<i>Прогностическая значимость при ИМ</i>
КДР	Конечно-диастолический размер (ЛЖ)	Показана корреляция с долей фиброзированного миокарда
КСР	Конечно-систолический размер (ЛЖ)	Показана корреляция с долей фиброзированного миокарда
ФВ ЛЖ	Фракция выброса левого желудочка	Показана прогностическая значимость для общей летальности
КДО	Конечно-диастолический объем (ЛЖ)	Показана корреляция с ремоделированием миокарда
КСО	Конечно-систолический объем (ЛЖ)	Показана прогностическая значимость для общей летальности/выживаемости
ИММЛЖ	Индекс массы миокарда ЛЖ	Показатель гипертрофии, имеет прогностическую ценность в сочетании с ОТС
ОТС	Относительная толщина стенки (ЛЖ)	Показатель гипертрофии, имеет прогностическую ценность в сочетании с ИММЛЖ
Диастолическая функция	Наполнение ЛЖ	Показана прогностическая значимость для сердечно-сосудистой смертности и развития ХСН
TAPSE	Систолическая экскурсия кольца трехстворчатого клапана	Показана прогностическая значимость для ранних ССО
MAPSE	Систолическая экскурсия кольца митрального клапана	Показана прогностическая значимость для общей летальности
СДЛА	Систолическое давление в легочной артерии	Показана прогностическая значимость для развития СН

1.3.2. Современный взгляд на оценку структурного и функционального состояния сердца с помощью спекл-трекинг эхокардиографии с оценкой миокардиальной работы у пациентов с острым инфарктом миокарда

Хотя ФВ ЛЖ является наиболее изученным и широко используемым параметром, она имеет фундаментальные ограничения. Деформация ЛЖ более чувствительна для выявления тонкой дисфункции миокарда, в том числе при сохраненной ФВ ЛЖ, но она зависит от нагрузки. Инвазивная петля «давление – объем» ЛЖ является надежным стандартом для оценки сердечной функции, но ее широкое кли-

ническое применение ограничено инвазивностью измерения давления ЛЖ. Неинвазивная петля «давление – деформация» ЛЖ хорошо согласуется с регионарным потреблением кислорода миокардом и метаболизмом. По сравнению с традиционными ЭхоКГ параметрами или деформацией ЛЖ, миокардиальная работа, полученная из петли «давление-деформация», является более совершенным инструментом, который сочетает в себе деформацию, а также гемодинамику за счет интеграции глобальной продольной деформации (GLS) и неинвазивного систолического давления ЛЖ. В последние годы показатели миокардиальной работы интенсивно изучаются и показывают многие преимущества [105].

Деформация представляет собой изменение длины по сравнению с исходной. Различные показатели деформации миокарда могут использоваться как в диагностике ОИМ и дифференциальной диагностике трансмурального и субэндокардиального инфаркта, так и в прогнозировании ремоделирования миокарда и обнаружении фиброза у пациентов после ОИМ [69]. Для определения деформации миокарда используется цветное доплеровское картирование или технология спекл-трекинг (англ. speckle-tracking). При использовании спекл-трекинг ультразвуковой аппарат определяет видео петли сечений миокарда, разбивает миокард на точки со стабильной визуализацией – speckle, и затем производит слежение каждой точки в течении нескольких сердечных циклов. Изменение пространства между точками позволяет определить деформацию миокарда [60]. Также при описании деформации используется такой параметр, как скорость деформации (strain rate) [124]. Показатели деформации могут быть измерены как для отдельных участков миокарда (сегментарная деформация), так и для всего визуализированного миокарда (глобальная деформация) [60].

В настоящее время GLS рекомендуется в качестве рутинного инструмента для оценки систолической функции ЛЖ Американским обществом эхокардиографии и Европейским обществом визуализации сердечно-сосудистых заболеваний [103]. Было показано, что GLS является значимым предиктором исходов у пациентов с острым ИМпST [144]. GLS увеличивается у пациентов, проходящих активную домашнюю реабилитацию [194]. Кроме того, уменьшение GLS ассоциировано с

прогрессированием ХСН у пациентов, перенесших ИМпСТ [143]. В рандомизированном клиническом исследовании Altiok и соавт., в которое были включены 93 пациента с первым ОИМ (55 с ИМпСТ и 38 с ИМбпСТ), было показано, что оценка GLS позволяет предсказывать общее функциональное восстановление после ИМ не хуже, чем МРТ [34]. В исследовании Aikawa и соавт. на лабораторных животных было показано, что GLS коррелирует с давлением наполнения ЛЖ независимо от ФВ ЛЖ после ИМ [31]. В исследовании Na и соавт. [135] изучалась возможность использования показателей, определяемых в режиме спекл-трекинг, для прогнозирования развития неблагоприятного ремоделирования после ИМпСТ. В исследовании было включено 208 пациентов, всем пациентам была выполнена реваскуляризация и проведена ЭхоКГ с определением показателей деформации. Наблюдение продолжалось в среднем 12 месяцев, за это время неблагоприятное ремоделирование миокарда, определяемое как увеличение КДО на 20% и более, развилось у 25,5% пациентов. Было получено, что GLS является значимым предиктором неблагоприятного ремоделирования в данной группе пациентов. В исследовании Ersbøll и соавт. также была подтверждена значимость определения GLS у пациентов с ОИМ. Было показано, что данный параметр значимо ниже у пациентов с ОИМ по сравнению с контрольной группой, а также что GLS является предиктором летальности и госпитализации по поводу СН [68].

В исследовании HUNT продольная деформация изучалась на популяции здоровых добровольцев. Всего в исследование были включены 1266 добровольцев. Было получено, что продольная деформация ЛЖ уменьшается с возрастом, а оптимальным методом ее измерения является тканевой доплер [62]. В другом крупном клиническом исследовании The Copenhagen City Heart Study, в которое было включено 1296 участников из общей популяции, было показано, что GLS является независимым предиктором развития ССЗ и сердечно-сосудистой смертности в долгосрочном периоде. Также результаты данного исследования указывают на большую прогностическую значимость GLS у мужчин, чем у женщин [43]. Важно отметить, что GLS может быть изменена при сохранной ФВ ЛЖ [44], таким образом может

быть более ранним и чувствительным маркером ремоделирования миокарда и развития СН. В метаанализе Diao и соавт. было показано, что GLS коррелирует с размером зоны инфаркта у пациентов с ОИМ. Тем не менее пороговое значение GLS для диагностики трансмурального инфаркта отличается по данным разных исследований и на данный момент является дискуссионным [63]. В исследовании Karlsen и соавт. сравнивалась воспроизводимость использования ФВ ЛЖ и GLS для определения дисфункции ЛЖ у пациентов с острым коронарным синдромом. Было получено, что измерение GLS в режиме спекл-трекинг является более воспроизводимым методом оценки функции ЛЖ у пациентов с острым коронарным синдромом по сравнению с эхокардиографическим определением ФВ ЛЖ [93].

Одним из основных ограничений GLS является зависимость от нагрузки, которая может повлиять на точность диагностики, особенно у пациентов с высокой вариабельностью артериального давления. Увеличение постнагрузки может снижать нагрузку на ЛЖ, что приводит к неправильному пониманию фактической дисфункции миокарда [88]. Параметры, характеризующие работу миокарда, могут быть определены неинвазивно с помощью 2D-ЭхоКГ в режиме спекл-трекинг и также могут характеризовать функцию миокарда, в том числе, у пациентов после острого ИМ. К таким параметрам относят: индекс глобальной работы (global work index, GWI), глобальную конструктивную работу (global constructive work, GCW), глобальную напрасную работу (global wasted work, GWW), эффективность глобальной работы (global work efficiency, GWE).

Для вычисления индексов работы миокарда необходимо предварительно определить GLS ЛЖ с помощью спекл-трекинг-ЭхоКГ и давление в ЛЖ. Неинвазивное измерение давления в ЛЖ заключается в определении пикового давления, которое приравнивается к пиковому артериальному давлению, измеренному на плечевой артерии с помощью манжеты, определения времени открытия и закрытия аортального и митрального клапанов из апикальной позиции или парастернальной позиции по длинной оси ЛЖ, и последующего построения кривой давления ЛЖ на основе эталонной. Работа представляет собой произведение скорости деформации на мгновенное давление в ЛЖ, интегрированное по времени [168].

1. Индекс глобальной работы (GWI) – вся работа, совершаемая ЛЖ за период времени от закрытия до открытия митрального клапана, определяемая как площадь петли «давление – деформация» (мм рт. ст. %).

2. Глобальная конструктивная работа (GCW) – выполненная миокардом ЛЖ работа, способствующая изгнанию крови во время систолы (мм рт. ст. %). Конструктивная работа отражает укорочение кардиомиоцитов во время систолы и их удлинение в фазу изоволюмического расслабления.

3. Глобальная напрасная работа (GWW) – выполненная миокардом работа, которая не способствует изгнанию крови из полости ЛЖ (мм рт. ст. %). Отражает удлинение кардиомиоцитов во время систолы и их укорочение в фазу изоволюмического расслабления.

4. Эффективность глобальной работы (GWE) – отношение конструктивной работы к сумме конструктивной и напрасной работ $GWE = GCW / (GCW + GWW)$ [168]. Таким образом, GWE представляет собой оценку механических характеристик и использования энергии ЛЖ с учетом условий постнагрузки.

Референсные значения индексов работы миокарда были определены в исследовании EACVI NORRE, в которое было включено 226 здоровых добровольцев. Самые низкие значения показателей работы миокарда у мужчин и женщин составили 1270 мм рт. ст. % и 1310 мм рт. ст. % для GWI, 1650 мм рт. ст. % и 1544 мм рт. ст. для GCW и 90% и 91% для GWE, соответственно. Наибольшее значение GWW составило 238 мм рт. ст. % у мужчин и 239 мм рт. ст. % у женщин. Также было получено, что у мужчин значительно более низкие значения GWE и более высокие значения GWW. GWI и GCW значительно увеличиваются с возрастом у женщин [112].

Также данные показатели у здоровых добровольцев были изучены в популяционном исследовании СТААВ. В исследование было включено 779 добровольцев 49± лет, из них 59% женщин. На основе данного исследования были предложены скорректированные по возрасту нормальные значения индексов работы миокарда, а также

показано, что данные индексы слабо коррелируют с традиционными ЭхоКГ параметрами, что говорит о том, что индексы работы миокарда несут дополнительную информацию, и их оценка целесообразна в комплексе со стандартной ЭхоКГ [129].

В исследовании Lustosa и соавт. индексы работы миокарда были оценены у 600 пациентов через 3 месяца после ИМпСТ. У 150 пациентов было диагностировано неблагоприятное ремоделирование миокарда с использованием традиционных ЭхоКГ параметров. Было показано, что *GW*_I, *GCW*, *GW*_W и *GWE* статистически значимо отличались между группами пациентов с неблагоприятным ремоделированием и с его отсутствием. *GW*_I, *GCW* и *GWE* в группе пациентов с неблагоприятным ремоделированием были снижены, а *GW*_W – повышена. Авторы также обращают внимание на то, что у небольшой группы пациентов без неблагоприятного ремоделирования по данным стандартной ЭхоКГ наблюдались отличные от нормы значения индексов работы миокарда [109].

Этой же группой исследователей была проведена работа, направленная на выяснение того, связаны ли более низкие значения *GW*_I со снижением функционального восстановления ЛЖ и неблагоприятным долгосрочным прогнозом у пациентов с ФВ ЛЖ ≤ 40 после ИМпСТ. Оказалось, что при увеличении *GW*_I на 250 мм рт. ст. % шанс нормализации ФВ ЛЖ через 6 месяцев увеличивался в 1,32 раза ($p = 0,038$). Кроме того, более низкие значения *GW*_I были независимо связаны с повышенной смертностью от всех причин при длительном наблюдении. *GW*_I ЛЖ < 750 мм рт. ст. % был независимо связан со смертностью от всех причин (HR 3,85; $p < 0,001$) [50].

В отношении других параметров миокардиальной работы по данным обследования 507 пациентов и наблюдения в течение 80 месяцев сообщается, что снижение *GWE* $< 86\%$, измеренное в течение 48 часов после госпитализации с ИМпСТ, связано с худшей долгосрочной выживаемостью (HR 3,167; 95%-й ДИ 1,679–5,972; $p < 0,001$) [110].

Таким образом, индексы работы миокарда являются потенциальными ранними предикторами неблагоприятных исходов у пациентов после ОИМ (Таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Современные эхокардиографические параметры, их значимость в диагностике постинфарктного ремоделирования сердца и формировании прогноза у пациентов после ИМ

GLS	Глобальная продольная деформация	Предиктор прогрессирования ХСН у пациентов с ИМпST [143]; независимый предиктор ССЗ и смертности в долгосрочном периоде [43]
GWI	Индекс глобальной работы	Предиктор исхода у пациентов с тяжелой СН [84]
GCW	Глобальная конструктивная работа	
GWW	Глобальная напрасная работа	Растет при блокаде ножек пучка Гиса или ИБС [167], определения дооперационной эффективности кардиоресинхронизирующей терапии, независимый фактор повышенного риска смерти от любых причин [160]
GWE	Эффективность глобальной работы	Прогнозирование отдаленных клинических исходов у пациентов, перенесших ИМ [119]

Однако роль данных показателей в прогнозировании исходов у пациентов после ОИМ продолжает интенсивно изучаться в рамках клинических исследований.

1.3.3. Выделение групп высокого риска развития сердечной недостаточности в постинфарктном периоде по данным 3D-эхокардиографии

Стенка ЛЖ состоит из правозакрученных спиральных волокон эпикарда, кольцевидных волокон в середине миокарда и правозакрученных спиральных волокон эндокарда. На ранней субклинической стадии недостаточность одних слоев сердца компенсируется другими, поэтому ФВ ЛЖ сохраняется. В последние десятилетия деформация ЛЖ позволяет клиницистам выполнять более точную оценку региональной и глобальной функции ЛЖ, включая циркулярное, продольное и радиальное укорочение и перекрут. Среди этих параметров деформации чаще всего используется продольная деформация из-за ее воспроизводимости. По сравнению с традиционными ЭхоКГ параметрами GLS имеет лучшую прогностическую ценность в прогнозировании сердечно-сосудистых исходов [201]. Использование 3D-ЭхоКГ в дополнение к 2D-ЭхоКГ также может быть целесообразно для прогнозирования исходов после ОИМ [173]. 3D-ЭхоКГ является перспективным методом оценки функции сердца. В популяционном исследовании на здоровых добровольцах SABRE было показано, что параметры, определяемые с помощью 3D-ЭхоКГ и

отражающие структуру и функцию ЛЖ, являются предикторами долгосрочной общей летальности независимо от наличия других факторов риска ССЗ у мужчин. Важно отметить, что для женщин в данном исследовании не была получена подобная корреляция [32].

Среди параметров, определяемых с помощью 3D-ЭхоКГ, можно выделить: КДО; индекс сферичности; сердечный выброс; деформация: глобальная продольная, циркулярная, радиальная, площади, а также скручивание и кручение (Таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Изучаемые показатели 3D-ЭхоКГ

<i>Показатель</i>	<i>Отражает в систолу ЛЖ</i>
Продольная деформация (Longitudinal strain), %	% укорочения волокон продольного слоя миокарда (субэндокардиальный слой)
Циркулярная деформация (Circumflexial strain), %	% укорочения волокон кругового слоя (средний циркулярный слой)
Радиальная деформация (Radial strain), %	% укорочения волокон косоугольного слоя
Деформация площади (Areal strain), %	Объединяет продольную и циркулярную деформации (субэндокардиальный слой)
Скручивание (Torsion), °/см	Кручение (twist), деленное на длину длинной оси ЛЖ для каждого момента времени
Ротация (Rotation), °	Апикальная/базальная составляют кручение
Кручение (twist), °	Разница между апикальной и базальной ротацией
Индекс сферичности (SpI – sphericity index)	Отношение длины длинной оси к длине короткой оси ЛЖ как во время систолы, так и в диастолу

Основным параметром, определяемым с помощью 3D-ЭхоКГ, является КДО ЛЖ. Поскольку считается, что у 2D-ЭхоКГ есть существенный недостаток, который заключается в том, что метод является оператор-зависимым и, соответственно, недостаточно точным, целью исследования Venateur и соавт. было сравнение объемов и ФВ ЛЖ, измеренного с помощью МРТ и с помощью 3D-ЭхоКГ у здоровых добровольцев, пациентов с ИМ и с миокардитом. Авторы получили, что измерение КДО и КСО ЛЖ с помощью 3D-ЭхоКГ сопоставимо с КДО ЛЖ, измеренном по данным МРТ, с небольшой разницей в меньшую сторону при ЭхоКГ. ФВ ЛЖ, измеренная с помощью 3D-ЭхоКГ, также соответствовала таковой, измеренной с помощью МРТ с незначительной разницей в большую сторону при использовании

ультразвукового метода [41]. При этом в исследовании Zhao и соавт. было получено, что ФВ ЛЖ, измеренная с помощью 2D-ЭхоКГ, статистически значимо выше таковой, измеренной с помощью МРТ [202]. В экспериментальном исследовании Hermans и соавт. на лабораторных животных было показано, что КДО ЛЖ, измеренный при помощи 3D-ЭхоКГ, в среднем оказывается больше, чем КДО ЛЖ, измеренный при помощи 2D-ЭхоКГ, причем разница увеличивается при наличии ОИМ. Авторы связывают данные результаты с тем, что при ИМ нарушается геометрия ЛЖ, при этом расчет КДО ЛЖ при 2D-ЭхоКГ предполагает нормальную геометрию [86]. Таким образом, 3D-измерение КДО ЛЖ является достаточно точным методом, потенциально более точным по сравнению с 2D-ЭхоКГ.

На основе КДО при 3D-ЭхоКГ может быть рассчитан индекс сферичности, который представляет собой отношение КДО к объему сферы, диаметром которой является длинная ось ЛЖ в диастолу. Индекс сферичности является сильным предиктором дилатации ЛЖ [114]. В исследовании Mannaerts и соавт., в которое были включены 33 пациента с острым ИМ, наблюдение за которыми продолжалось в течение 12 месяцев, было показано, что индекс сферичности является наиболее сильным эхокардиографическим предиктором ремоделирования миокарда [987]. Показано, что индекс сферичности у пациентов после ИМ значимо больше, чем у здоровых добровольцев [97]. Кроме того, поскольку индекс сферичности отражает изменение геометрии ЛЖ, он может использоваться для дифференциальной диагностики острого ИМ и кардиомиопатии Такоцубо [98]. В метаанализе Zeng и соавт. изучалась возможность использования индекса сферичности для диагностики и дифференциальной диагностики различных типов ремоделирования ЛЖ. Всего в мета-анализ было включено 13 исследований и 1064 пациентов с различными повреждениями миокарда, потенциально приводящими к ремоделированию, включая ИМ. Было получено, что индекс сферичности коррелирует с наличием эксцентрической, но не концентрической гипертрофии [200]. В исследовании Ola и соавт. также была показана информативность 3D-параметров, как предикторов ремоделирования миокарда. В данном исследовании КДО ЛЖ и индекс сферичности были

измерены на 7 сутки и через 6 месяцев после острого ИМпСТ, наличие неблагоприятного ремоделирования определялось, как увеличение КДО ЛЖ, измеренного с помощью 3D-ЭхоКГ, на 15% и более через 6 месяцев. Наличие неблагоприятного ремоделирования таким образом было диагностировано у 38% пациентов. Индекс сферичности, измеренный на 7-е сутки после ОИМ, коррелировал с увеличением КДО ЛЖ через 6 месяцев после ОИМ. Таким образом, авторы делают вывод, что определение индекса сферичности позволяет на раннем этапе выявить пациентов с высоким риском развития неблагоприятного ремоделирования миокарда после ОИМ [142]. Аналогичные результаты были получены в исследовании Vieira и соавт. [187].

Оценка деформации ЛЖ с помощью 3D-ЭхоКГ может также иметь некоторые преимущества перед 2D-ЭхоКГ. Это связано с тем, что сама структура миокарда подразумевает наличие ряда паттернов деформации, которые могут быть полноценно отражены только в трехмерном пространстве. Во время систолы ЛЖ укорачивается (продольная и циркулярная деформация), скручивается вдоль длинной оси (деформация скручивания), а его стенка утолщается (радиальная деформация) [133]. При 2D-ЭхоКГ оценка деформации требует получения нескольких изображений, включая три вида по короткой оси для измерения глобальной циркулярной деформации (global circumferential strain GCS) и глобальной радиальной деформации (global radial strain, GRS), а также три апикальных проекции для измерения GLS, что приводит к увеличению времени исследования [136]. Кроме того, поскольку двумерный анализ выполняется на фиксированной плоскости сечения, часть изображения может быть утеряна во время сердечного цикла из-за отклонения от плоскости или скручивающего движения желудочка [192]. 3D-ЭхоКГ лишена описанных недостатков: для определения всех типов деформации достаточно получения одного изображения из апикальной позиции. При этом важно отметить, что 3D-ЭхоКГ характеризуется более низким временным и пространственным разрешением по сравнению с 2D-ЭхоКГ [136].

В уже упомянутом метаанализе Diao и соавт. было показано, что 3D-ЭхоКГ не имеет существенных преимуществ перед 2D-ЭхоКГ в определении GLS, кроме

того, исследования, в которых использовалось определение GLS с помощью 2D-ЭхоКГ, показали большую корреляцию данного показателя с размером зоны инфаркта, чем при использовании 3D-ЭхоКГ. При этом в определении циркулярной деформации 3D-ЭхоКГ показала свои преимущества [63].

В метаанализе Nabeshima и соавт., куда было включено 36 публикаций, сравнивающих 2D- и 3D-ЭхоКГ и суммарно 3846 эхокардиографических исследований, были получены сходные результаты. Значения GLS и GCS, измеренных с помощью 3D-ЭхоКГ оказались значимо меньше аналогичных значений, полученных с помощью 2D-ЭхоКГ. При этом не было получено значимых отличий в значениях GRS, полученных с помощью 2D- и 3D-ЭхоКГ [136].

Опубликован ряд исследований, описывающих применение индексов деформации, измеренных с помощью 3D-ЭхоКГ, у пациентов после ОИМ. В исследование Xu и соавт. было включено 110 пациентов, перенесших ИМпСТ, которым было выполнено первичное ЧКВ. Всем пациентам проводилась ЭхоКГ с определением GLS, GRS и GCS в трехмерном режиме, GLS и традиционных ЭхоКГ параметров в двумерном режиме. Было получено, что 3D и 2D GLS, а также 3D GRS являются независимыми предикторами ремоделирования ЛЖ [195].

В исследовании Sugano и соавт. было подтверждено, что изменение GCS является предиктором неблагоприятного ремоделирования ЛЖ, а также показано, что снижение GCS ассоциировано с наличием микроваскулярной обструкции по данным МРТ у пациентов, перенесших ИМпСТ и первичное ЧКВ. Данное наблюдение имеет большое значение, поскольку известно, что наличие микроваскулярной обструкции является также независимым предиктором неблагоприятного ремоделирования ЛЖ [179].

В исследовании Zhu и соавт. изучалась возможность косвенного определения размеры зоны инфаркта. Было получено, что индексы деформации отрицательно коррелируют с размером зоны инфаркта, а также что для трансмурального инфаркта характерны значимо более низкие значения GLS, GCS и GRS по сравнению с остальными пациентами с ОИМ. Таким образом, полученные с помощью 3D-ЭхоКГ индексы деформации могут косвенно отражать размер зоны инфаркта

[203]. Iwahashi N. и соавт изучали значимость 3D-ЭхоКГ для прогнозирования у пациентов с ИМпСТ. Всего было включено 270 пациентов с первым ИМпСТ и ЧКВ. Через 24 ч после госпитализации выполняли стандартную 2D-ЭхоКГ и 3D-ЭхоКГ. Средний период наблюдения составил 119 месяцев. Первичной конечной точкой было возникновение серьезного неблагоприятного сердечного события (сердечная смерть, СН с госпитализацией). В результате показано, что индексы 3D-ЭхоКГ были более сильными предикторами исходов по сравнению с показателями 2D-ЭхоКГ. 3D-GLS > -11,0% независимо влиял на развитие исходов ($\chi^2 = 132,2$; $p < 0,001$) [91].

Деформация скручивания (twist) также изучается при 3D-ЭхоКГ. Скручивающее движение в случае здорового миокарда реагирует на стимулы, изменяющие преднагрузку, постнагрузку или сократимость. При этом при наличии какого-либо повреждения миокарда, скручивание может нарушаться [177].

Деформация скручивания потенциально может использоваться для оценки функции ЛЖ при различных сердечно-сосудистых заболеваниях, тем не менее, в исследовании Lima и соавт. было получено, что деформация скручивания имеет более слабую корреляцию с ФВ ЛЖ по сравнению с GLS [107].

При ИМ нарушение скручивания может отражать объем поражения, так, для трансмурального инфаркта характерно нарушение апикального скручивания. При субэндокардиальном инфаркте нарушение деформации скручивания менее вероятно [146]. Роль определения деформации скручивания в прогнозировании неблагоприятных исходов на данный момент остается неясной.

1.4. Ультразвуковое исследование легких у пациентов с инфарктом миокарда: методика и прогностическое значение

Впервые использовать ультразвуковое исследование (УЗИ) легких предложили D. Lichtenstein и соавт. в 1997 у пациентов с СН с целью выявления и оценки внесосудистой жидкости в легких. Метод имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным инструментальным способом диагностики отека легких – рентгено-

логического исследования: это простота, доступность, скорость, возможность прикроватного использования, отсутствие лучевой нагрузки, возможность динамического применения [8, 106].

Накопившие излишнюю жидкость утолщенные междольковые перегородки приводят к формированию УЗ феномена «хвост комет» или В-линии за счет эффекта реверберации, что позволяет использовать это свойство в диагностике и оценке выраженности легочного застоя [93, 106].

По мере развития метода показания к применению расширялись. У пациентов с ИМ УЗИ легких позволяет в остром периоде выявить острую левожелудочковую недостаточность, оценить эффективность терапии, определить гемодинамический застой, стратифицировать риск развития СН и других неблагоприятных исходов у пациентов.

УЗИ легких было предложено в качестве потенциального метода выявления субклинического застоя как простой, недорогой и неинвазивный метод, который может применяться в том числе амбулаторно» [156]. В итоге, «в настоящее время УЗИ легких становится более распространенным методом и постепенно входит в рутинную практику при оценке состояния пациентов с ИМ и СН с целью выявления субклинического застоя [131].

Было показано, что УЗИ легких является более чувствительным методом при оценке легочного застоя по сравнению с рентгенографией, даже если УЗИ выполняется не специалистами [56]. В метаанализе Martindale и соавт. было показано, что обнаружение паттерна В-линий позволяло определить кардиогенное происхождение одышки с чувствительностью 85% и специфичностью 93%, что превышало чувствительность и специфичность ряда эхокардиографических параметров (снижение ФВ, увеличение КДО ЛЖ) [115].

В исследовании Platz и соавт. было показано, что при наличии 3 и более В-линий пациенты имели четырехкратное увеличение риска госпитализации по поводу СН в течение 6 месяцев после исследования, а также общей летальности [152].

Было показано, что определение легочного застоя с помощью УЗИ легких может иметь не только диагностическое и прогностическое значение, но также может использоваться для мониторинга эффективности терапии» [188] и «для целенаправленной диуретической терапии [162, 163].

Вероятно, применение УЗИ легких у пациентов с СН после ИМ может позволить повысить эффективность проводимой терапии [15].

Роль выявления легочного застоя с целью стратификации риска у пациентов с ИМ изучалась в исследовании Pargas и соавт., в которое были включены 200 пациентов, госпитализированных с ОИМ. В результате была показана предикторная способность УЗИ легких в отношении развития СН у данных пациентов. В качестве критического значения было принята сумма В-линий более 5 при исследовании 8 зон (чувствительность 88%, специфичность 81%) [147].

В исследовании Ye и соавт. изучалось прогностическое значение суммы В-линий у пациентов с ИМпСТ. В проспективное исследование было включено 96 пациентов с ИМпСТ передней стенки ЛЖ без одышки на момент поступления. Через 5 часов после ЧКВ всем пациентам было выполнено УЗИ легких в 28 точках с подсчетом количества В-линий, ЭхоКГ, а также определен уровень NT-proBNP. Развитие СН в течение госпитализации было зарегистрировано у 18 пациентов, при этом в данной группе количество В-линий, уровень NT-proBNP и соотношение E/e' через 5 часов после ЧКВ были значимо выше, а ФВ ЛЖ значимо ниже по сравнению с пациентами, у которых не отмечалось развития СН. Показано, что В-линии являются независимым предиктором развития СН в течение госпитализации у пациентов с ИМ. При этом данный параметр обладает более сильной прогностической способностью по сравнению с уровнем NT-proBNP и соотношением E/e' [199].

В метаанализе Wang и соавт., в которое было включено 9 исследований с суммарным числом пациентов 1212, было показано, что при обнаружении более 30 В-линий при исследовании 28 зон легкого отмечается повышение риска госпитализации по поводу СН и смерти от всех причин у пациентов с СН и различными ССЗ, включая ИМ [189].

В проспективном исследовании Araujo и соавт. изучалась предикторная роль УЗИ легких в отношении внутригоспитальной летальности у пациентов после ИМпСТ. В исследовании были включены 215 пациентов, которым до ЧКВ было выполнено УЗИ легких в 8 точках. Получено, что наличие легочного застоя, выявленного с помощью УЗИ, является достоверным прогностическим признаком для внутригоспитальной летальности; кроме того, использование данного показателя в совокупности с классом ОН по Killip повышает прогностическую ценность последнего [38].

В ближайшее время планируется завершение начатого в 2020 году обсервационного проспективного исследования LUS-AMI, в котором будет определена прогностическая ценность количества В-линий при УЗИ легких в остром периоде ИМпСТ. В исследование уже включено 400 пациентов. В качестве первичных конечных точек исследования выбраны общая летальность в течение 6 месяцев после ИМ, госпитализация по поводу ССЗ и осложнений и необходимость в срочной реваскуляризации коронарных артерий в течение этого периода. Можно предположить, что данное исследование позволит более точно оценить прогностическую ценность УЗИ легких у пациентов с ИМ [51].

Опубликованы результаты подисследования PARADISE-MI, в котором, в частности, оценивалась траектория застоя в легких с помощью УЗИ и ее связь со структурой и функцией сердца. Пациентам без предшествующей СН выполняли 8-зонное УЗИ легких и ЭхоКГ в начале исследования и через 8 месяцев. Среди 152 пациентов (средний возраст 65 лет, 32% женщины, средняя ФВ ЛЖ 41%) исходно В-линии определялись у 87% (медиана В-линий: 4; IQR 2–8). У 115 пациентов сумма В-линии значительно уменьшилась в динамике ($p = 0,018$). Доля пациентов без застоя в легких при последующем наблюдении была значительно выше у пациентов с меньшим количеством В-линий в начале исследования. У пациентов с диагностированной в период наблюдения СН сумма В-линии была выше (Ме разницы 6; 95%-й ДИ 3–9), чем у пациентов без СН ($p = 0,001$). Большее количество В-линий на исходном уровне было связано с большим размером левого предсердия, более высокими соотношениями E/e' и E/A , большей степенью митральной регургитации,

худшей систолической функцией ПЖ и более высокой скоростью трикуспидальной регургитации ($p < 0,001$). Таким образом, сделан вывод, что у пациентов с ОИМ легочный застой по сумме В-линии диагностировался часто в начале исследования и значительно реже к моменту динамического исследования. Ухудшение застоя в легких было связано с прогностически важными эхокардиографическими маркерами [151].

В исследовании Не J. и соавт. 63 пациента с ОИМ и ЧКВ наблюдались в течение 30 дней. Количество В-линий при поступлении (медиана 7 [3–15]) коррелировало с NT-proBNP ($r = 0,37$; $p = 0,003$) и отрицательно коррелировало с ФВ ЛЖ ($r = -0,43$; $p < 0,001$). В многофакторном анализе сумма В-линий была независимым предиктором краткосрочных исходов у пациентов с ОИМ (внутригоспитальные исходы – ОШ 1,13 (95%-й ДИ 1,04–1,23), $p = 0,006$; 30-дневное наблюдение ОШ 1,09 (95%-й ДИ 1,01–1,18), $p = 0,020$). Авторы сделали вывод, что В-линии по данным УЗИ легких могут быть независимым предиктором ухудшения СН при ОИМ как во время госпитализации, так и в ближайшем постинфарктном периоде, кроме того они обеспечивают значительную дополнительную прогностическую ценность классификации Killip [82].

Основным ограничением применения УЗИ для диагностики легочного застоя у пациентов с СН после ИМ является недостаточная специфичность данного метода. Это связано с тем, что В-линии могут возникать не только при СН, но также при пневмонии, некардиогенном отеке легких, интерстициальных заболеваниях легких, то есть, при любых патологических состояниях, приводящих к скоплению жидкости в альвеолах или легочном интерстиции [36, 150].

1.4.1. Стресс-УЗИ легких: преимущества и предикторные способности

В-линии определяют застой в легких в покое и чаще во время теста с физической нагрузкой у больных с ишемией и СН. Стресс-В-линии могут помочь уточнить стратификацию риска у этих пациентов [120]. Стресс-УЗИ легких позволяет

более эффективно выявлять субклинический застой. Исследование может проводиться на пиковой нагрузке в конце стандартного стресс-теста на велоэргометре или другим тренажере, обеспечивающим стабильное положение пациента для выполнения УЗИ. Рациональным является объединение данного теста со стресс-ЭхоКГ [76]. Другим вариантом проведения стресс-УЗИ легких является выполнение исследования после Т6МХ [12, 22, 11].

Отметим, что данный метод отличается высокой воспроизводимостью, а также демонстрирует сильную корреляцию с тестом с максимальной физической нагрузкой [158].

При этом данный тест является более безопасным по сравнению с нагрузочными тестами с максимальной физической нагрузкой у пациентов в остром периоде ИМ и может применяться для ранней функциональной оценки [64].

В рекомендациях Европейского общества по сердечно-сосудистой визуализации (European Association of Cardiovascular Imaging, EACVI) и Американского общества ЭхоКГ (American Society of Echocardiography, ASE) указано, что В-линии могут возникать при выполнении УЗИ легких во время или сразу после физической нагрузки при отсутствии данного феномена в покое, что может указывать на наличие субклинического застоя. Таким образом, стресс-УЗИ легких является более чувствительной модификацией УЗИ легких. Указывается, что УЗИ легких при нагрузочном тесте может быть полезным для пациентов с СН, а также в спортивной медицине [102].

В исследовании Arbucci и соавт. показано, что после выполнения физических упражнений возможно не только увеличение количества В-линий, но также их исчезновение. Данный феномен встречается у одного из 10 пациентов с коронарной болезнью сердца и/или СН и отражает более доброкачественное течение заболевания, в том числе, высокие коронарный и инотропный резервы [39].

В настоящее время авторами в зависимости от цели исследования используются различные методики УЗИ-легких, различающиеся количеством сканируемых зон и диагностическими критериями по количеству В-линий в этих зонах.

Особый интерес представляет 4-зонный протокол сканирования, при котором УЗИ легких проводится в конце нагрузки и в начале восстановления в течение 1–2 минут после окончания стресса [171, 170] (Таблица 1.4).

Таблица 1.4 – 4-зонный протокол УЗИ-легких

<i>Расположение точек сканирования</i>	<i>Количественная оценка В-линий</i>	<i>Диагностическое значение</i>	<i>Прогностическое значение</i>
Четыре «влажных пятна», расположенных в 3 м/р по средней и передней подмышечной линиям с обеих сторон	подсчет В-линий: гра- дация застоя во время стресс-эхокардиогра- фии: отсутствует (0–1 В-линия), легкий (2–4 В-линия), умеренный (5–9 В-линия) и тяже- лый (≥ 10 В-линий)	+ Точность обнаружения В- линий во время пробы с физической нагрузкой: чувствительность 94%, специфичность 100%; от- рицательная прогностиче- ская ценность 88%; поло- жительная прогностиче- ская ценность 100%	++ Тяжелый застой во время стресс-УЗИ неза- висимо предсказывал смерть или несмертель- ный ИМ при медиане периода наблюдения 15 месяцев в смешанной когорте (скорректиро- ванное HR 3,54; $p = 0,006$).

Авторы данной методики выполняли УЗИ-легких в покое и сразу после физической нагрузки у 135 пациентов (45 женщин, 90 мужчин; возраст 62 ± 12 лет, ФВ ЛЖ в покое = $41 \pm 13\%$) с известной или подозреваемой СН или ИБС по различным протоколам сканирования (28-, 16-, 8- и 4-зонному). Были выявлены точки на поверхности грудной клетки, где наиболее часто обнаруживались В-линии на высоте нагрузки, и оказалось, что сумма В-линий в этих 4 зонах имеет высокий коэффициент корреляции со всеми применяемыми протоколами, в том числе 28-зонным ($R = 0,9146$). Соответственно результатам этого исследования был разработан протокол с 4 точками сканирования («влажными пятнами»), экономящий время исследования и рекомендованный во время стресс-УЗИ. Этот протокол применялся и в большом исследовании Stress Echo 2020 с более чем 4 тысячами пациентов, которое сейчас уже окончено. «Начат набор пациентов в рамках исследования Stress Echo 2030, в котором будет уточняться прогностическая ценность в том числе стресс-УЗИ легких» [149]. Опубликованы предварительные данные. 2145 пациентам было выполнено УЗИ легких и ЭхоКГ до и после нагрузки. В качестве нагрузки исполь-

зовались физические упражнения ($n = 1012$), вазодилататор ($n = 1054$) или добутамин ($n = 79$). В-линии оценивались в 4 точках. По результатам УЗИ легких после нагрузки пациенты были разделены на 4 группы:

- 1) I группа – отсутствие В-линий;
- 2) II группа – небольшое количество В-линий: 2-4;
- 3) III группа – среднее количество В-линий: 5–9;
- 4) IV группа – большое количество В-линий: 10 и более.

В течение 15,2 месяцев наблюдения было зарегистрировано 38 летальных исходов и 28 случаев нефатального ИМ. Было получено, что принадлежность пациента к IV группе по результатам стресс-УЗИ легких является независимым прогностическим фактором как летального исхода, так и развития нефатального ИМ [170].

1.5. Резюме

ИМ в настоящее время сохраняет свою существенную роль в структуре смертности от ССЗ, структуре общей смертности, а также является одной из причин развития ХСН. Одной из ключевых проблем в ведении пациентов после ОИМ является высокий риск госпитализации с СН, общей летальности и летальности от ССЗ. Ранняя стратификация пациентов по риску развития исходов и определение предикторов является актуальной проблемой современной кардиологии.

В настоящее время активно ведется поиск диагностических методов и предикторов неблагоприятных исходов после ИМ, среди которых ключевую роль играют различные характеристики структуры и функции сердца, определяемые с помощью ЭхоКГ. Среди параметров, которые могут быть диагностическими и предикторными, выделяют традиционные и новые. Традиционные ЭхоКГ параметры на данный момент широко исследованы в большом числе крупных клинических исследований и метаанализов, где доказана их предикторная роль по отношению к исходам у пациентов после ОИМ. Тем не менее, данные параметры не обладают 100% чувствительностью и специфичностью в прогнозировании, являются недостаточно эффективными предикторами в раннем периоде после ОИМ. В связи с этим были предложены новые ЭхоКГ параметры, отражающие работу миокарда, а

также его деформацию. Данные параметры являются перспективными предикторами неблагоприятных исходов у пациентов после ОИМ, однако требуют дальнейшего изучения в крупных клинических исследованиях. Также для улучшения качества прогнозирования предложено использование 3D-ЭхоКГ. Однако необходимы крупные клинические исследования для определения ее роли в стратификации риска у пациентов после ОИМ. Несмотря на то, что ЭхоКГ уже достаточно длительное время используется в обследовании пациентов с СН, поиск оптимального протокола, а также новых наиболее прогностически значимых ЭхоКГ параметров продолжается в настоящее время. В частности, представляется перспективной оценка деформации ЛЖ, а также индекса диастолического наполнения.

Важной задачей наблюдения за пациентами после первого ИМ является выявление легочного застоя, причем на данный момент активно проводится поиск диагностических методик, позволяющих выявить гемодинамический бессимптомный застой с целью своевременной коррекции терапии. В качестве перспективного метода неинвазивной диагностики субклинического легочного застоя выделяют стресс-УЗИ. Данный метод может обладать более высокой чувствительностью и специфичностью в выявлении субклинического легочного застоя, а также применяться для динамической оценки состояния пациентов с ИМ и СН, чем оценка уровня NT-proBNP и ЭхоКГ. Необходимо проведение клинических исследований для дальнейшего изучения и разработки протоколов с применением совокупности традиционных, современных эхокардиографических параметров и данных стресс-УЗИ легких для применения у пациентов с ИМ для стратификации риска развития неблагоприятных исходов в отдаленном периоде.

Глава 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Оценка перипроцедурной динамики фракции выброса левого желудочка и ее прогностического значения в отношении отдаленных исходов у пациентов с первым острым инфарктом миокарда, чрескожным коронарным вмешательством без анамнеза сердечной недостаточности

Сравнительная характеристика пациентов с ФВ ЛЖ более и менее 50% при поступлении представлена в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика пациентов с ОИМ в зависимости от исходной ФВ ЛЖ (n = 131)

Показатель	ФВ ЛЖ ≥ 50% n = 57 (43,5%)	ФВ ЛЖ < 50% n = 74 (56,5%)	p
Возраст, годы	57,0±11,0	62,5±11,8	0,172
Мужчины, n (%)	39 (68,4)	50 (67,6)	0,917
Индекс массы тела, кг/м ²	28,0±4,3	28,7±4,6	0,375
Фибрилляция предсердий в анамнезе, n (%)	2 (3,5)	10 (13,5)	0,067
GRACE, балл	127,9±25,7	140,8±29,7	0,016*
КДР ЛЖ, см	4,6 (4,2; 4,9)	4,8 (4,4; 5,1)	0,022*
ИММЛЖ, г/м ²	107,0 (90,5; 126,5)	124,0(107,0; 147,0)	0,002*
E/e'	6,8 (5,6; 8,4)	8,2 (6,5; 9,8)	0,002*
Умеренная митральная регургитация, n(%)	4 (7,0)	14 (18,9)	0,072
NT-proBNP, пг/мл	330,7(196,75; 1041,0)	785,6(314,3; 1768,7)	0,033*
Тропонин 1, нг/мл	0,11 (0,03; 0,78)	0,39(0,07; 2,96)	0,006*
Тропонин 2, нг/мл	3,64(0,63; 19,78)	23,68 (3,32; 61,90)	<0,001*
ИМпST, n (%)	15 (26,3)	19 (25,7)	0,391
Диуретики в постгоспитальном периоде, n (%)	1 (1,8)	17 (23,0)	<0,001*
Антагонисты минералкортикоидов в пост-госпитальном периоде, n (%)	1 (1,8)	25 (33,8)	<0,001*
<i>Примечание</i> - * - различия показателей статистически значимы; количественные переменные представлены как среднее арифметическое значение и стандартное отклонение среднего значения (M±SD) (при нормальном распределении) или как медиана и интерквартильный размах (Me (IQR)) (при асимметричном распределении).			

Пациенты были сопоставимы по полу, возрасту, основным факторам риска, частоте ИМ с и без подъема сегмента ST. Выявлена статистически значимая прямая

корреляция мужского пола с курением ($R = 0,402$; $p = 0,002$), женского пола и од-носудистого поражения коронарного русла при индексной госпитализации ($R = -0,268$; $p = 0,021$). Также выявлены дополнительные прямые ассоциации ИмпСТ с индексированным к площади поверхности тела объемом левого предсердия (ИОЛП) ($R = 0,242$; $p = 0,038$), скоростью раннего диастолического наполнения ЛЖ E ($R = 0,260$; $p = 0,025$). В группе пациентов с ФВ ЛЖ $< 50\%$ по данным ЭхоКГ регистрировались большие диастолический размер ЛЖ, ИММЛЖ, соотношение E/e'; в лабораторных показателях выявлены достоверно более высокие уровни тропонина при поступлении и через 6–12 часов и уровень NT-proBNP. Кроме того, они имели более высокий риск летальности по шкале GRACE, в постгоспитальном периоде чаще нуждались в назначении диуретической терапии. Распределение пациентов по ФВ ЛЖ при поступлении и при выписке представлено на Рисунке 2.1.

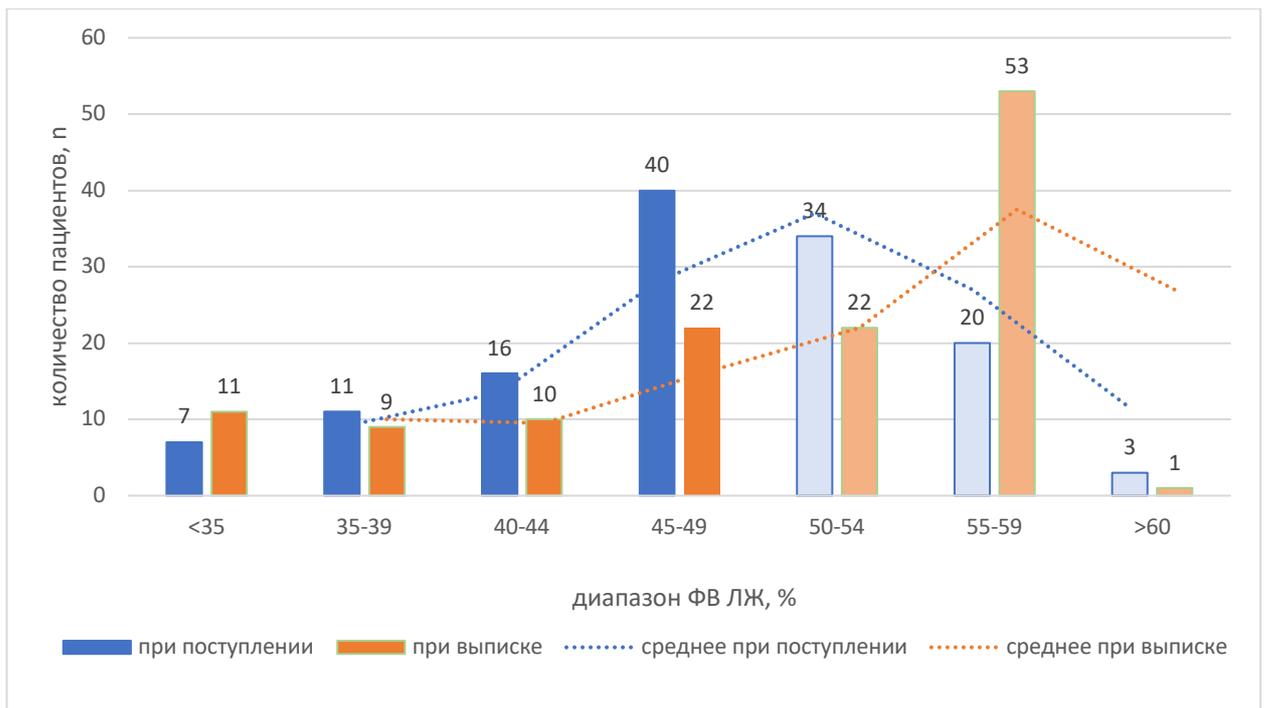


Рисунок 2.1 – Распределение пациентов в зависимости от ФВ ЛЖ при поступлении и при выписке

Пациенты со снижением ФВ ЛЖ в динамике были отнесены в группу без ППД ФВ ЛЖ (5 (8,8%) в группе с исходной ФВ ЛЖ $\geq 50\%$; 6 (8,1%) в группе с исходной ФВ ЛЖ $< 50\%$). Нами была сопоставлена частота ППД в зависимости от исходной ФВ ЛЖ (Таблица 2.2). В соответствии с полученными данными частота ППД была статистически значимо выше в группе пациентов с ФВ ЛЖ $< 50\%$ при поступлении. Шансы ППД по выбранным критериям у пациентов с исходно нормальной ФВ ЛЖ в 3,7 раза ниже, чем у пациентов с ФВ ЛЖ $< 50\%$ при поступлении. Связь между признаком ФВ ЛЖ более или менее 50% и наличием ППД средней силы (V Крамера = 0,303). При оценке изменения ФВ ЛЖ были получены следующие данные (Таблица 2.3).

Таблица 2.2 – Перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ у пациентов с ОИМ

	Исходная ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ ($n = 57$)		Исходная ФВ ЛЖ $< 50\%$ ($n = 74$)			p	ОШ, 95%-й ДИ
	Δ ФВ ЛЖ $> 5\%$	Нет динамики	Δ ФВ ЛЖ $> 5\%$	Улучшение ФВ ЛЖ $\geq 50\%$	Нет динамики		
$n, \%$	13 (22,8)	44 (77,2)	29 (39,2)	10 (13,5)	35 (47,3)	0,001*	0,27 (0,12–0,57)
<i>Примечание</i> – * – различия показателей статистически значимы							

Таблица 2.3 – Перипроцедурные изменения ФВ ЛЖ

	Общая группа ($n = 131$)		ФВ ЛЖ $< 50\%$ ($n = 74$)		ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ ($n = 57$)		p
	Me	IQR	Me	IQR	Me	IQR	
При поступлении	48,0	44,0–50,0	45,0	40,0–46,0	52,0	50,0–55,0	$< 0,001^*$
При выписке	52,0	52,0–57,0	48,0	42,0–52,0	57,0	55,0–58,0	$< 0,001^*$
<i>Примечание</i> – * – изменения показателей статистически значимы							

Выявленные статистически значимые отличия при сравнении клинико-демографических, ангиологических, лабораторных, эхокардиографических характеристик в общей группе с и без динамики ФВ ЛЖ, а также тенденции к отличиям представлены (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Сравнительная характеристика общей группы пациентов с и без перипроцедурного улучшения ФВ ЛЖ (n = 131)

Параметр	Пациенты с улучшенной ФВ ЛЖ (n=52)	Пациенты без динамики ФВ ЛЖ (n=79)	p
СДЛА, мм.рт.ст.	20,5 (14,0; 27,0)	27 (17,0; 31,5)	0,006*
Умеренная ТР, n	0	5	0,083
Элевация ST, n	9	25	0,067
ИМТ, кг/м ²	27,0 (24,5; 30,5)	27,8 (26,1; 31,9)	0,096
КСО, мл	40,0 (33,0; 53,5)	45,0 (36,0; 58,5)	0,087
МО, л/мин	3,4 (2,9; 4,2)	3,2 (2,7; 3,8)	0,084
Е/А	0,7 (0,6; 0,8)	0,8 (0,6; 1,1)	0,091
Тропонин 2, нг/мл	18,84 (4,33; 46,58)	5,22 (0,87; 40,37)	0,098
<i>Примечание</i> - * - различия показателей статистически значимы; количественные переменные представлены как медиана и интерквартильный размах (Ме (IQR)) (при асимметричном распределении).			

Таблица 2.5 – Сравнительная характеристика пациентов с исходной ФВ ЛЖ < 50% с и без перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ (n = 74).

Параметр	Пациенты с ППД ФВ ЛЖ (n = 39)	Пациенты без ППД ФВ ЛЖ (n = 35)	p
Мужской пол, n (%)	22 (56,0)	28 (80,0)	0,030*
КСР ЛЖ, см	2,9 (2,6; 3,3)	3,4 (2,9; 3,9)	0,004*
КСО ЛЖ, мл	41 (35; 56)	58 (42; 71)	0,001*
УО, мл	47 (41; 59)	41 (37; 47)	0,041*
ОТС ЛЖ	0,47±0,1	0,53±0,1	0,067
Тип геометрии ЛЖ, n (%)			
Норма	6 (15,4)	2 (5,7)	0,244
КР	7 (17,9)	9 (25,7)	0,937
КГ	24 (61,5)	15 (42,9)	0,293
ЭГ	2 (5,1)	9 (25,7)	0,006*
Е, см/с	0,44 (0,40; 0,60)	0,56 (0,42; 0,66)	0,288
Е/А	0,70 (0,60; 0,82)	0,77 (0,57; 1,36)	0,048*
ИОЛП, мл/м ²	28,4 (24,0; 33,0)	30,0 (23,5; 40,0)	0,432
Vmax TR, м/с	1,9 (1,4; 2,2)	2,5 (2,2; 2,8)	< 0,001*
СДЛА, мм.рт.ст.	20 (14; 27)	30 (25; 37)	< 0,001*
Умеренная МР, n (%)	3 (7,7)	11 (31,4)	0,016*
Умеренная ТР, n (%)	0 (0)	4 (11,4)	0,046*
<i>Примечание</i> – * – различия показателей статистически значимы; А – скорость трансмитрального кровотока в систолу предсердий; Е – скорость трансмитрального кровотока в фазу раннего наполнения; Vmax TR – максимальная скорость трикуспидальной регургитации; ИНЛС – индекс			

нарушения локальной сократимости; ИОЛП – индексированный к площади поверхности тела объем левого предсердия; КГ – концентрическая гипертрофия; КР – концентрическое ремоделирование; КСО – конечный систолический объем; ОТС – относительная толщина стенки; СДЛА – систолическое давление в легочной артерии; УО – ударный объем; ЭГ – эксцентрическая гипертрофия

Предикторы отсутствия перипроцедурного улучшения ФВ ЛЖ в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50% представлены в Таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Предикторы* отсутствия перипроцедурного улучшения ФВ ЛЖ в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50%

<i>Параметры</i>	<i>ОШ</i>	<i>95%-й ДИ</i>	<i>p**</i>
Мужской пол	3,09	1,09–8,77	0,030
ИМТ	1,13	1,01–1,28	0,050
Умеренная митральная регургитация	5,49	1,39–21,7	0,016
Умеренная трикуспидальная регургитация	1,13	1,01–1,27	0,046
ФВ ЛЖ при поступлении	0,95	0,90–0,99	0,047
СДЛА > 27 мм рт. ст.	5,39	2,31–12,56	0,001
Е/А > 0,75	6,3	1,8–22,0	0,048
Vmax TR > 2,3 м/с	10,87	3,57–33-04	< 0,001
<i>Примечание</i> – *–однофакторный анализ; ** – влияние фактора статистически значимо			

Характеристики количественных предикторов отсутствия ППД у пациентов с исходной ФВ ЛЖ менее 50% представлены в Таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Характеристика количественных предикторов отсутствия ППД ФВ ЛЖ у пациентов с исходной ФВ ЛЖ < 50%

<i>Предиктор</i>	<i>AUC</i>	<i>p</i>	<i>95%-й ДИ</i>	<i>Чувствительность, специфичность, %</i>
ФВ ЛЖ при поступлении > 43%	0,695	0,004*	0,574–0,816	69,2; 62,9
СДЛА > 27 мм рт. ст.	0,777	< 0,001*	0,670–0,884	74,4; 71,4
Е/А > 0,75	0,635	0,048*	0,505–0,765	61,5; 52,9
Vmax TR > 2,3 м/с	0,808	< 0,001*	0,710–0,906	76,9; 71,4
<i>Примечание</i> –* – влияние фактора статистически значимо				

Предиктором отсутствия перипроцедурного улучшения ФВ ЛЖ в группе с исходной ФВ ЛЖ ≥ 50% по данным ROC-анализа явилась исходная ФВ ЛЖ > 51%

(AUC 0,806; $p = 0,0014$ 95%-й ДИ 0,695–0,917; чувствительность 84,6%, специфичность 68,2%).

При оценке зависимости вероятности госпитализации с СН от различных клинико-демографических, лабораторных, ЭхоКГ характеристик значимым предиктором в группе с исходной ФВ менее 50% оказалось значение $E/e' < 8,1$ (AUC 0,652; $p = 0,046$; 95%-й ДИ 0,520–0,785; чувствительность 60%, специфичность 54,7%; ОШ 0,193; 95%-й ДИ 0,051–0,725), расширение ИОЛП > 34 мл/м² (ОШ 4,78; 95%-й ДИ 1,59–14,3; $p = 0,008$); статистически значимым предиктором в группе с исходной ФВ $\geq 50\%$ оказалось значение $E < 0,495$ (AUC 0,727, $p = 0,011$, 95%-й ДИ 0,587–0,867; чувствительность 71,4%, специфичность 67,4%; ОШ 0,193; 95%-й ДИ 0,051–0,725).

Основные значимые корреляционные связи ППД ФВ ЛЖ и исходов представлены в Таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Корреляционные связи ФВ ЛЖ при поступлении, перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ и исходов в общей группе пациентов

<i>Корреляция</i>		<i>R</i>	<i>p</i>
ФВ ЛЖ при поступлении	Пол мужской	-0,268	0,021
	ОТС	0,246	0,034
	Уровень тропонина 1	-0,259	0,027
	креатинин	-0,411	< 0,001
Перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ	Скорость трикуспидальной регургитации	-0,534	< 0,001
	УО	0,279	0,016
	Пол мужской	-0,252	0,031
	ФВ ЛЖ при поступлении	0,341	0,003
	КСО	-0,376	0,001
	Е/А	-0,233	0,047
	Госпитализация с СН	-0,619	0,004
Величина перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ	Развитие комбинированной точки	-0,290	0,012
	Смерть от всех причин	-0,320	0,005
	Госпитализация с СН	-0,557	0,011
	СДЛА	-0,435	< 0,001
Госпитализация с СН	ИОЛП	0,336	0,003
	Е/е'	-0,235	0,045
	ТІМІ	0,034	0,049
	Уровень тропонина 2	0,259	0,027

Продолжение таблицы 2.8

<i>Корреляция</i>		<i>R</i>	<i>p</i>
Срок госпитализации с СН	ЧСС при поступлении	0,030	0,484
	ДАД при поступлении	0,492	0,027
	GRACE	0,528	0,017
	Перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ	-0,619	0,004
	Величина перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ	0,557	0,011
Смерть от всех причин	Перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ	-0,320	0,005
	Скорость ТР	0,273	0,019
	Применение НОАК до ИМ	0,435	< 0,001
Смерть от всех причин	Перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ	-0,320	0,005
	Скорость ТР	0,273	0,019
	Применение НОАК до ИМ	0,435	< 0,001
Срок смерти от всех причин	МО	-0,900	0,037
Смерть от всех причин + госпитализация с СН	алкоголь	0,238	0,041
	КСР	0,298	0,010
	ИОЛП	0,395	< 0,001
	Перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ	-0,290	0,012
	Применение бета-блокаторов до ИМ	-0,231	0,048
	Уровень тропонина 2	0,247	0,035

Оцениваемые нами исходы представляли госпитализацию с СН, смерть ССЗ, комбинированную точку (госпитализация с СН + смерть от ССЗ). Частота развития исходов представлена в Таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Частота развития конечных точек в общей группе пациентов (n = 131)

	<i>Госпитализация с СН</i>	<i>Смерть от ССЗ</i>	<i>Комбинированная точка</i>
n, %	34 (26,0)	10 (7,6)	44 (33,6)

При сравнении анамнестических данных, клинических характеристик пациентов у пациентов с и без исходов были выявлены статистически значимые различия в показателях в том числе ППД ФВ ЛЖ и частоте гипертонической болезни в анамнезе.

Согласно полученным данным шанс развития комбинированной конечной точки у пациентов без ППД ФВ ЛЖ был в 2,8 раз выше, чем при ее наличии.

Кроме того, шанс госпитализации с СН у пациентов с гипертонической болезнью в анамнезе был в 4,3 раза выше, чем при ее отсутствии (Таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Сравнение частоты ППД ФВ ЛЖ и гипертонической болезни у пациентов с ОИМ с и без отдаленных исходов

Показатель		Исход					
		+ППД ФВ, абс (%)	р	ОШ**, 95%-й ДИ	ГБ в анамнезе, абс (%)	р	ОШ**, 95%-й ДИ
Смерть от ССЗ	нет	48 (38,4)	0,270	0,32 (0,26–2,83)	88 (70,4)	0,672	2,10 (0,24–18,60)
	да	1 (16,7)			5 (83,3)		
Госпитализация с СН	нет	43 (41,7)	0,049*	0,38 (0,14–1,02)	68 (66,0)	0,018*	4,29 (1,21–15,20) *
	да	6 (21,4)			25 (89,3)		
Комбинированная точка	нет	42 (42,9)	0,026*	0,36 (0,14–0,91)*	64 (65,3)	0,015*	3,86 (1,25–11,90) *
	да	7 (21,2)			29 (87,9)		

Примечание – * – различия показателей статистически значимы; ** – однофакторный анализ

При изучении предикторов развития неблагоприятных исходов значимого влияния исходной ФВ ЛЖ и ФВ ЛЖ при выписке не выявлено.

При сравнении частоты госпитализации с СН в постинфарктном периоде в зависимости от исходной ФВ ЛЖ и наличия ППД были получены статистически значимые различия ($p = 0,020$).

Выявленные различия были обусловлены более высокой частотой исхода у пациентов с исходной ФВ ЛЖ менее 50% и без ППД по сравнению с пациентами с исходно нормальной и улучшенной ФВ ЛЖ (Таблица 2.11).

Таблица 2.11 – Частота развития конечной точки в зависимости от исходной ФВ ЛЖ и наличия ППД

	Исходная ФВ ЛЖ $\geq 50\%$		Исходная ФВ ЛЖ $< 50\%$		р	ОШ**, 95%-й ДИ
	ППД+, n = 13	ППД-, n = 44	ППД+, n = 39	ППД-, n = 35		
Госпитализация с СН, n (%)	4 (30,8)	9 (20,5)	7 (17,9)	14 (40,0)	0,020* p ₂₋₄ = 0,036* p ₃₋₄ = 0,009*	2,54 (1,76–3,09)

Примечание – * * – различия показателей статистически значимы; ** – однофакторный анализ

Характеристика связи величины и наличия ППД с госпитализацией с СН представлена в Таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Риски госпитализации с СН в зависимости от наличия и величины ППД

<i>ФВ ЛЖ при поступлении</i>	<i>ППД</i>	<i>HR**</i>	<i>95%-й ДИ</i>	<i>p</i>
любая	есть	3,46	1,46–8,18	0,005*
	нет			
	%	0,78	0,67–0,90	0,002*
< 50%	есть	7,13	1,86–27,3	0,004*
	нет			
	%	0,74	0,60–0,90	0,004*
≥ 50%	есть	2,05	0,51 – 8,24	0,313
	нет			
	%	0,96	0,54 – 1,15	0,336

Примечание – * – влияние фактора статистически значимо; ** – однофакторный анализ

При оценке влияния наличия ППД на выживаемость без СН у пациентов с любой исходной ФВ ЛЖ с помощью лог-рангового критерия Мантеля–Кокса отмечалось статистически значимое влияние на повышение показателя ($p = 0,003$).

При оценке отношения рисков госпитализации с СН у пациентов с и без ППД ФВ ЛЖ с любой исходной ФВ ЛЖ было получено значение $HR = 3,46$ с 95%-м ДИ 1,46–8,18 ($p = 0,005$). То есть отсутствие ППД в общей группе пациентов увеличивало риски госпитализации с СН в 3,46 раз. Согласно значению HR для величины ППД увеличение ее на 1% влечет уменьшение рисков развития госпитализации с СН в 1,28 раз ($p = 0,002$).

При оценке влияния наличия ППД на выживаемость без СН у пациентов с исходной ФВ ЛЖ < 50% с помощью лог-рангового критерия Мантеля–Кокса отмечалось статистически значимое влияние на повышение показателя ($p = 0,001$).

При оценке отношения рисков госпитализации с СН у пациентов с и без ППД ФВ ЛЖ при исходной ФВ ЛЖ < 50% было получено значение $HR = 7,13$ с 95%-м ДИ 1,86–27,3 ($p = 0,004$). То есть отсутствие ППД в данной группе пациентов увеличивает риски госпитализации с СН в 7,13 раз. Согласно значению HR для величины ППД увеличение ее на 1% влечет уменьшение рисков развития госпитализации с СН в 1,35 раз ($p = 0,004$).

При сравнении выживаемости без госпитализации с СН в зависимости от наличия и величины ППД ФВ ЛЖ у пациентов с исходной ФВ ЛЖ ≥ 50% статистически значимых различий выявлено не было ($p = 0,313$ и $p = 0,336$ соответственно).

При многофакторном анализе влияния на выживаемость без госпитализации с СН, включавшем пол, возраст, ИМТ, хронические заболевания, значимые ЭхоКГ предикторы, полученные при однофакторном анализе, лабораторные показатели, у пациентов с исходной ФВ ЛЖ < 50% с помощью лог-ранкового критерия Мантеля–Кокса выявлено статистически значимое влияние на бессобытийную выживаемость отсутствия ППД (HR = 10,8 с 95%-м ДИ 2,15–53,8; $p = 0,001$). То есть отсутствие ППД в данной группе пациентов увеличивает риски госпитализации с СН в 10,8 раз.

При многофакторном анализе влияния на выживаемость без госпитализации с СН, включавшем пол, возраст, ИМТ, хронические заболевания, значимые ЭхоКГ предикторы, полученные при однофакторном анализе, лабораторные показатели, у пациентов с любой исходной ФВ ЛЖ с помощью лог-ранкового критерия Мантеля–Кокса выявлено статистически значимое влияние на бессобытийную выживаемость величины ППД (HR = 0,76 с 95%-м ДИ 0,62–0,91; $p = 0,013$). То есть увеличение ППД на 1% уменьшает риски госпитализации с СН в 1,31 раз.

Значения выживаемости без госпитализации с СН в зависимости от наличия ППД были также сопоставлены с помощью кривых Каплана–Майера на Рисунках 2.2 и 2.3.

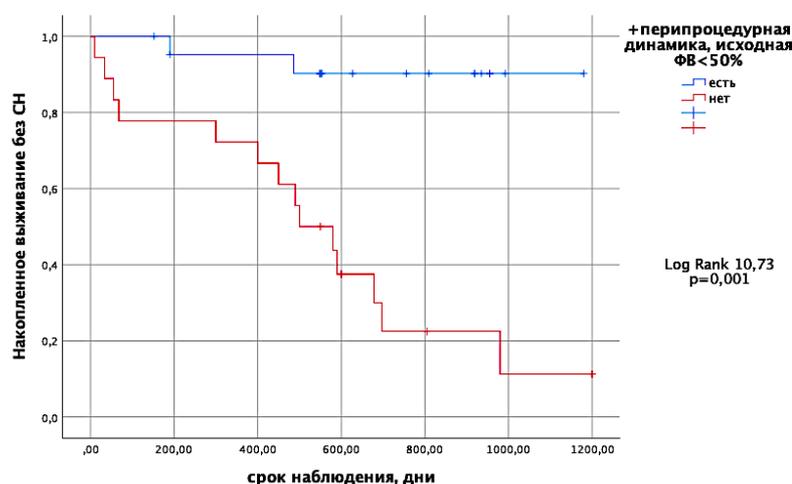


Рисунок 2.2 – Кривые Каплана–Майера, характеризующие бессобытийную выживаемость пациентов с и без ППД ФВ в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50% (n = 74)

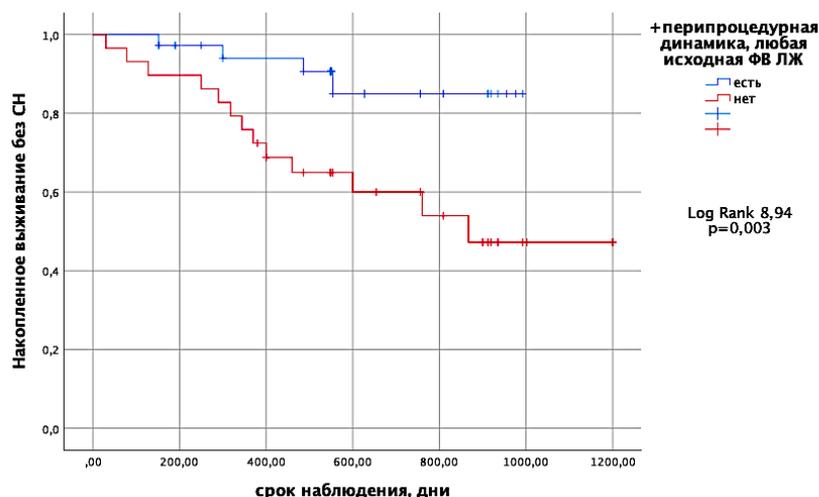


Рисунок 2.3 – Кривые Каплана–Майера, характеризующие бессобытийную выживаемость пациентов с и без ППД ФВ в общей группе пациентов (n = 131)

При оценке влияния величины ППД на выживаемость без развития комбинированной точки (госпитализация с СН и смерть от ССЗ) у пациентов исходной ФВ ЛЖ < 50% с помощью лог-рангового критерия Манталя–Кокса отмечалось статистически значимое влияние на выживаемость ($p = 0,025$). Согласно значению HR для величины ППД (0,898; 95%-й ДИ 0,817–0,988) прирост ее на 1% влечет уменьшение рисков развития комбинированной конечной точки в 1,11 раз ($p = 0,028$).

В других группах пациентов статистически значимого влияния на развитие комбинированной конечной точки величины и наличия ППД не выявлено.

Распределение пациентов с ОИМ и ЧКВ по ФВ ЛЖ при поступлении и выписке, развитие исходов у пациентов в зависимости от ФВ ЛЖ при выписке представлено на Рисунке 2.4.

2.2. Оценка наличия и выраженности субклинического легочного застоя при стресс-УЗИ легких и их прогностического значения совместно с перипроцедурной динамикой ФВ ЛЖ в отношении развития отдаленных исходов в постинфарктном периоде

Клинико-демографическая характеристика, которым было выполнено стресс-УЗИ легких, представлена в Таблице 2.13.

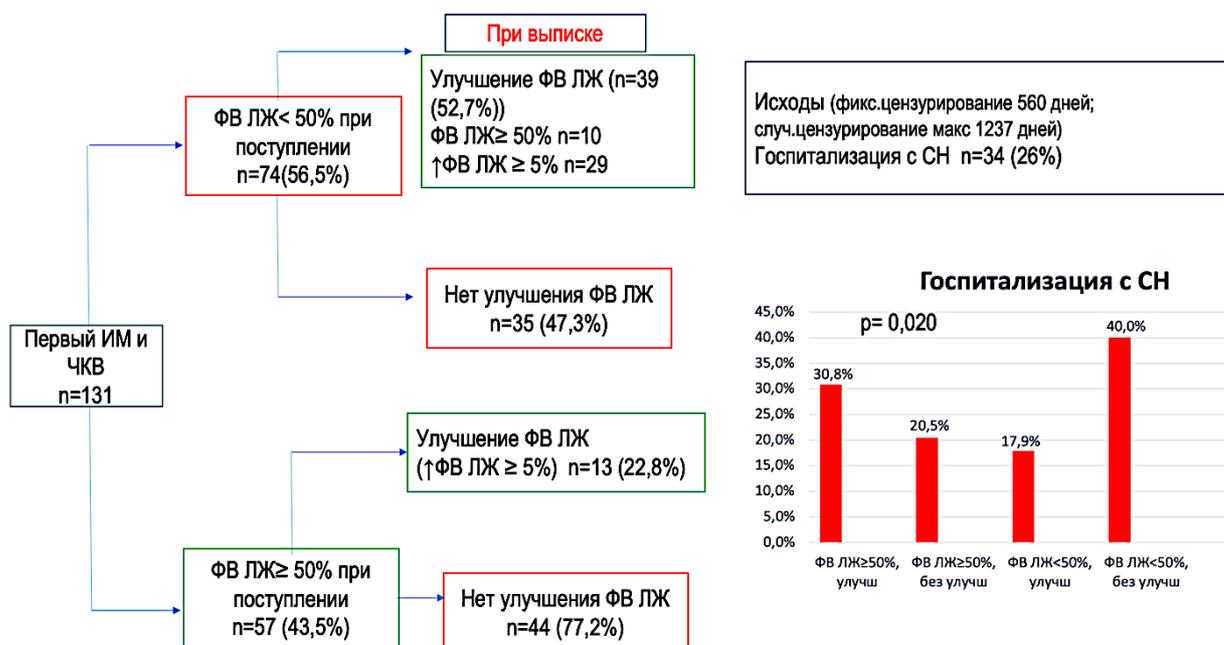


Рисунок 2.4 – Распределение пациентов с ОИМ и ЧКВ по ФВ ЛЖ при поступлении и выписке. Развитие исходов у пациентов в зависимости от ФВ ЛЖ при выписке

Таблица 2.13 – Клинико-демографическая характеристика пациентов (n = 105)

Показатель	Значение
Возраст, годы (M \pm SD)	61,7 \pm 11,8
Мужчины, n (%)	73(69,5)
Индекс массы тела, кг/м ² (M \pm SD)	28,5 \pm 4,7
Курение, n (%)	42 (40,0)
САД/ДАД при поступлении, мм.рт.ст. (Me(IQR))	120,0(100,0;127,5)/ 60,0(60,0;70,0)
Фибрилляция предсердий в анамнезе, n (%)	10(9,5)
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	21(20,0)
Гипертоническая болезнь, n (%)	71(67,6)
Инсульт в анамнезе, n (%)	3 (2,9)
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	40 (38,1)
Дислипидемия, n(%)	52(49,5)
ИМбпST/ИМпST, n (%)	81 (77,1)/ 24 (22,9)
ИМ передней стенки, n (%)	54 (51,4)
ИМ нижней стенки, n (%)	51 (48,6)
Одно-/многососудистое поражение, n (%)	35 (33,3)/ 70 (66,7)
Шкала TIMI (Me(IQR))	4 (3;4)
Шкала CRUSADE (Me(IQR))	27 (20;37)
Шкала SYNTAX (Me(IQR))	23(15;31)
Т6MX, м (Me(IQR))	650 (500; 700)

У всех пациентов при поступлении и при выписке отсутствовали клинические симптомы СН. После проведения стресс-УЗИ легких у 20 (18,1%) пациентов был выявлен субклинический легочный застой легкой степени, у 38 (36,2%) – умеренной и у 47 (44,8%) тяжелой степени. Распределение пациентов в зависимости от суммы В-линий при стресс-УЗИ легких представлено на Рисунке 2.5.

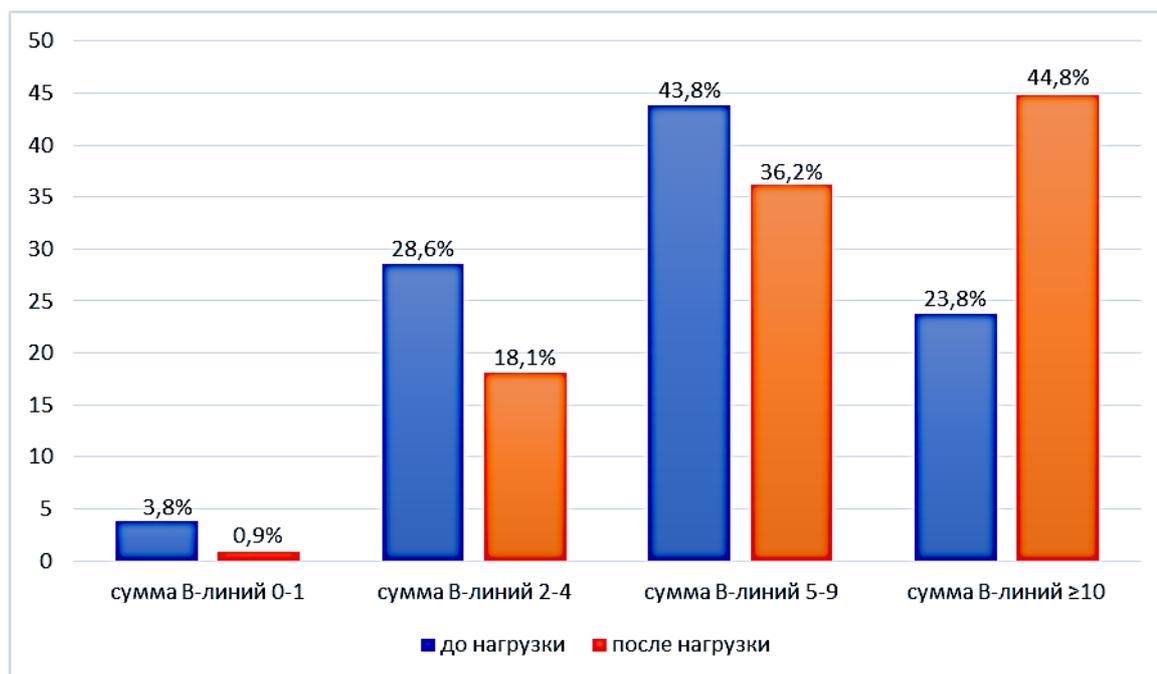


Рисунок 2.5 – Распределение пациентов (%) в зависимости от суммы В-линий при стресс-УЗИ легких

Большая часть пациентов с тяжелым субклиническим легочным застоем - из группы с исходной систолической дисфункцией ЛЖ ($p = 0,015$); основная часть пациентов с легким субклиническим легочным застоем – пациенты с исходной ФВ ЛЖ более 50% ($p = 0,003$) (Таблица 2.14).

Таблица 2.14 – Распределение пациентов по тяжести субклинического легочного застоя в зависимости от исходной ФВ ЛЖ

Субклинический легочный застой по данным стресс-УЗИ легких	Исходная ФВ ЛЖ		p
	≥ 50% (n = 45)	< 50% (n = 60)	
Нет, n (%)	1 (2,2)	0	0,429
Легкий, n (%)	14 (31,1)	5 (8,3)	0,003*
Умеренный, n (%)	16 (35,6)	22 (36,7)	0,907
Тяжелый, n (%)	14 (31,1)	33 (55,0)	0,015*

Примечание – * – различия показателей статистически значимы

В зависимости от исходной ФВ ЛЖ и наличия ППД пациенты распределены как указано в Таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Перипроцедурная динамика (ППД) ФВ ЛЖ (n = 105)

	Исходная ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ (n = 45)		Исходная ФВ ЛЖ $< 50\%$ (n = 60)		p	ОШ, 95%-й ДИ
	ППД+	ППД-	ППД+	ППД-		
n, %	9 (20,0)	36 (80,0)	31 (51,7)	29 (48,3)	0,001*	0,23 (0,10–0,57)
<i>Примечание – * – различия показателей статистически значимы</i>						

Учитывая отсутствие статистически значимого влияния ППД ФВ ЛЖ на исходы в группе с исходной ФВ ЛЖ $\geq 50\%$, первая и вторая группы были объединены.

Распределение медиан ФВ ЛЖ при поступлении и при выписке в трех группах отображено на Рисунке 2.6.

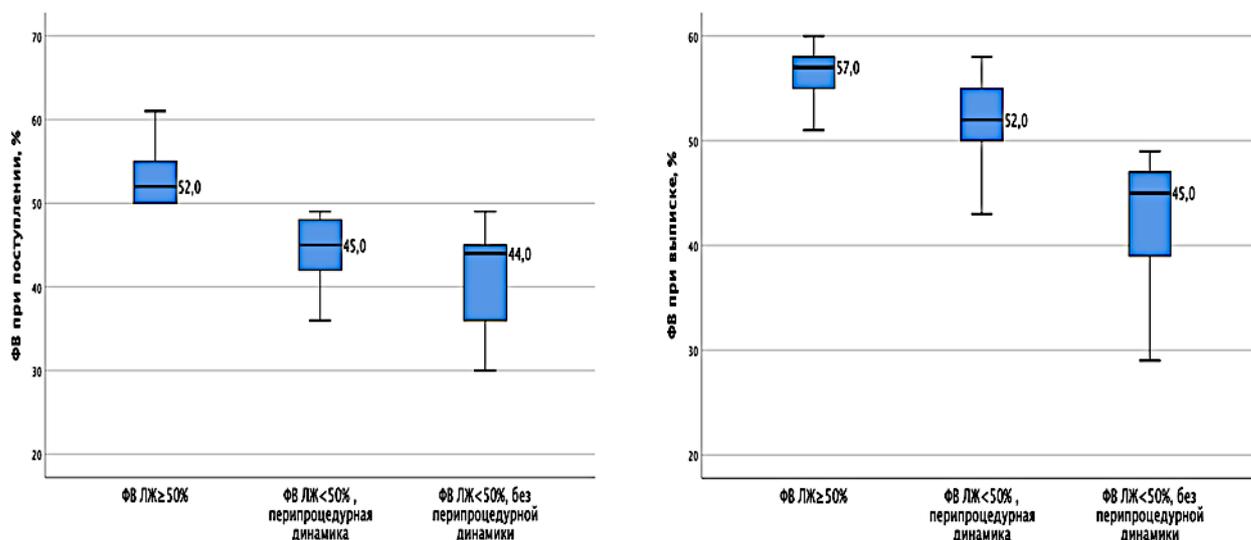


Рисунок 2.6 – Значения ФВ ЛЖ в разных группах пациентов (n = 105)

Сравнительная характеристика пациентов в зависимости от исходной и ФВ ЛЖ ППД представлена в Таблице 2.16.

Учитывая клиническую и прогностическую значимость тяжелого субклинического легочного застоя на нагрузке (сумма В-линий ≥ 10) и перипроцедурного восстановления ФВ ЛЖ, мы выделили группы пациентов в зависимости от этих показателей (Рисунок 2.7).

Таблица 2.16 – Характеристика пациентов с различной ФВ ЛЖ при поступлении и наличием/отсутствием ППД (n = 105)

Показатель	ФВ ЛЖ при поступлении			p
	≥50% (n= 45)(1)	< 50%		
		ППД+ (n=31) (2)	ППД- (n= 29)(3)	
Возраст, годы	61,0±11,2	63,0 ± 13,5	62,0 ± 10,5	0,448
Мужчины, n (%)	32 (71)	21 (64)	20 (74)	0,651
ИМпСТ, n (%)	12 (26,7)	4 (12,9)	8 (27,6)	0,198
ИМ передней стенки, n (%)	18 (40)	21 (64)	15 (56)	0,105
ИМ нижней стенки, n(%)	27 (60)	12 (36)	12 (44)	0,106
Однососудистое поражение, n (%)	18 (40)	6 (18)	11 (41)	0,879
Многососудистое поражение, n (%)	27 (60)	27 (82)	16 (59)	0,680
Шкала ТИМІ	3,0 (2,0; 4,0)	3,0 (3,0; 5,0)	4,0 (3,0; 5,0)	p ₁₋₃ =0,026*
NT-proBNP, пг/мл	329(199;1342)	537(228;1161)	938(647;3689)	p ₁₋₃ =0,025* p ₂₋₃ = 0,045*
Тропонин 1, нг/мл	0,14(0,03;0,73)	0,39(0,05;2,01)	0,40(0,10;2,60)	p ₁₋₃ =0,023*
Тропонин 2, нг/мл	4,26(0,54;23,98)	22,30(3,80;54,30)	23,10(1,10;63,00)	p ₁₋₃ =0,015* p ₁₋₂ =0,024*
ФВ ЛЖ при поступлении, %	52 (50;55)	45 (42;48)	44 (36;45)	p ₁₋₃ <0,001* p ₁₋₂ =0,015*
ФВ ЛЖ при выписке, %	57 (55;58)	52 (50;55)	45 (39;47)	p ₁₋₃ <0,001* p ₁₋₂ =0,017*
КДО ЛЖ, мл	88±25	94±27	104±38	0,105
КСО ЛЖ, мл	41±13	47±19	59±27	p ₁₋₃ =0,002* p ₂₋₃ = 0,005*
КДР ЛЖ, см	4,50±0,55	4,59±0,54	4,90±0,60	p ₁₋₃ =0,001*
КСР ЛЖ, см	2,76±0,47	2,98±0,59	3,50±0,80	p ₁₋₃ <0,001*
ИММЛЖ, г/м ²	111,8±35,0	127,5±34,4	135,0±44,0	p ₁₋₃ =0,007*
ОТС ЛЖ	0,53±0,12	0,54±0,11	0,50±0,09	0,068
E/e'	7,3(6,0;8,8)	8,3(6,0;10,2)	9,0 (7,3;10,0)	p ₁₋₃ =0,017*
СДЛА, мм рт.ст.	24 (15;29)	19 (14;26)	30 (25;37)	p ₁₋₃ =0,004* p ₂₋₃ <0,001*

Примечание - * - различия показателей статистически значимы; E/e' - отношение скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка к скорости движение митрального кольца в режиме тканевого доплера; ИМбпСТ- инфаркт миокарда без подъема сегмента ST; ИММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, индексированная к площади поверхности тела; ИМпСТ- инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка; КСР ЛЖ – конечно- систолический размер левого желудочка; ОТС – относительная толщина стенок; СДЛА – систолическое давление в легочной артерии; Тропонин 1 – при поступлении в реанимационное отделение; Тропонин 2 – через 6-12 ч после госпитализации; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; шкала ТИМІ - для оценки 2-недельного риска при остром инфаркте миокарда. Данные представлены как среднее арифметическое значение и стандартное отклонение среднего значения (M+SD) или как медиана и интерквартильный размах (Me(IQR)).

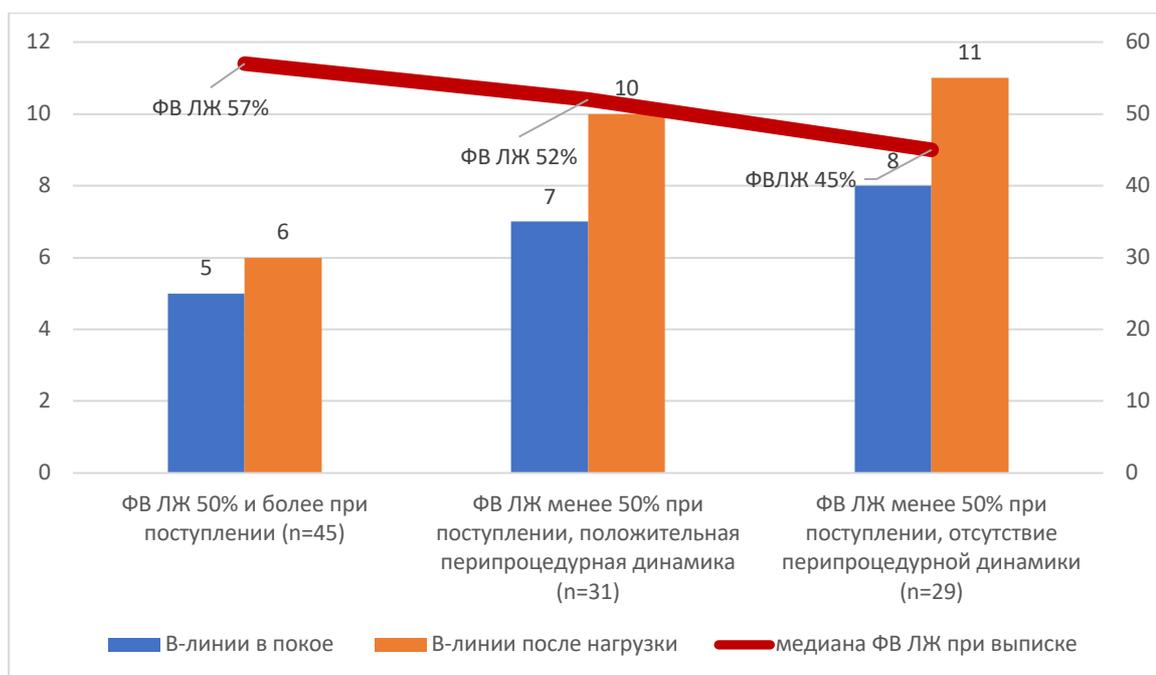


Рисунок 2.7 – Распределение пациентов по сумме В-линий в зависимости от перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ (n = 105)

У пациентов с исходной ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ по сравнению с пациентами с исходной ФВ ЛЖ $< 50\%$ регистрировалось достоверно меньшее количество В-линий как в покое, так и при нагрузке, реже регистрировался тяжелый легочный застой и чаще – легкий застой по данным стресс-УЗИ легких (Таблица 2.17).

Таблица 2.17 – Сравнение суммы В-линий и тяжести застоя в зависимости от исходной ФВ ЛЖ и наличия ППД

	Исходная ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ (n = 45)	Исходная ФВ ЛЖ $< 50\%$, ППД+ (n = 31)	Исходная ФВ ЛЖ $< 50\%$, ППД- (n = 29)	p
Сумма В-линий в покое (Me (IQR))	5,0 (3,0; 7,0)	7,0 (5,0; 9,0)	8,0 (5,0; 11,0)	0,001* p ₁₋₂ = 0,020* p ₁₋₃ = 0,001*
Сумма В-линий после нагрузки (Me (IQR))	6,0 (4,0; 12,0)	10,0 (6,0; 12,5)	11,0 (7,0; 15,0)	0,006* p ₁₋₂ = 0,041* p ₁₋₃ = 0,002*
Легкий застой, n (%)	14 (31,1)	3 (9,7)	2 (6,9)	0,011* p ₁₋₃ = 0,041*
Тяжелый легочный застой, n (%)	14 (31,1)	16 (51,6)	17 (58,6)	0,044* p ₁₋₂ = 0,041* p ₁₋₃ = 0,002*
<i>Примечание – * – различия показателей статистически значимы</i>				

Выявленные корреляции тяжелого легочного застоя при нагрузке у пациентов с отсутствием ППД ФВ ЛЖ представлены в Таблице 2.18.

Таблица 2.18 – Корреляции тяжелого легочного застоя при нагрузке у пациентов с отсутствием ППД ФВ ЛЖ

Параметры	В-линии после нагрузки	
	R	p
ФВ ЛЖ при поступлении	-0,527	< 0,001*
ИМТ	0,285	0,015*
Конечно-систолический объем ЛЖ	0,269	0,006*
Минутный объем	0,234	0,042*
ИММЛЖ	0,272	0,017*
E/e'	0,264	0,021*
GLS	0,384	< 0,001*
Время Т6МХ	-0,680	< 0,001*
Тропонин I	0,287	0,012*
NT-proBNP	0,393	0,001*
<i>Примечание – * – корреляционная связь статистически значима</i>		

За период наблюдения у пациентов с отсутствием ППД ФВ ЛЖ достоверно чаще регистрировалась госпитализация с СН по сравнению с пациентами с положительной ППД и с исходной ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ (Таблица 2.19).

Таблица 2.19 – Частота развития госпитализации с СН в зависимости от исходной ФВ ЛЖ и наличия ППД

	Исходная ФВ ЛЖ $\geq 50\%$	Исходная ФВ ЛЖ < 50%, ППД+	Исходная ФВ ЛЖ < 50%, ППД-	p	ОШ; 95%-й ДИ
Исход, n (%)	7 (15,6)	5 (16,1)	12 (41,4)	0,020* p ₂₋₃ = 0,046* p ₁₋₃ = 0,042*	4,41 (1,93–6,81)
<i>Примечание – * – различия показателей статистически значимы</i>					

Для оценки прогностической значимости наиболее значимых предикторов госпитализации с СН мы сравнили исходы в группах с исходной ФВ ЛЖ < 50% и отсутствием ППД, в группе с тяжелым субклиническим застоем и в группе с сочетанием этих факторов. Согласно полученным данным наибольшая частота исходов регистрировалась в группе с сочетанием предикторов (Таблица 2.20).

Таблица 2.20 – Частота развития конечных точек в зависимости от наличия предикторов и их сочетания

	Исходная ФВ < 50%, ППД- (n = 27)	Сумма В-линий ≥ 10 (n = 47)	Исходная ФВ < 50%, ППД-, сумма В-линий ≥ 10 (n = 18)	p	ОШ; 95%-й ДИ
Исход, n (%)	9 (33,3)	9 (19,1)	10 (55,6)	0,040* p ₁₋₃ = 0,042* p ₂₋₃ = 0,034*	3,89 (1,96–7,02)
Примечание – * – различия показателей статистически значимы					

При проведении логистического регрессионного анализа наилучшая прогностическая способность выявлена у комбинации отсутствия ППД ФВ ЛЖ и суммы В-линий ≥ 10 на нагрузке в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50% (Таблица 2.21).

Таблица 2.21 – Влияние отсутствия ППД ФВ, тяжелого легочного застоя и их комбинации на риск госпитализации с СН в постинфарктном периоде в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50%

	Однофакторный анализ			Многофакторный анализ**		
	HR	95%-й ДИ	p	HR	95%-й ДИ	p
Отсутствие ППД ФВ	4,00	1,79–9,24	0,001*	4,50	2,00–10,35	< 0,001*
Сумма В-линий ≥ 10	2,00	1,89–4,67	0,049*	2,40	1,04–5,48	0,004*
Отсутствие ППД ФВ ЛЖ + сумма В-линий ≥ 10	4,10	1,79–9,24	0,001*	7,45	2,55–21,79	< 0,001*
Примечание – * – влияние предиктора статистически значимо; ** – многофакторный анализ включал значимые факторы риска СН, подъем сегмента ST, локализацию ИМ, количество пораженных коронарных артерий, уровни NT-проBNP, тропонина, ФВ ЛЖ, параметры диастолической функции ЛЖ						

Для пациентов с положительной ППД ФВ ЛЖ и суммой В-линий ≥ 10 на фоне стресс-теста совместное влияние на риск развития СН не значимо (HR 0,86; ДИ 0,25–2,90; p = 0,81). Кривые Каплана–Майера кумулятивной вероятности выживания в зависимости от ППД ФВ ЛЖ и суммы В-линий ≥ 10 на нагрузке представлены на Рисунке 2.8.

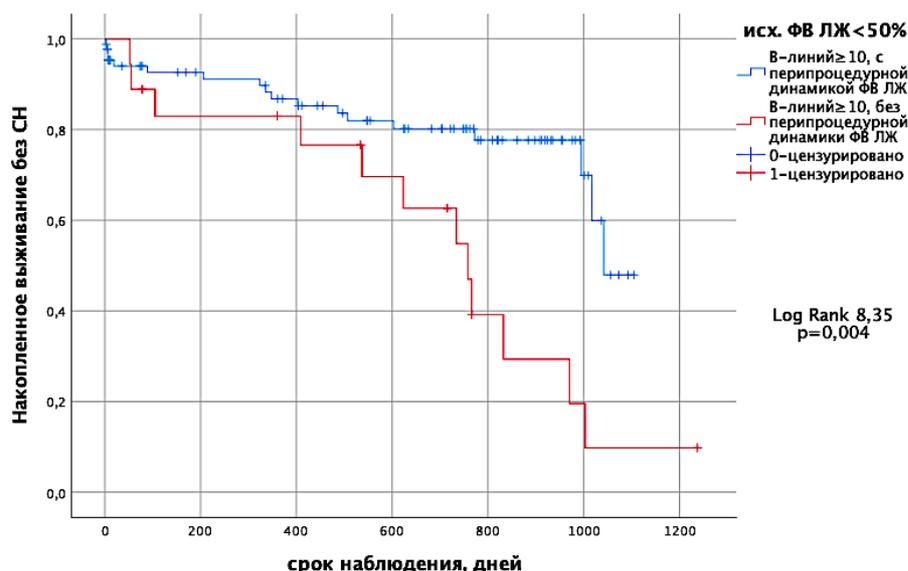


Рисунок 2.8 – Кривые Каплана–Майера кумулятивной вероятности выживания в зависимости от ППД ФВ ЛЖ и суммы В-линий ≥ 10 на нагрузке

2.3. Изучение параметров миокардиальной работы левого желудочка, их прогностической способности и связи с перипроцедурной динамикой ФВ ЛЖ

Для выявления предикторов развития неблагоприятных исходов среди параметров миокардиальной работы, которые были изучены в общей группе пациентов ($n = 131$, общая характеристика пациентов группы представлена в Таблице 2.1), исследуемые были разделены на группу с и без зарегистрированных исходов.

При сравнении анамнестических данных, клинических характеристик пациентов в группах с и без осложнений, кроме различий по ППД и частоте гипертонической болезни в анамнезе, были выявлены статистически значимые различия и в показателях миокардиальной работы и GLS (Таблица 2.22).

Таблица 2.22 – Показатели GLS и миокардиальной работы у пациентов после ОИМ с отдаленными исходами

Параметр	Исход								
	Смерть от ССЗ		p	Госпитализация с СН		p	Комбинированная точка		p
	да	нет		да	нет		да	нет	
GLS, % (Me (IQR))	-13,0 (-14,3; -11,7)	-14,0 (-17,0; -11,6)	0,413	-12,8 (-14,0; -9,5)	-15,0 (-17,0; -12,0)	0,024*	-12,6 (-14,0; -10,7)	-15,0 (-17,0; -12,0)	0,068
GWE, % (Me (IQR))	83 (69; 83)	88 (85; 92)	0,070	87 (84; 89)	89 (85; 93)	0,050*	86 (82; 88)	90 (85; 93)	0,012*
GWV, мм рт. ст. % (Me (IQR))	230 (162; 268)	152 (93; 204)	0,048*	189 (147; 227)	144 (91; 200)	0,026*	193 (148; 233)	140 (91; 196)	0,004*
<i>Примечание</i> – * – различия показателей статистически значимы									

По показателям глобальной конструктивной работы, индекса глобальной работы пациенты с и без отдаленных исходов статистически значимых различий не имели, так же, как и по абсолютным значениям ФВ ЛЖ при поступлении и после ЧКВ. По данным ROC-анализа выявлено статистически значимое влияние уровня GWW на развитие исхода (Рисунок 2.9).

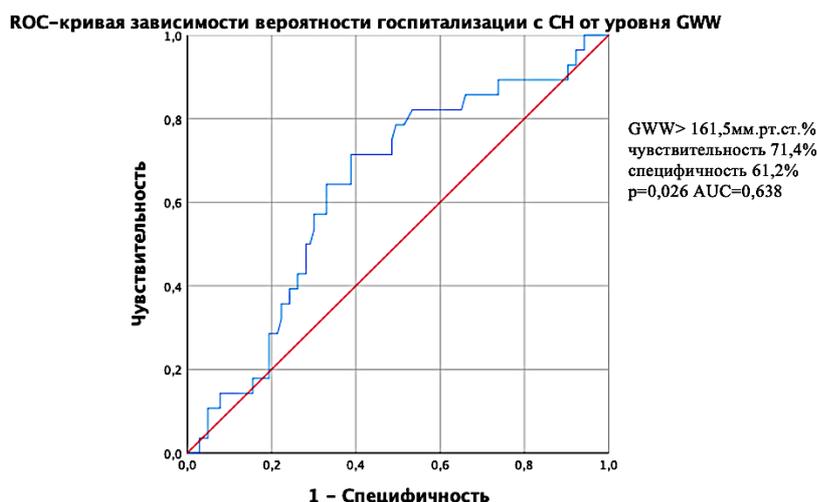


Рисунок 2.9 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности госпитализации с СН от значений GWW

С наилучшим показателем специфичности и чувствительности по данным анализа выбрано значение $GWW > 161,5$ мм.рт.ст.%. При сравнении клинических характеристик пациентов со значениями GWW более и менее выбранного порогового балла выявлено, что имели повышенный ИМТ, более низкие показатели GLS и GWE пациенты, у которых имелись более высокие значения напрасной миокардиальной работы.

Пациенты с повышенной GWW имели меньшие значения E, E/a, MAPSE по данным ЭхоКГ по сравнению с пациентами с более низкой напрасной миокардиальной работой (Таблица 2.23). При оценке влияния показателя напрасной миокардиальной работы более 161,5 мм рт. ст. на выживаемость пациентов без госпитализации с СН в постинфарктном периоде с помощью лог-рангового критерия Манталя–Кокса отмечалось статистически значимое повышение выживаемости при уровне $GWW < 161,5$ мм.рт.ст.% ($p = 0,024$). При оценке отношения рисков

госпитализации с развитием СН у пациентов с $GWW < 161,5$ мм.рт.ст.% по сравнению пациентами с $GWW > 161,5$ мм.рт.ст.% было получено значение $HR = 2,65$ с 95%-м ДИ 1,11–6,33 ($p = 0,028$). То есть наличие $GWW > 161,5$ мм.рт.ст.% увеличивает риски госпитализации по поводу развития СН в 2,65 раза.

Таблица 2.23 – Сравнительная характеристика пациентов с напрасной миокардиальной работой более и менее порогового значения 161,5 мм рт.ст.%

Показатель	$GWW < 161,5$ мм рт.ст.%	$GWW > 161,5$ мм рт.ст.%	P
Индекс массы тела, кг/м ²	27,0 (25,3; 30,2)	28,9 (26,0; 33,0)	0,021*
GLS, %	-16,0 (-17,0; -12,0)	-13,0 (-14,0; -11,0)	0,001*
GLS > -13,7%, n (%)	22 (38,6)	35 (61,4)	0,001*
GWE, %	91,5 (88,6; 94,0)	86,0 (82,0; 87,0)	< 0,001*
E/a	0,84 (0,63; 1,10)	0,70 (0,56; 0,80)	< 0,001*
E, см/с	0,58 (0,45; 0,70)	0,44 (0,40; 0,55)	< 0,001*
MAPSE, см	1,5 (1,3; 1,6)	1,3 (1,2; 1,6)	0,015*

Примечание – * – различия показателей статистически значимы; данные представлены как медиана и интерквартильный размах (Me(IQR)).

Значения выживаемости пациентов без госпитализации с СН в зависимости от уровня GWW были также сопоставлены с помощью кривых Каплана–Майера на Рисунке 2.10.

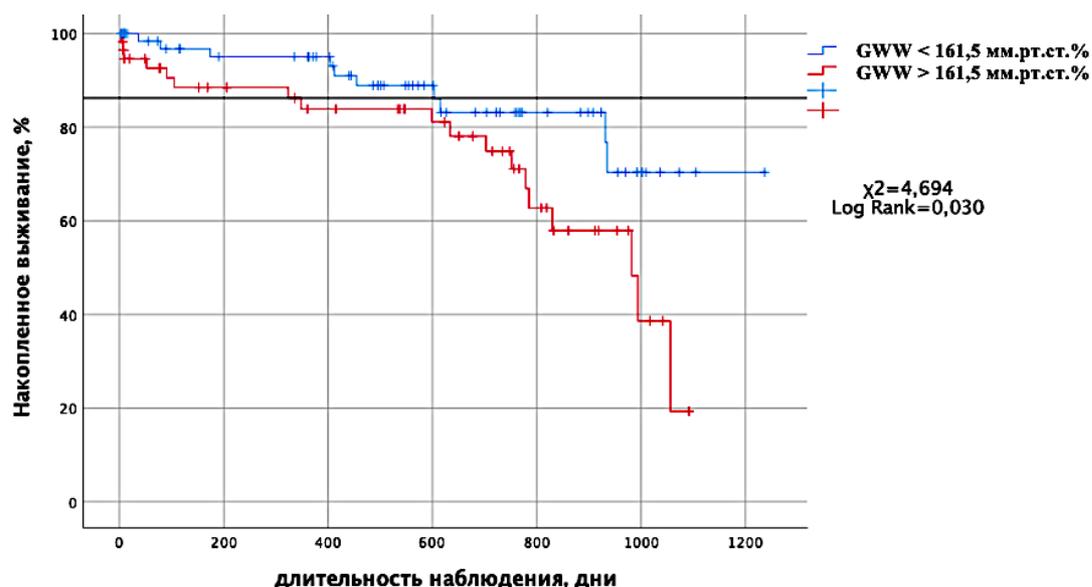


Рисунок 2.10 – Кривые Каплана–Майера кумулятивной вероятности выживания без госпитализации с СН в зависимости от уровня GWW

В соответствии с полученными результатами бессобытийная выживаемость у пациентов со значениями *GLS* больше и меньше порогового уровня максимально различается через 2 и более лет после ОИМ.

Значимым предиктором госпитализации с СН также явилось значение модуля *GLS* < 13,7% (Рисунок 2.11).

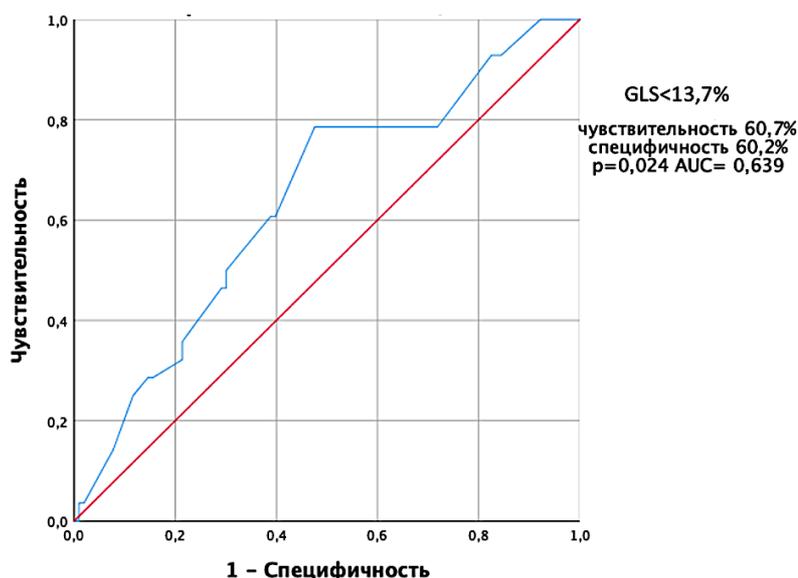


Рисунок 2.11 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности госпитализации с СН от значений *GLS*

При уровне *GLS* < 13,7% перед выпиской у пациента после ОИМ и ЧКВ риск госпитализации с СН в течение 1,5 лет повышается в 2,34 раза (ОШ 2,34; 95%-й ДИ 1,04–5,49; $p = 0,048$).

Корреляционные связи между ЭхоКГ-показателями, в том числе показателями миокардиальной работы и клиническими характеристиками представлены в Таблице 2.24.

Таблица 2.24 – Корреляции между показателями миокардиальной работы

Параметр	Параметр	<i>R</i>	<i>p</i> *
GLS по модулю	Количество дней госпитализации	-0,307	0,038
	СД в анамнезе	-0,360	0,014
	Передний ИМ	-0,427	0,003
	ФВ при поступлении	0,578	< 0,001
	ФВ при выписке	0,745	< 0,001
	MAPSE	0,449	0,002
	ИММЛЖ	-0,533	< 0,001

Продолжение таблицы 2.24

Параметр	Параметр	R	p*
GLS по модулю	ОТС	-0,504	< 0,001
	E/e'	0,450	0,002
	Назначение диуретиков в постинфарктном периоде	-0,477	0,001
	Тяжелый субклинический легочный застой	-0,467	0,016
	NT-pro-BNP	-0,416	0,020
	Госпитализация с СН	-0,205	0,019
GWI	Передний ИМ	-0,341	> 0,001
	MAPSE	0,233	0,007
	ИММЛЖ	-0,268	0,002
	СДЛА	-0,266	0,002
	Умеренная митральная регургитация	-0,183	0,037
	Тропонин 2	-0,372	> 0,001
	Длительность бессобытийного (без СН) периода	0,356	0,039
GWW	Женский пол	0,410	0,005
	возраст	0,488	0,001
	БЛНПГ	0,257	0,003
	NT-proBNP	0,220	0,038
<i>Примечание – * – корреляционная связь статистически значима</i>			

С помощью метода бинарной логистической регрессии нами разработана прогностическая модель для определения вероятности госпитализации с СН у пациентов после первого ОИМ с учетом изучаемых параметров (анализ включал значимые факторы риска СН, подъем сегмента ST, локализацию ИМ, количество пораженных коронарных артерий, уровни NT-proBNP, тропонина, ФВ ЛЖ, ППД ФВ, параметры диастолической функции ЛЖ, все показатели миокардиальной работы, пороговые значения GWW, GLS); описывается модель уравнением (2.1):

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}} \cdot 100\%; \quad (2.1)$$

$$z = 2,17 - 0,291 \cdot GLS - 0,155 \cdot GCW - 0,131 \cdot \Delta ФВ ЛЖ,$$

где P – вероятность госпитализации с СН, %;

GLS – модуль глобальной продольной деформации, %;

GCW – глобальная полезная работа, мм рт. ст. %/100;

Δ ФВ ЛЖ – ППД ФВ ЛЖ, %.

Полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p = 0,001$). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, 17,3% дисперсии вероятности госпитализации с СН определяются факторами, включенными в модель (2.1).

Данная модель разработана с поправкой на GWI, GWW, GWE, наличие ППД ФВ ЛЖ, ИОЛП, E/e', СДЛА.

Исходя из значений регрессионных коэффициентов GLS, GCW и ΔФВ ЛЖ имеют обратную связь с вероятностью госпитализации с СН. Характеристики каждого из факторов представлены в Таблице 2.25.

Таблица 2.25 – Характеристики связи предикторов модели (3.1) с вероятностью госпитализации с СН в отдаленном периоде наблюдения у пациентов после первого ОИМ

Предикторы	ОШ; 95%-й ДИ	<i>p</i>
Модуль GLS	0,75; 0,61–0,92	0,006*
GCW	0,85; 0,74–0,99	0,036*
ΔФВ ЛЖ	0,88; 0,78–0,99	0,040*

Примечание – * – влияние предиктора статистически значимо

На Рисунке 2.12 сопоставлены значения скорректированного отношения шансов с 95%-й ДИ для изучаемых факторов, вошедших в модель (2.1).

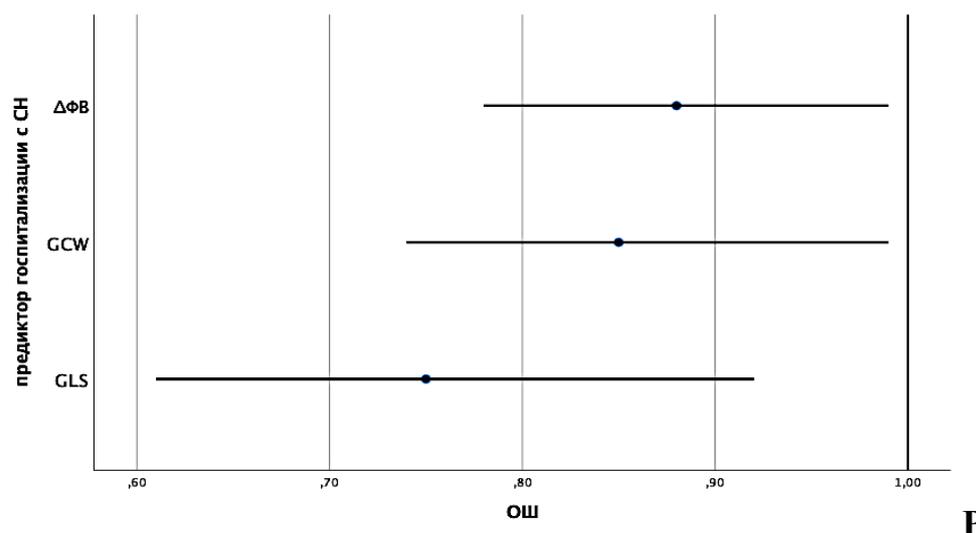


Рисунок 2.12 – Оценки отношения шансов с 95%-м ДИ для изучаемых предикторов модели (2.1) госпитализации с СН

Таким образом повышение модуля GLS на 1% уменьшает шанс госпитализации с СН в 1,33 раза; увеличение показателя глобальной конструктивной работы на 100 мм рт. ст. % уменьшает шанс развития исхода в 1,18 раз; увеличение исходной ФВ ЛЖ после ЧКВ на 1% – в 1,14 раз.

Пороговое значение логистической функции P (2.1) было определено с помощью анализа ROC-кривой. Полученная кривая представлена на Рисунке 2.13.

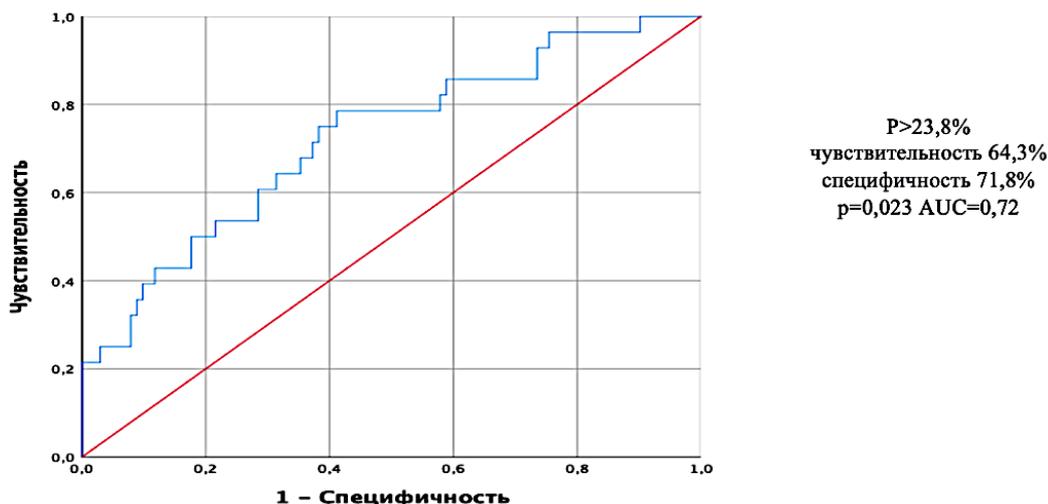


Рисунок 2.13 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности госпитализации с СН от значений прогностической функции (2.1)

Площадь под ROC-кривой составила $0,72 \pm 0,05$ (95%-й ДИ 0,62–0,83). Значение логистической функции (2.1) в точке cut-off составило 23,8%.

При значениях P (2.1) выше или равных 23,8% определялся высокий риск госпитализации по с СН, а при меньших значениях P (2.1) – низкий риск.

Чувствительность и специфичность модели (2.1) при данном пороговом значении составили 64,3% и 71,8%, соответственно.

Бессобытийная выживаемость пациентов без госпитализации с СН в зависимости от значения прогностической модели P (2.1) была сопоставлены в группе с уровнем P более и менее порогового значения с помощью кривых Каплана–Майера на Рисунке 2.14.

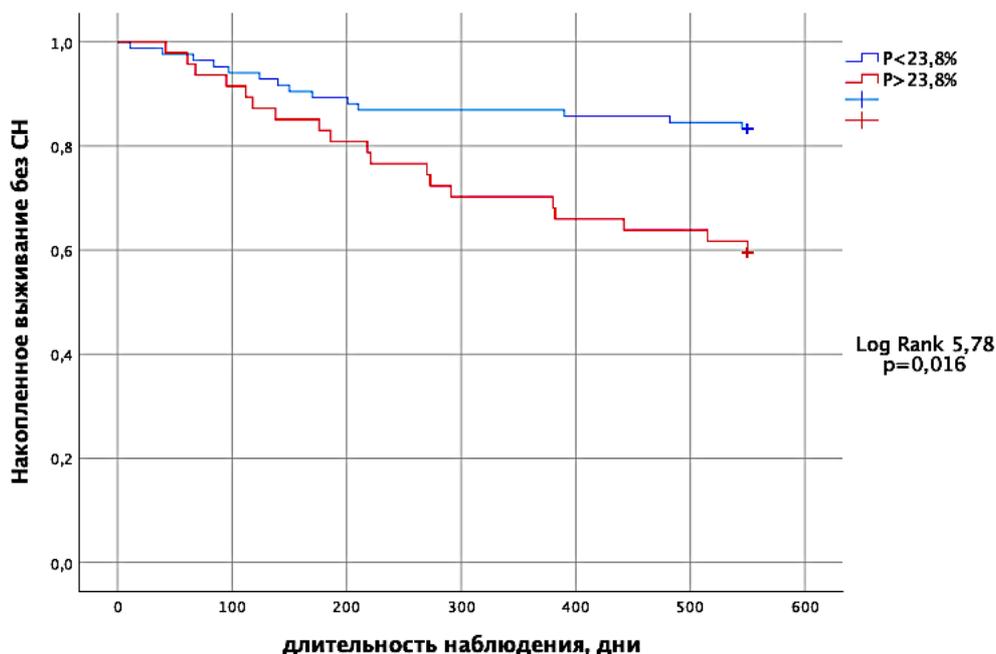


Рисунок 2.14 – Кривые Каплана–Майера кумулятивной вероятности выживания без госпитализации с СН в зависимости от значения прогностической функции P (2.1)

Таблица 2.26 – Клинический пример применения прогностической модели у пациентов с первым ОИМ и ЧКВ без анамнеза СН

Пациент А.	Пациент Ш.
клиника	
женщина 64 лет, ГБ в анамнезе. ИМпСТ, одно-сосудистое поражение	женщина, 58 лет, ГБ в анамнезе, ИМпСТ, одно-сосудистое поражение
Т6МХ	
470 м	400 м
NTproBNP, пг/мл	
956	850
Тропонин 1,2, нг/мл	
0,98–3,4	1,9–2,8
Сумма В – линий после стресс-УЗИ легких	
10	13
ЭхоКГ	
ИОЛП 29 мл/м ² (< 34 мл/м ²)	ИОЛП 32 мл/м ² (< 34 мл/м ²)
Исходная ФВ 44%	Исходная ФВ 40%
ΔФВ ЛЖ 5%	ΔФВ ЛЖ 1%
GLS – 16%	GLS – 10%
GCW 1700 мм рт. ст. %	GCW 1350 мм рт. ст. %
GWW 143 мм рт. ст.	GWW 215 мм рт. ст.

Продолжение таблицы 2.26

<i>Пациент А.</i>	<i>Пациент Ш.</i>
Значение Р	
$z = 2,17 - 0,291 \times 16 - 0,155 \times 1,7 - 0,131 \times 5 = -3,405$ $e^{-(3,405)} = e^{3,405} = 30,1$ Р = 1/31,1 = 3,2%, что менее порогового уровня 23,8% – риск низкий	$z = 2,17 - 0,291 \times 10 - 0,155 \times 1,35 - 0,131 \times 1 = -1,08$ $e^{-(1,08)} = e^{1,08} = 2,94$ Р = 1/3,94 = 25,4%, что более порогового уровня 23,8% – риск высокий
Исход за срок наблюдения (госпитализация с СН)	
Не зарегистрирован	Зарегистрирован через 291 день после ОИМ

2.4. Изучение параметров 3D-ЭхоКГ и их прогностического значения в отношении госпитализации с СН в течение 1,5 лет постинфарктного периода

Параметры 3D-ЭхоКГ были изучены у 46 пациентов с первым ИМ и успешным ЧКВ. Клинико-демографическая, лабораторная, ЭхоКГ характеристики общей группы пациентов представлены в Таблице 2.27.

Таблица 2.27 – Характеристика пациентов (n = 46)

<i>Показатель</i>	<i>Значение</i>
Возраст, лет (M±SD)	61,1±8,8
Мужчины, n (%)	32 (69,6)
Индекс массы тела, кг/м ² (M±SD)	28,26±3,99
Курение, n (%)	18 (39,1)
САД/ДАД, мм рт. ст. (M±SD)	141,10±23,86 / 81,84±12,76
Фибрилляция предсердий в анамнезе, n (%)	3(6,5)
ИМпСТ, n (%)	12 (26,1)
Однососудистое поражение, n (%)	14 (30,4)
Сахарный диабет 2-го типа, n (%)	10 (21,7)
Дислипидемия, n (%)	20 (43,5)
Глюкоза, ммоль/л (Me (IQR))	6,89 (5,59; 8,70)
NT-proBNP, пг/мл (Me (IQR))	580,0 (264,6; 989,0)
Тропонин 1, нг/мл (Me (IQR))	0,26 (0,03; 4,65)
Тропонин 2, нг/мл (Me (IQR))	7,79 (1,54; 30,61)

Выявлены ассоциации изменений на ЭКГ при поступлении в виде ПБЛНПГ с однососудистым поражением коронарного русла (R 0,322; p = 0,029), передним ИМ (R 0,299; p = 0,044), уровнем гемоглобина (R -0,408; p = 0,005).

Для выявления предикторов развития неблагоприятных исходов пациенты были разделены на группу с и без зарегистрированных исходов. Оцениваемым исходом явилась госпитализация с СН в постинфарктном периоде.

При сравнении основных характеристик пациентов выявлено статистически значимое повышение индекса сферичности ЛЖ в группе с зарегистрированным исходом; отмечалась тенденция в отличии по величине перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ (Таблица 2.28).

Таблица 2.28 – Сравнительная характеристика пациентов с и без госпитализации с СН в отдаленном периоде ИМ (n = 46)

<i>Параметр</i>	<i>Госпитализация с СН (n = 9)</i>	<i>Без исхода (n = 37)</i>	<i>p</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Возраст, лет (Me (IQR))	63,0 (61,0; 73,0)	61,0 (57,0; 66,0)	0,146
Мужской пол, n (%)	6 (66,7)	26 (70,3)	0,975
ИМТ кг/м ² (M±SD)	27,60±3,27	28,48±4,60	0,613
Курение, n (%)	3 (33,3)	18 (48,6)	0,539
ГБ, n (%)	9 (100,0)	27 (73,0)	0,172
Дислипидемия, n (%)	7 (77,8)	13 (35,1)	0,290
Однососудистое поражение, n (%)	3 (33,3)	11 (29,7)	0,833
Многососудистое поражение, n (%)	6 (66,7)	26 (70,3)	0,833
ИМпСТ, n (%)	3 (33,3)	9 (24,3)	0,581
ФВ ЛЖ при поступлении, % (Me (IQR))	47,0 (45,0; 54,0)	50,0 (45,0; 52,0)	0,845
ФВ ЛЖ при выписке, % (Me (IQR))	52,0 (45,0; 54,0)	54,0 (51,0; 58,0)	0,265
ППД ФВ ЛЖ, % (Me (IQR))	3,0 (0,0; 4,0)	4,0 (3,0; 8,0)	0,087
ИОЛП, мл/м ² (Me (IQR))	27,0 (22,0; 40,0)	28,0 (21,0; 31,0)	0,454
E/e' (Me (IQR))	6,6 (5,6; 7,2)	6,5 (5,7; 7,9)	0,825
СДЛА, мм рт.ст. (Me (IQR))	28,0 (25,0; 36,0)	21,0 (14,0; 27,0)	0,108
3D ФВ ЛЖ, % (Me (IQR))	51,0 (47,0; 54,0)	51,0 (48,0; 55,0)	0,617
3D SpI (M±SD)	0,38±0,04	0,33±0,07	0,025*

Продолжение таблицы 2.28

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
3D КДО ЛЖ, мл (Ме (IQR))	106,0 (99,0; 152,0)	113,0 (98,0; 140,0)	0,901
3D КСО ЛЖ, мл (Ме (IQR))	52,0 (46,0; 78,0)	57,0 (48,0; 66,0)	0,945
3D МОК/СВ л/мин (Ме (IQR))	4,5 (3,8; 4,6)	4,1 (3,6; 4,7)	0,438
GLS, % (Ме (IQR))	-14,0 (-14,0; -12,0)	-14,6 (-17,0; -11,0)	0,290
Продольная деформация, % (Ме (IQR))	-11,0 (-13,0; -7,0)	-9,0 (-13,0; -7,0)	0,738
Циркулярная деформация, % (Ме (IQR))	-11,0 (-13,0; -6,0)	-12,0 (-15,0; -10,0)	0,309
Деформация площади, % (M±SD)	-18,8±7,2	-18,8±5,0	0,987
Радиальная деформация, % (M±SD)	28,0±12,9	27,9±9,3	0,971
Кручение, ° (Ме (IQR))	3,6 (1,3; 7,3)	4,3 (1,8; 8,1)	0,504
Скручивание, °/см (Ме (IQR))	0,9 (0,3; 1,2)	1,1 (0,6; 1,4)	0,319
<i>Примечание – * – различия показателей статистически значимы</i>			

По данным корреляционного анализа получены следующие ассоциации клинических данных с параметрами 3D-ЭхоКГ в исследуемой группе (Таблица 2.29).

Таблица 2.29 – Ассоциации параметров 3D-эхокардиографии

<i>3D-параметр</i>	<i>параметр</i>	<i>R</i>	<i>p*</i>
3D-КДО ЛЖ	ИМТ	0,324	0,028
	Назначение АМК в постинфарктном периоде	0,303	0,041
3D- КСО ЛЖ	GLS	-0,520	< 0,001
	GWl	-0,387	0,008
	GCW	-0,419	0,004
	Тяжелый субклинический легочный застой	0,400	0,043
	Диуретики в постинфарктном периоде	0,370	0,011
Индекс сферичности ЛЖ	ГБ в анамнезе	0,455	0,001
	Перипроцедурная динамика ФВ ЛЖ	-0,380	0,009
Продольная деформация, деформация площади	ППД ФВ ЛЖ	0,402	0,006
Радиальная деформация	ИМТ	-0,303	0,040
	Диуретики в постинфарктном периоде	-0,469	0,001
<i>Примечание – * – корреляционная связь статистически значима</i>			

При оценке ассоциаций с развитием конечной точки (госпитализация с СН) была выявлена статистически значимая связь с уровнем NT-pro-BNP (R 0,399;

$p = 0,026$), увеличением ИОЛП > 34 мл/м² (R 0,422; $p = 0,003$), продолжительностью индексной госпитализации (R 0,338; $p = 0,022$). Срок бессобытийной выживаемости имел тесную обратную корреляционную связь с подъемом сегмента ST во время индексной госпитализации (R -0,805; $p = 0,050$).

Для выявления предикторов развития конечной точки методом бинарной логистической регрессии была разработана прогностическая модель с использованием показателей 3D-ЭхоКГ (анализ включал значимые факторы риска СН, подъем сегмента ST, локализацию ИМ, количество пораженных коронарных артерий, уровни NT-proBNP, тропонина, ФВ ЛЖ, ППД ФВ, параметры диастолической функции ЛЖ, пороговые значения GWW, GLS, все показатели 3D-эхокардиографии). Выявленная зависимость описывается уравнением (2.2):

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}} \cdot 100\%; \quad (2.2)$$

$$z = -0,265 - 0,102 \cdot CS - 0,286 \cdot AS,$$

где P – вероятность развития СН, %;

CS – показатель циркулярной деформации, %;

AS – показатель деформации площади, %.

Полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p = 0,004$). Исходя из коэффициента детерминации Найджелкерка модель (2.2) определяет 35,4% дисперсии вероятности развития госпитализации с СН.

Исходя из значений регрессионных коэффициентов показатели циркулярной деформации и деформации площади имеют обратную связь с вероятностью госпитализации с СН. Характеристики факторов представлены в Таблице 2.30.

Таблица 2.30 – Характеристики связи предикторов модели (2.2) с вероятностью госпитализации с СН в отдаленном периоде наблюдения у пациентов после первого ОИМ

Предикторы	ОШ; 95%-й ДИ	p
Циркулярная деформация, %	0,40; 0,20–0,80	0,010*
Деформация площади, %	0,60; 0,41–0,89	0,012*
<i>Примечание</i> – * – влияние предиктора статистически значимо		

Согласно полученным данным при увеличении показателя циркулярной деформации на 1% шанс госпитализации с СН в течение 1,5 лет после первого ОИМ

уменьшается в 2,49 раз; при увеличении показателя деформации площади на 1% шанс госпитализации с СН уменьшается в 1,67 раз. На Рисунке 2.15 сопоставлены значения скорректированного отношения шансов с 95%-й ДИ для изучаемых факторов, вошедших в модель (2.2).

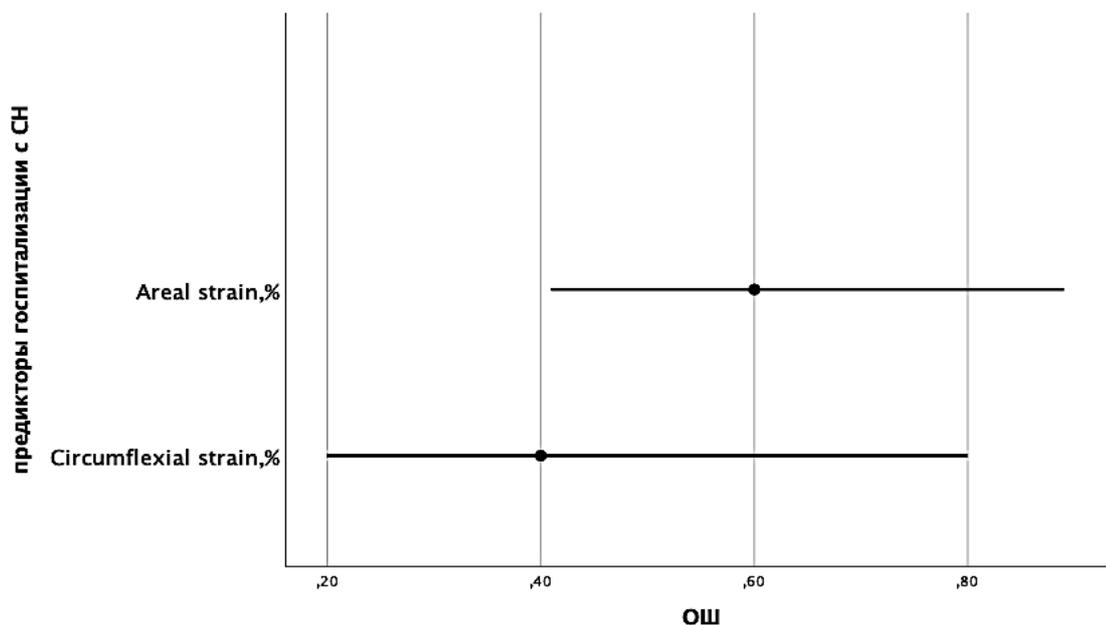


Рисунок 2.15 – Оценки отношения шансов с 95%-м ДИ для изучаемых предикторов модели (2.2) госпитализации с СН

Пороговое значение логистической функции Р (2.2) было определено с помощью метода анализа ROC-кривых. Полученная кривая представлена на Рисунке 2.16.

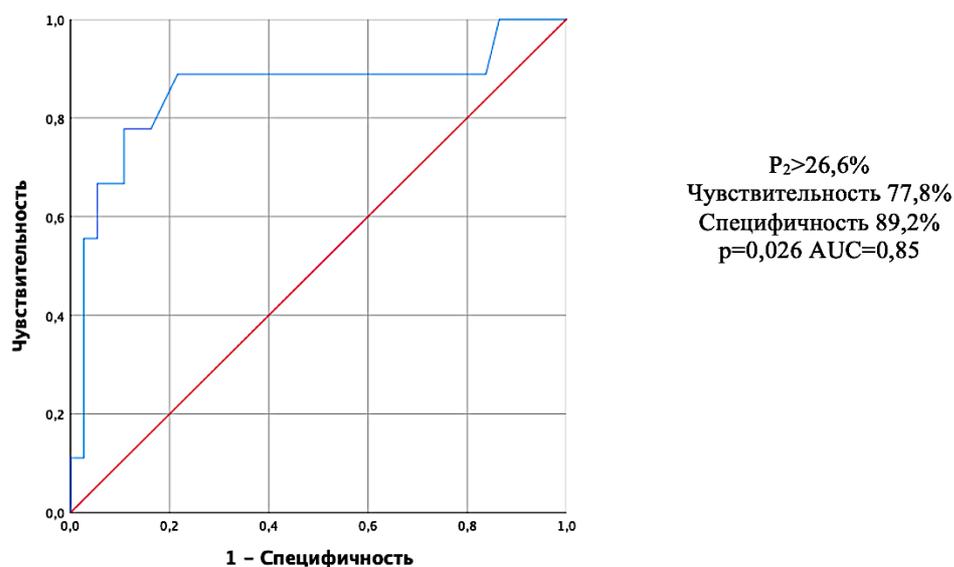


Рисунок 2.16 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности госпитализации с СН от значений прогностической функции (2.2)

Площадь под ROC-кривой составила $0,85 \pm 0,09$ (95%-й ДИ 0,68–1,00). Значение логистической функции (2.2) в точке cut-off составило 26,6%. При значениях Р (2.2) выше или равных 26,6% определялся высокий риск госпитализации с СН, а при меньших значениях Р (2.2) – низкий риск. Чувствительность и специфичность модели (2.2) при данном пороговом значении составили 77,8% и 89,2%, соответственно.

При однофакторном анализе зависимости изменения риска госпитализации с СН от параметров 3D-ЭхоКГ с помощью метода регрессии Кокса были получены статистически значимые предикторы развития конечной точки (Таблица 2.31).

Таблица 2.31 – Характеристики предикторов госпитализации с СН в отдаленном периоде наблюдения у пациентов после первого ОИМ

<i>Предикторы</i>	<i>HR; 95%-й ДИ</i>	<i>p</i>
Циркулярная деформация, %	0,76; 0,60–0,97	0,026*
Радиальная деформация, %	0,91; 0,83–0,99	0,039*
<i>Примечание – * – влияние предиктора статистически значимо</i>		

Согласно полученным данным при повышении показателя циркулярная деформации на 1% шанс развития исходной точки снижается в 1,32 раза, радиальная деформации – в 1,1 раз.

2.5. Оценка динамики эхокардиографических показателей и ее влияния на прогноз в отношении развития неблагоприятных исходов

ЭхоКГ параметры, в том числе показатели 3D-ЭхоКГ, миокардиальной работы, в динамике через 3 месяца после индексной госпитализации были изучены у 19 пациентов с первым ИМ и успешным ЧКВ. При оценке изменений ЭхоКГ показателей в ходе наблюдения после ОИМ были получены следующие данные (Таблица 2.32).

Согласно полученным результатам, статистически значимые изменения зарегистрированы в показателях СДЛА, GWI, GCW, продольной деформации, тенденция к изменению GLS и деформации площади.

Таблица 2.32 – Оценка изменений эхокардиографических показателей при выписке и через 3 месяца после ОИМ

<i>Показатель</i>	<i>При выписке</i>	<i>Через 3 месяца</i>	<i>p</i>
САД, мм рт. ст.	110,00 (90,00; 121,25)	120,00 (90,00; 132,50)	0,139
ФВ ЛЖ, %	54,50 (49,00; 57,25)	54,00 (48,50; 57,25)	0,483
СДИА, мм рт. ст.	22,50 (14,00; 28,50)	18,50 (12,75; 23,00)	0,046*
GLS,%	-14,50 (-17,00; -10,50)	-15,50 (-17,25; -13,00)	0,093
GWI, мм рт.ст.%	1171,5 (794,5; 1495,5)	1289,5 (1012,0; 1559,0)	0,050*
GCW, мм рт.ст.%	1328,00 (1140,00; 1830,75)	1715,50 (1314,00; 1886,00)	0,035*
3D ФВ ЛЖ, %	51,00 (47,00; 56,00)	53,50 (45,00; 57,25)	0,794
3D КДО ЛЖ, мл	110,50 (99,00; 142,00)	111,00 (93,75; 132,25)	0,122
Индекс сферичности	0,33 (0,27; 0,38)	0,34 (0,29; 0,40)	0,105
Продольная деформация, %	-11,00 (-13,25; -8,00)	-13,00 (-16,00; -9,00)	0,025*
Циркулярная деформация, %	-13,00 (-16,50; -9,75)	-13,50 (-17,25; -11,50)	0,458
Деформация площади, %	-22,00 (-22,50; -16,50)	-22,00 (-27,25; -19,00)	0,060
Радиальная деформация, %	31,50 (20,50; 37,75)	31,00 (22,75; 43,25)	0,156
<i>Примечание</i> – * – изменения в динамике статистически значимы; данные представлены как медиана и интерквартильный размах (Me(IQR)) .			

Среди 19 пациентов с доступными данными динамического ЭхоКГ-исследования зарегистрировано 6 случаев развития комбинированной конечной точки (1 ССС и 5 госпитализаций с СН – все развились после динамики ЭхоКГ).

В результате сравнения динамики ЭхоКГ показателей в зависимости от развития комбинированной конечной точки выявлены значимые отличия у пациентов 2 групп. Положительная динамика чаще регистрировалась у пациентов без развития комбинированной конечной точки; отсутствие динамики или отрицательная динамика регистрировались у пациентов с развитием комбинированной конечной точки (Таблица 2.33).

При сравнении абсолютных величин изменения показателей были получены значимые отличия изменения показателей GWI, GCW и деформации площади у пациентов с и без развития комбинированной конечной точки (Таблица 2.34).

Таблица 2.33 – Сравнение динамики показателей у пациентов с и без развития комбинированной конечной точки (ККТ) (n = 19)

Показатель	С развитием ККТ		p	Без развития ККТ		p
	При выписке	Через 3 мес.		При выписке	Через 3 мес.	
САД, мм.рт.ст.	125,0 (100,0;140,0)	120,0 (90,0; 125,0)	0,668	110,0 (90,0; 110,0)	120,0 (90,0; 130,0)	0,031*
3D ФВ ЛЖ, %	54,0 (50,0; 60,0)	47,0 (45,0; 56,0)	0,009*	51,0 (43,0; 54,0)	54,0 (49,0; 57,0)	0,044*
GLS, %	-13,0 (-17,0; -12,0)	-13,5 (-15,0; -11,0)	0,296	-15,0 (-17,0; -11,0)	-16,0 (-17,0; -15,0)	0,022*
GWI, мм.рт.ст.%	1200,5 (961,0;1672,0)	1134,0 (953,0;1494,0)	0,446	1282,0 (821,0;1416,0)	1438,0 (1198,0;1600,0)	0,010*
GCW, мм.рт.ст.%	1520,5 (1218,0;2080,0)	1566,0 (1240,0;1755,0)	0,479	1382,0 (1173,0;1672,0)	1724,0 (1356,0;1840,0)	0,011*
3D-GLS, %	-12,0 (-13,0; -11,0)	-12,0 (-16,0; -10,0)	0,777	-10,0 (-13,0; -8,0)	-14,0 (-16,0; -9,0)	0,007*
Деформация площади, %	-22,0 (-22,0; -22,0)	-20,5 (-23,0; -19,0)	0,363	-19,0 (-22,0; -16,0)	-24,0 (28,0; 19,0)	0,005*
Радиальная деформация, %	31,5 (27,0; 32,0)	26,5 (22,0; 33,0)	0,161	27,0 (21,0; 33,0)	37,0 (28,0; 44,0)	0,003*

Примечание - * - динамика показателя статистически значима; данные представлены как медиана и интерквартильный размах (Me(IQR)) .

Таблица 2.34 - Сравнение абсолютных величин изменения показателей у пациентов с и без развития комбинированной конечной точки (n = 19)

Показатель	С развитием ККТ	Без развития ККТ	p
dif СДЛА, мм рт. ст.	2,5 (1,5; 5,0)	2,0 (-1,0; 9,5)	0,778
dif GWI, мм рт. ст. %	-67,0 (-134,5; 40,0)	277,0 (110,0; 586,0)	0,028*
dif GCW, мм рт. ст. %	5,0 (-231,3; 91,0)	325,0 (132,0; 541,5)	0,009*
dif LS, %	-0,50 (-2,00; 2,75)	2,00 (0,00; 4,50)	0,109
dif AS, %	-1,5 (3,5; 1,5)	4,0 (1,0; 6,0)	0,013*

Примечание – * – отличия статистически значимы; dif СДЛА, мм рт. ст. – разность СДЛА при выписке и через 3 месяца после ОИМ; dif GWI, мм рт.ст.% – разность между показателем глобальной миокардиальной работы при выписке и через 3 месяца после ОИМ; dif GCW, мм рт.ст.% – разность между показателем глобальной конструктивной работы при выписке и через 3 месяца после ОИМ; dif LS, % – разность между показателем продольной деформации при выписке и через 3 месяца после ОИМ (модуль); dif AS, % – разность между показателем деформации площади при выписке и через 3 месяца после ОИМ (модуль); данные представлены как медиана и интерквартильный размах (Me(IQR)) .

При проведении корреляционного анализа выявлены ассоциации изменения изучаемых показателей (Таблица 2.35).

Таблица 2.35 – Ассоциации изменения изучаемых параметров

	<i>Параметр</i>	<i>R</i>	<i>p*</i>
difСДЛА	Бессобытийная выживаемость	-0,486	0,041
	ИОЛП	-0,596	0,009
difGWI	Бессобытийная выживаемость	0,482	0,036
	Тропонин I	-0,559	0,013
	GRACE	-0,491	0,033
difGCW	Бессобытийная выживаемость	0,479	0,038
Модуль difAS	Бессобытийная выживаемость	0,554	0,014
<i>Примечание – * – корреляционная связь статистически значима</i>			

В многофакторном анализе методом бинарной логистической регрессии (в анализ включены показатели динамики САД, СДЛА, GWI, GCW, 3D-ФВ ЛЖ, 2D- и 3D-GLS, радиальной деформации) был выявлен значимый предиктор развития комбинированной конечной точки – динамика деформации площади (HR 0,675; 95%-й ДИ 0,464–0,982; $p = 0,040$). В соответствии с результатами проведенного анализа, отмечалось статистически значимое уменьшение рисков развития комбинированной конечной точки при увеличении разницы деформации площади на 1% в 1,48 раз.

Глава 3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В нашем исследовании впервые предпринята попытка оценить прогностическое значение краткосрочной перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ у пациентов после первого ИМ с успешным ЧКВ.

При поступлении больше половины пациентов имели систолическую дисфункцию ЛЖ и у 47,3% из них не наблюдалось ее улучшения при выписке. Пациенты с положительной динамикой ФВ ЛЖ и без динамики были сопоставимы по полу, возрасту, факторам риска сердечно-сосудистых заболеваний, по степени поражения коронарного русла. Однако пациенты без динамики ФВ ЛЖ имели достоверно большие КСО ЛЖ, ОТС ЛЖ, более высокий уровень СДЛА, чаще имели эксцентрическую гипертрофию ЛЖ. Вероятно, это связано с начальными проявлениями постинфарктного ремоделирования, которое является детерминантой клинического течения СН [58]. Так, Zeng D. и соавт. провели мета-анализ 13 исследований с 1064 пациентами. Результаты метаанализа подгрупп показали, что индекс сферичности, который является показателем неблагоприятного постинфарктного ремоделирования, у пациентов с эксцентрическим типом гипертрофии ЛЖ, был значительно выше по сравнению с контрольной группой. Тогда как у пациентов с концентрической гипертрофией ЛЖ индекс сферичности значимо не отличался от здоровых пациентов [200]. Относительно более высоких уровней СДЛА наши данные коррелируют с результатами исследования Mutlak и соавт. На данных 1054 пациента с ОИМ было выявлено, что повышение СДЛА более 35 мм рт. ст. в 3,10 раз повышает риск госпитализации с СН в течение 1 года постинфарктного периода ($p < 0,001$). Легочная гипертензия присутствовала у 471 пациента (44,6%) и была тесно связана с возрастом, снижением ФВ ЛЖ, выраженной диастолической дисфункцией и умеренной/тяжелой митральной регургитацией ($p < 0,001$). При ОИМ выявленная ЛГ при поступлении является полезным маркером для выявления латентной субклинической СН и прогнозирования развития манифестной СН [134].

В нашем исследовании показано, что отсутствие перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ после ЧКВ связано с увеличением риска госпитализации с СН в течение

1,5 лет после ОИМ в 10,8 раз и укорочением времени бессобытийной выживаемости (HR = 7,13; $p = 0,004$). Выявлено, что увеличение перипроцедурной динамики на 1% уменьшает риски госпитализации с СН в 1,31 раз ($p = 0,013$). В общей группе пациентов при отсутствии перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ время бессобытийной выживаемости уменьшается (HR = 3,46; $p = 0,005$). Показано, что отсутствие улучшения ФВ ЛЖ по выбранным критериям при выписке связано со значительным повышением риска госпитализации с СН в течение 1,5 лет, а также наступления комбинированной точки.

Полученные нами данные согласуются с работами Marcos F. Minicucci и соавт. [122], которые выявили восстановление функции ЛЖ в период от 2 недель до 6 месяцев у 25% пациентов после ИМ. Wanda Y. Wu и соавт. [61, 193] показали 8-кратное снижение смертности от всех причин и 10-кратное снижение ССС у молодых пациентов с ОИМ с улучшенной ФВ ЛЖ. Chew и соавт. [53, 54] также обнаружили, что пожилые пациенты с ИМ и улучшением ФВ ЛЖ до $> 40\%$ в период от 2 недель имели в 4 раза более низкий риск будущих нежелательных явлений и смертности от всех причин и ССЗ по сравнению с пациентами без динамики ФВ ЛЖ. В более ранних работах получена корреляция низкой ФВ ЛЖ при выписке у пожилых пациентов после ИМ с повышенным риском смертности и повторной госпитализации [180]. В нашем исследовании снижение исходной ФВ ЛЖ менее 50% само по себе достоверно не связано с более высокими показателями госпитализации с СН и ССС ($p = 0,070$). Однако нами выявлена ассоциация между отсутствием перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ и высокой частотой госпитализаций с СН в период наблюдения, а также развитием комбинированной конечной точки. Кроме того, нами выявлены предикторы отсутствия динамики ФВ ЛЖ у пациентов с первым ИМ и исходной сниженной менее 50% ФВ ЛЖ, такие как мужской пол, ИМТ, умеренная митральная и трикуспидальная регургитация, ФВ ЛЖ при поступлении, СДЛА > 27 мм рт. ст., $E/A > 0,75$, V_{\max} трикуспидальной регургитации $> 2,3$ м/с.

Несмотря на достигнутые успехи в диагностике и лечении, частота осложнений после ИМ по-прежнему остается высокой [79, 190, 197]. Систолическая дис-

функция ЛЖ является одним из ключевых отрицательных прогностических факторов у пациентов с ОИМ, в связи с чем оценка ФВ ЛЖ в качестве предиктора рекомендована для всех пациентов данной группы [35, 140, 89]. В зависимости от величины ФВ ЛЖ после первого ИМ перед выпиской рекомендуется выделять группы риска высокой летальности с периодами наблюдения 1 год [25, 30], 3 года [5]. Тем не менее, ряд исследований показал, что у значительного процента пациентов с ИМ со сниженной исходной ФВ ЛЖ возможно ее улучшение с течением времени [141, 175], что приводит к снижению риска сердечно-сосудистых событий в постинфарктном периоде. И, наоборот, пациенты, у которых не наблюдается улучшения ФВ ЛЖ после ИМ, имеют более высокий риск неблагоприятных исходов [9], жизнеугрожающих аритмий, остановки сердца, сердечно-сосудистых заболеваний и смертности от всех причин, независимо от реваскуляризации, медикаментозной терапии, пикового уровня тропонина и исходного уровня ФВ ЛЖ. Показано, что пациенты с улучшенной ФВ ЛЖ в период от 2 недель до нескольких месяцев после ИМ имеют лучший прогноз [54, 55, 193]. Частота улучшения ФВ ЛЖ в более короткий период после ЧКВ и ее связь с отдаленными исходами недостаточно изучены у пациентов с первым ИМ и без анамнеза СН. Кроме того, отсутствие приверженности и возможности у пациентов длительного динамического наблюдения делает актуальным выявление роли краткосрочной динамики ФВ ЛЖ после ЧКВ перед выпиской и ее влияние на риск СН и ССС.

В литературных данных мы не обнаружили исследований, посвященных изучению перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ у пациентов с первым ИМ и успешным ЧКВ и ее влияния на прогноз развития ССО. Динамический перипроцедурный мониторинг ФВ ЛЖ у больных с первым ОИМ открывает новые возможности прогнозирования риска развития ХСН. Изучение динамики сократительной способности до и после ЧКВ в период госпитализации может иметь важное значение, поскольку частота ИМ не снижается, а приверженность к динамическому наблюдению у пациентов, а также его возможность не всегда оптимальны.

Застой в легких является одним из частых симптомов левожелудочковой СН. Развитие симптомного (клинического) застоя является поздним признаком прогрессирования СН и одной из основных причин госпитализации пациентов с СН [59]. Раннее выявление субклинического легочного застоя у пациентов после ЧКВ может оптимизировать дальнейшее ведение пациентов и предотвратить развитие симптоматической СН. Методом, позволяющим верифицировать субклинический легочный застой до его клинических проявлений, является УЗИ легких с определением В-линий [131, 152]. Увеличение или появление В-линий после нагрузки свидетельствует о большей степени функциональных нарушений и худшем прогнозе. Стресс-УЗИ легких повышает специфичность классического УЗИ легких. На данный момент возможность использования УЗИ легких после нагрузки, как информативного метода выявления легочного застоя, приводится в совместных рекомендациях Европейского общества по сердечно-сосудистой визуализации (European Association of Cardiovascular Imaging, EACVI) и Американского общества ЭхоКГ (American Society of Echocardiography, ASE). Имеются данные о применении УЗИ при проведении стресс-ЭхоКГ в различных группах пациентов для выявления субклинического легочного застоя. В многоцентровом исследовании Stress Echo 2020 был разработан новый стандарт практики стресс-визуализации: протокол ABCDE для функционального тестирования в рамках и за пределами ИБС. Получено, что тяжелый легочный застой (сумма В-линий в 4 точках ≥ 10 на нагрузке) в составе многофакторного анализа, включающего также аномальный резерв сердечного ритма (HR: 2,276; 95%-й ДИ 1,215–4,262; $p = 0,010$), патологический резерв скорости коронарного кровотока (HR: 2,178; 95%-й ДИ 1,059–4,479; $p = 0,034$) и возраст (HR: 1,031; 95%-й ДИ 1,002–1,062; $p = 0,001$) предсказывают смерть и нефатальный ИМ (HR 3,544; 95%-й ДИ 1,466–8,687; $p = 0,006$). В настоящее время продолжается набор пациентов в рамках исследования Stress Echo 2030: ABCDE (FGLPR) – протокол с применением в различных клинических ситуациях; неотъемлемой частью протоколов будет стресс-УЗИ легких.

Имеются данные о применении УЗИ-легких и у пациентов с ОИМ. Araujo с соавт. проспективно исследовал 215 пациентов с ИМпСТ. Отсутствие застоя в легких, обнаруженное с помощью УЗИ, обеспечило отрицательное прогностическое значение госпитальной смертности. Эти данные использовались для усиления прогностической способности шкалы Killip [38].

Продолжается набор пациентов в рамках обсервационного когортного проспективного исследования LUS-AMI, в котором оценивается прогностическая ценность УЗИ легких, в частности, количество В-линий, выполненное в течение первых 24 часов после ИМпСТ [51].

При этом диагностическое и прогностическое значение субклинического застоя, диагностированного по сумме В-линий на УЗИ легких в покое и после нагрузки, для развития СН у пациентов после ОИМ ранее не изучалось.

В данном исследовании с помощью стресс-УЗИ легких изучены частота и выраженность субклинического легочного застоя у пациентов с первым ОИМ, перенесших ЧКВ. Пациентам при выписке было проведено стресс-УЗИ легких, которое выявило отсутствие ультразвуковых признаков легочного застоя при нагрузке лишь у 0,9% пациентов; у 44,8% выявлен тяжелый застой, в то время как частота повышения уровня NT-proBNP выше диагностического уровня выявлена только в 50,6% случаев. Это подтверждает тезис «Практического руководства Ассоциации сердечной недостаточности Европейского общества кардиологов по использованию концентраций натрийуретических пептидов» [130] о том, что натрийуретические пептиды (НУП) «независимо и точно предсказывают смертность у пациентов с ОКС, но, по-видимому, не дают дополнительной диагностической информации». НУП не повышают точность диагностики в дополнение к клинической оценке и/или измерениям тропонина при выявлении индуцируемой ишемии миокарда. В настоящее время неясно, как повышение НУП у пациентов с ОКС может быть наилучшим образом использовано в клинической практике для снижения выявленного высокого риска смертности. При столкновении с повышенным уровнем НУП

следует также учитывать другие состояния, которые приводят к повышению концентрации этих пептидов, в том числе те, которые приводят к конечно-диастолическому стрессу стенки миокарда (в том числе ОКС).

С другой стороны, у пациентов с ИМпСТ показано, что В-линии, E/e' и NT-proBNP независимо предсказывали СН во время госпитализации с ОИМ, а комбинация трех показателей была лучше, чем любой отдельный параметр ($p = 0,048$) [199].

У 65,7% пациентов в нашем исследовании зарегистрирован значимый прирост суммы В-линий на нагрузке. Тяжелый легочный застой (сумма В-линий ≥ 10 при нагрузке) независимо ассоциирован с более высокой вероятностью госпитализации с СН (ОР 2,4; 95%-й ДИ 1,04–5,48; $p = 0,004$) за период наблюдения. Эти данные сопоставимы с исследованием Ye и соавт., которые в проспективном когортном исследовании с 96 пациентами с ИМпСТ передней стенки без одышки при поступлении выполняли УЗИ легких в течение 5 часов после первичного ЧКВ. Получено, что субклинический застой в легких, отражаемый В-линиями, может независимо предсказать симптоматическую СН во время госпитализации у таких пациентов, УЗИ легких будет выступать в качестве дополнительного инструмента для оценки сердечной функции [199].

Ранее в исследовании с пациентами с декомпенсацией СН сумма В-линий > 15 была определена как независимый предиктор повторной госпитализации по поводу СН в течение 3-6 месяцев после выписки. Повышенный объем внесосудистой жидкости в легких, определенный по наличию суммы В-линий ≥ 10 , являлся независимым предиктором СН после выписки [150, 152, 153], аналогичную картину мы наблюдали и в нашем исследовании. Эти данные указывают на необходимость поиска дополнительных диагностических критериев застоя у пациентов в ранние сроки ИМ в отсутствие клинических симптомов СН. В ранее проведенных исследованиях представлены результаты стресс-УЗИ легких у пациентов после ИМ и продемонстрирована их прогностическая ценность в отношении развития СН и ССС [44, 120, 157]. В нашей работе, в отличие от вышеуказанных клинических исследований, оценивается значимость стресс-УЗИ легких в период текущего ОИМ

(на 5-6-й день госпитализации). Кроме того, нами выявлена взаимосвязь тяжелого субклинического легочного застоя у пациентов и отсутствием перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ с КСО ЛЖ, ИОЛП, СДЛА, уровнем NTproBNP. Эта связь уже была описана в предыдущих исследованиях, включавших пациентов с СН.

Так, Miglioranza M. H., Gargani L., Sant'Anna R. T. и соавт. (2017) установили, что у пациентов с СН количество В-линий связано с уровнем NT-proBNP ($R = 0,72$; $p < 0,001$) и E/e' ($R = 0.68$, $p < 0,001$) [121].

Показано, что совместное применение перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ и стресс-УЗИ легких у пациентов с первым ОИМ и ЧКВ без СН демонстрирует значимое повышение риска ее развития в постинфарктном периоде (ОР 7,45; 95%-й ДИ 2,55–21,79; $p < 0,001$).

Таким образом, раннее выявление субклинического легочного застоя с помощью стресс-УЗИ легких, особенно в сочетании с ЭхоКГ показателями, позволяет идентифицировать пациентов с ОИМ, у которых повышен риск развития неблагоприятных исходов в отдаленном периоде.

Отсутствие универсальных критериев для выявления группы повышенного риска развития СН в постинфарктном периоде делает актуальным поиск новых методов и их комбинаций. Двухмерная спекл-трекинг-ЭхоКГ демонстрирует преимущества изучаемых параметров по сравнению с общепризнанным маркером неблагоприятных исходов – ФВ ЛЖ [37, 132]. Недавние исследования подтвердили, что GLS, измеренная с помощью спекл-трекинг ЭхоКГ [67] и МРТ сердца [73], имеет важное прогностическое значение у пациентов после ИМ. Однако, как и ФВ ЛЖ, GLS также зависит (хотя и в меньшей степени) от уровня нагрузки, особенно от постнагрузки [45]. Оценка параметров миокардиальной работы позволяет получить более точную оценку работы миокарда ЛЖ поскольку учитывает уровень постнагрузки путем интегрирования измерений систолического АД для построения кривой «давление-деформация» [165, 168]. Более того, эти показатели коррелируют с метаболизмом глюкозы в миокарде, что позволяет оценить энергетические характеристики миокарда ЛЖ [168]. El Mahdiui и соавт. обнаружили, что у пациен-

тов с ИМпСТ наблюдались более низкие значения GWE по сравнению со здоровыми людьми и пациентами с наличием факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний [66], что совпадает с результатами настоящего исследования. Показано, что у пациентов после первого ОИМ и ЧКВ, которые в течение 1,5 лет наблюдения были госпитализированы с СН или умерли от сердечно-сосудистого заболевания, регистрировалось более низкое значение GWE, статистически значимо большие значения GWW, GLS.

Roemer S. и соавт в исследовании на 507 пациентах с ИМпСТ показали, что снижение $GWE < 86\%$, измеренное в течение 48 часов после госпитализации, связано с худшей выживаемостью в долгосрочной перспективе [164]. Вероятно, это связано с тем, что после ИМпСТ ишемия вызывает изменения в метаболизме миокарда, снижая образование АТФ [108], что приводит к нарушению сократительной функции ЛЖ и снижению значений миокардиальной работы.

По данным М. Н. Алехина и соавт. имеется закономерная корреляция показателей миокардиальной работы с деформацией и АД, а также хорошая воспроизводимость ряда показателей [2].

Эффективность работы миокарда зависит от способности сердца потреблять кислород и параметров метаболизма миокарда [176]. При неблагоприятных изменениях обменных процессов в связи с ишемическим повреждением ожидается снижение показателей эффективной работы миокарда, в том числе за счет повышения показателя напрасной работы, что подтверждается в настоящем исследовании. Показано, что пациенты со повышенной $GWW > 161,5$ мм.рт.ст.% имели худший прогноз при долгосрочном наблюдении; более низкие значения GWW были связаны с лучшим исходом, независимо от других клинических параметров. Кроме того, разработанная прогностическая модель (2.1) для расчета вероятности госпитализации с СН (в %), включает GLS, GCW и Δ ФВ ЛЖ; эти предикторы оставались значимыми при включении в многофакторную модель всех важных ограничивающих переменных, в том числе других показателей миокардиальной работы, исходных значений ФВ ЛЖ, наличия перипроцедурной динамики ФВ ЛЖ, ИОЛП, E/e' , СДЛА,

степени митральной регургитации, линейных и объемных показателей ЛЖ. При однофакторном регрессионном анализе получена зависимость госпитализации с СН от значений $GLS < -13,7\%$ и $GLV > 161,5$ мм.рт.ст. %.

Двухмерная спекл-трекинг ЭхоКГ дает количественную оценку даже субклинических нарушений функции ЛЖ у пациентов с различными сердечными заболеваниями, включая ИМпСТ [91]. В настоящее время имеется большое количество публикаций, показывающих ценность 3D-ЭхоКГ для точной оценки функции поврежденного миокарда [91, 53, 2, 90]. Сообщалось о большей информативности 3D-GLS у пациентов с ИМпСТ по сравнению с 2D-GLS для прогноза на 1 год и оценки функции ЛЖ [92]. Однако клиническое значение 3D-ЭхоКГ у пациентов с ИМ для прогнозирования долгосрочного прогноза остается неясным из-за его ограниченного использования. Мы изучили клиническую значимость 3D-ЭхоКГ как нового предиктора развития неблагоприятных исходов.

Показано, что в группе с зарегистрированным исходом (госпитализация с СН) индекс сферичности был значимо выше, чем у пациентов без госпитализаций с СН в течение периода наблюдения ($p = 0,025$). Эти данные коррелируют с результатами исследования S. Khanna с соавт., которые продемонстрировали значимое отличие индекса сферичности у пациентов после ИМ в отличие от здоровых добровольцев [97] и исследованием Krittayaphong R. и соавт со 125 пациентами с ИБС. В этом исследовании была показана корреляция индекса сферичности с уровнем NT-proBNP, подтвержденная результатами МРТ [101]. Ремоделирование левого желудочка после ИМпСТ является предвестником неблагоприятного прогноза. Ола и соавт. в рамках проспективного исследования проведен морфофункциональный анализ ЛЖ с помощью 3D-ЭхоКГ (объемы, ФВ ЛЖ, 3D-индекс сферичности) в сроки от 7 дней до 6 месяцев у 42 пациентов с ИМпСТ. Получено, в частности, что индекс сферичности в группе с неблагоприятным постинфарктным ремоделированием был значимо больше, чем в группе с сохранным ЛЖ ($0,41 \pm 0,05$ и $31 \pm 0,05$ соответственно; $p < 0,001$), но снижался в обеих группах через 6 месяцев наблюдения ($0,35 \pm 0,05$ и $28 \pm 0,05$ соответственно; $p < 0,001$). Авторы связывают увеличение ин-

декса сферичности с неблагоприятным постинфарктным ремоделированием и считают, что этот показатель может точно и на ранней стадии дифференцировать пациентов с последующим развитием ремоделирования и без него [142].

В исследовании Iwahashi N. и соавт. [91], как и в нашем исследовании, изучался прогноз в отношении развития сердечной смерти, госпитализации с СН у пациентов с ИМпСТ и ЧКВ по данным 3D-ЭхоКГ. Выявлено что индексы по данным трехмерного исследования были более сильными предикторами исходов по сравнению с показателями двухмерной ЭхоКГ. В частности, 3D-GLS была самым сильным предиктором, за которым следовала циркулярная деформация. 3D-GLS > -11,0% был независимым предиктором изучаемых исходов ($\chi^2=132,2$; $p < 0,001$). Обнаружено, что в сочетании с циркулярной деформацией > -18,3% пациенты имеют чрезвычайно высокий риск неблагоприятных исходов. В нашем исследовании по данным многофакторного бинарного регрессионного анализа значимыми предикторами госпитализации с СН в течение 1,5 лет после ИМ стали показатели циркулярной деформации и деформации площади (ОШ 0,40; $p=0,010$ и ОШ 0,60; $p = 0,012$ соотв.). Эти факторы вошли в разработанную нами прогностическую модель ($p = 0,004$). Согласно результатам однофакторного регрессионного анализа при повышении показателя циркулярной деформации на 1% шанс развития исходной точки снижается в 1,32 раза ($p = 0,026$), радиальной деформации – в 1,1 раза ($p = 0,039$). В другом исследовании этой группы авторов [90] изучалась клиническая и прогностическая значимость показателей 3D-ЭхоКГ, полученных в динамике у 272 пациентов с первым ИМпСТ и ЧКВ. Пациенты наблюдались в среднем 108 месяцев. Первичной конечной точкой было возникновение «больших сердечно-сосудистых событий»: сердечная смерть и СН, требующая госпитализации. Показано, что ухудшение 2D-GLS и 3D-GLS в динамике за 1 год было значимым прогностическим фактором ($\chi^2 =36,7$; $p < 0,001$).

В нашем исследовании при проведении ЭхоКГ-показателей в динамике через 3 месяца после ОИМ получено, что у пациентов без развития комбинированной конечной точки достоверно чаще регистрировалась положительная динамика (прирост 3D-ФВ, GLS, GWI, GCW, 3D-GLS, циркулярной, радиальной деформаций и деформации площади) по сравнению с пациентами, госпитализированными или

умершими в течение срока наблюдения. Эти данные согласуются с исследованием Chen X. Y. и соавт. [53], которые ретроспективно оценивали 1-месячную динамику 3D-ЭхоКГ показателей у 62 пациентов с артериальной гипертензией, осложненной ОИМ, перенесших ЧКВ. Период наблюдения в их работе составил $41,27 \pm 20,45$ мес. Конечные точки зарегистрированы у 32,3%; их предикторами явились 3D-GLS (HR: 1,481; 95%-й ДИ 1,202–1,824; $p < 0,001$) и деформация площади (HR: 1,254; 95%-й ДИ 1,093–1,440; $p = 0,001$). Определено пороговое значение для 3D-GLS $< 12,5\%$ (AUC: 0,736; 95%-й ДИ 0,611–0,862; $p = 0,003$) и площади деформации $< 20,5\%$ (AUC: 0,685; 95%-й ДИ 0,551–0,818; $p = 0,020$). Аналогичные результаты получены и в настоящем исследовании: в многофакторном анализе методом бинарной логистической регрессии был выявлен значимый предиктор развития комбинированной конечной точки – изменений деформации площади (HR 0,675; 95%-й ДИ 0,464–0,982; $p = 0,040$). В соответствии с результатами проведенного анализа, отмечалось статистически значимое уменьшение рисков развития комбинированной конечной точки при увеличении разницы деформации площади на 1% в 1,48 раза.

В отечественной практике также имеются исследования, посвященные изучению динамики показателей 3D-ЭхоКГ [7, 19, 20]. На однородной когорте 114 пациентов с ОИМпСТ с однососудистым поражением изучались ротационные и деформационные свойства ЛЖ в режиме 3D-ЭхоКГ (первое исследование на 7–9-й день ОИМ, далее каждые 3 месяца в течение 1 года). Было получено, что радиальная деформация увеличилась уже к 24-й неделе на 13 % с сохранением положительной динамики к концу исследования. Вероятно, это связано с тем, что у большинства пациентов был нетрансмуральный инфаркт, который в меньшей степени затрагивал средний циркулярный слой мышц, поэтому регенеративные процессы протекали быстрее. В группе постинфарктного ремоделирования к 24-й неделе наблюдали отрицательную динамику GLS и циркулярной деформации, при этом средний слой миокарда, по-видимому, обуславливал относительную компенсацию инотропной функции. Однако к концу обследования зарегистрировали снижение

сократимости средних циркулярных волокон, что отразилось в снижении циркулярной деформации. Важно отметить, что при изучении ротации только апикальная уменьшилась и повлияла на ухудшение скручивания к 48-й неделе. Очевидно, это связано с тем, что большинство пациентов перенесли передний распространенный ИМ с переходом на верхушку ЛЖ. Было установлено, что в ранний период ИМпST каждый из таких показателей, как $GLS < 11,7\%$, циркулярная деформация $< 12,4\%$ и снижение показателя скручивания до $7,8^\circ$ с высокой чувствительностью и специфичностью прогнозирует развитие постинфарктной патологической дилатации ($p < 0,01$).

В последние годы проведен ряд исследований, в которых обнаружена связь между увеличением объема ЛЖ, снижением ФВ, отсутствием ее увеличения и патологическим постинфарктным ремоделированием с приростом сердечной смертности и кардиальных осложнений в том числе у молодых пациентов [9, 110, 193], которые должны иметь максимально раннее прогнозирование ХСН с целью адекватной медикаментозной коррекции и персонализированных программ реабилитации. Таким образом, комплексный подход, включающий традиционные, современные ЭхоКГ методики, а также стресс-УЗИ-легких, позволит приблизиться к ранней точной диагностике ХСН и определить группу пациентов с ОИМ высокого риска по развитию ХСН, которым показана наиболее агрессивная стратегия вторичной профилактики и лечения. К настоящему времени в доступной литературе нет данных об использовании такой комплексной оценки, что определяет актуальность проведенных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВЫВОДЫ

1. При поступлении 56,5% пациентов с первым ОИМ имели ФВ ЛЖ < 50%. Положительная перипроцедурная динамика (ППД) ФВ ЛЖ выявлена в 52,7% случаев у пациентов с исходной ФВ ЛЖ < 50% и в 22,8% случаев при ФВ ЛЖ > 50%. Риск госпитализации с СН в течение 1,5 лет постинфарктного периода зависел от величины ППД (HR = 0,76; p = 0,013) в общей группе и от отсутствия ППД (HR = 10,8; p = 0,001) ФВ ЛЖ в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50%. Накопленная выживаемость без госпитализации с СН значимо выше при наличии положительной ППД ФВ ЛЖ как в общей группе (Log Rank 10,73; p = 0,001), так и в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50% (Log Rank 8,94; p = 0,004). Риск развития комбинированной конечной точки зависел от величины ППД (HR = 0,898; p = 0,025) в группе с исходной ФВ ЛЖ < 50%.

2. Субклинический легочный застой при нагрузке выявлен у 99,1% пациентов с первым ОИМ без клиники СН. У пациентов с исходной ФВ ЛЖ < 50% сумма В-линий ≥ 10 при стресс-УЗИ легких повышает риски госпитализации с СН в 2,4 раза, а сочетание ее с отсутствием перипроцедурной динамики – в 7,45 раз в течение 1,5 лет постинфарктного периода.

3. Показатели деформации и миокардиальной работы левого желудочка (GLS, GWE и GWW) значимо отличались при выписке у пациентов с и без развития неблагоприятных исходов. GLS < 13,7% и GWW > 161,5 мм.рт.ст.% статистически значимо влияют на развитие госпитализации с СН (AUC = 0,628; p = 0,024 и AUC = 0,638; p = 0,026, соответственно). Уровень GWW > 161,5 мм.рт.ст.% увеличивает риски госпитализации с СН в 2,65 раза (p = 0,028). При GLS < 13,7% риск госпитализации с СН повышается в 2,34 раза (p = 0,048). Значимыми предикторами госпитализации с СН являются GLS (ОШ 0,75; p = 0,006), GCW (ОШ 0,85; p = 0,036) и Δ ФВ ЛЖ (ОШ 0,88; p = 0,040).

4. Выявлено значимое повышение индекса сферичности ЛЖ у пациентов, госпитализированных с СН в течение 1,5 лет после ОИМ. Предикторами госпитализации с СН по данным 3D-спекл-трекинг ЭхоКГ являются циркулярная деформация (ОШ 0,40; $p = 0,010$), деформация площади (ОШ 0,60; $p = 0,012$) и радиальная деформация левого желудочка (HR 0,91; $p = 0,039$).

5. Показано значимое различие динамики показателей миокардиальной работы и трехмерной ЭхоКГ через 3 месяца после ОИМ у пациентов с и без развития неблагоприятных исходов за период наблюдения. Предиктором развития неблагоприятных исходов является динамика деформации площади (HR 0,675; $p = 0,040$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У пациентов с первым ОИМ и ЧКВ вне зависимости от исходной ФВ ЛЖ целесообразно ЭхоКГ сопровождение с момента поступления с оценкой исходной ФВ ЛЖ и ее перипроцедурной динамики (наличие и величина) для стратификации риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов.

2. У пациентов с первым ОИМ с исходной ФВ ЛЖ $< 50\%$ и отсутствием перипроцедурной ее динамики при отсутствии клинических признаков СН целесообразно проведение стресс-УЗИ легких как доступного и воспроизводимого метода для выделения группы пациентов особого риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов.

3. У пациентов с первым ОИМ независимо от ФВ ЛЖ при поступлении при отсутствии клинических признаков СН для расчета риска госпитализации с СН в течение 550 дней после ИМ целесообразно учитывать уровень GWW и использовать прогностическую модель (2.1), включающую показатели GLS, GCW и Δ ФВ ЛЖ (по данным 2D-ЭхоКГ). При значениях $P(2.1) > 23,8\%$ определяется высокий риск госпитализации с СН (чувствительность и специфичность 64,3% и 71,8%, соответственно).

4. У пациентов с первым ОИМ независимо от ФВ ЛЖ при поступлении при отсутствии клинических признаков СН для расчета риска госпитализации с СН в

течении 550 дней после ИМ целесообразно учитывать уровень радиальной деформации и использовать прогностическую модель (2.2), включающую показатели циркулярной деформации и деформации площади (по данным 3D-ЭхоКГ). При значениях $P(2.2) > 26,6\%$ определяется высокий риск госпитализации с СН (чувствительность и специфичность 77,8% и 89,2%, соответственно).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

3D КСО ЛЖ	– конечно-систолический объем ЛЖ в трехмерном режиме ЭхоКГ
3ДКДО ЛЖ	– конечно-диастолический объем ЛЖ в трехмерном режиме ЭхоКГ
АКШ	– аорто-коронарное шунтирование
Е	– скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ
Е/А	– отношение скорости раннего диастолического наполнения к скорости активного наполнения ЛЖ
Е/е'	– отношение скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ к скорости движения митрального кольца
ИМ	– инфаркт миокарда
ИМбпST	– инфаркт миокарда без подъема сегмента ST
ИММЛЖ	– индекс массы миокарда ЛЖ
ИМпST	– инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
ИМТ	– индекс массы тела
ИОЛП	– объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела
КДР	– конечно-диастолический размер
КСО	– конечно-систолический объем
КСР	– конечно-систолический размер
ЛЖ	– левый желудочек
ММЛЖ	– масса миокарда левого желудочка
МРТ	– магнитно-резонансная томография
ОИМ	– острый инфаркт миокарда
ОР	– относительный риск risk ratio
ОТС	– относительная толщина стенок
ОШ	– отношение шансов odds ratio
ПЖ	– правый желудочек
ППД	– перипроцедурная динамика
СДЛА	– систолическое давление в легочной артерии
СН	– сердечная недостаточность
ССЗ	– сердечно-сосудистые заболевания
ССО	– сердечно-сосудистые осложнения
Т6МХ	– тест 6-минутной ходьбы
УЗИ	– ультразвуковое исследование
ФВ	– фракция выброса
ХСН	– хроническая сердечная недостаточность
ЧКВ	– чрескожное коронарное вмешательство
ЭхоКГ	– эхокардиография

AS	– деформация площади
GCS	– глобальная циркулярная деформация
GCW	– глобальная конструктивная работа
GLS	– глобальная продольная деформация
GRS	– глобальная радиальная деформация
GWE	– эффективность глобальной работы
GWI	– индекс глобальной работы
GWW	– глобальная напрасная работа
HR	– отношение рисков hazard ratio
MAPSE	– систолическая экскурсия фиброзного кольца митрального клапана
NT-proBNP	– мозговой натрийуретический пропептид
SpI	– индекс сферичности ЛЖ
TAPSE	– систолическая экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев, Р. Ю. Эхокардиографическая оценка гемодинамики правого желудочка с учетом локализации инфаркта миокарда левого желудочка / Р. Ю. Абдуллаев // Радіологічний вісник. – 2017. – № 3. – С. 42.
2. Алехин, М. Н. Неинвазивная оценка показателей миокардиальной работы левого желудочка у здоровых лиц при эхокардиографии/ М. Н. Алехин, С. И. Иванов, А. И. Степанова. // Медицинский алфавит. – 2020. – № 1 (14). – С. 45–52.
3. Алехин, М. Н. Клиническое использование показателей продольной систолической деформации левого желудочка сердца / М. Н. Алехин // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2017. – № 4-1. – С. 101–111.
4. Арыстан, А. Ж. Ультразвуковое исследование легких: новые возможности для кардиолога / А. Ж. Арыстан, Е. Т. Хамзина, В. В. Бенберин [и др.]. // Кардиология. – 2020. – № 1 (60). – С. 81–92.
5. Гарганеева, А. А. Влияние фракции выброса левого желудочка на отдаленный прогноз пациентов, перенесших коронарную катастрофу. Анализ 5-летнего мониторинга в рамках популяционной программы «Регистр острого инфаркта миокарда» / А. А. Гарганеева, К. Н. Борель, С. А. Округин, Е. А. Кужелева // Сердечная недостаточность. – 2014. – Т. 15, № 4. – С. 218–223.
6. Гендлин, Г. Е. Отдаленный прогноз после перенесенного инфаркта миокарда / Г. Е. Гендлин, Г. И. Строжанов, Е. В. Рулева [и др.] // Лечебное дело. – 2005. – № 2. – С. 56–63.
7. Голубева, А. В. Эволюция деформационных характеристик миокарда после инфаркта с подъемом сегмента ST: дис. ... канд. мед. наук : 14.01.05 / Голубева Алена Владимировна. – Саратов, 2021. – 154 с.
8. Гришин, А. М. Ультразвуковое исследование для выявления внесосудистой жидкости в легких у больных с сердечной недостаточностью: дис. ... канд. мед. наук : 14.01.05 / Гришин Алексей Михайлович. – Москва, 2011. – 101 с.
9. Жарикова, Е. С. Предикторы неблагоприятного ремоделирования левого желудочка у пациентов, перенесших инфаркт миокарда / Е. С. Жарикова, С. В.

Виллевалде, Ж. Д. Кобалава // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2017. – № 2. - С. 219–226.

10. Замахина, О. В. Ремоделирование левого желудочка сердца в зависимости от вегетативного статуса у больных, перенесших инфаркт миокарда / О. В. Замахина, С. С. Бунова, Е. В. Усачева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24681>. – Текст: электронный.

11. Кобалава, Ж. Д. Клинические ассоциации бессимптомного легочного застоя у пациентов с первичным острым инфарктом миокарда, перенесших чрескожное коронарное вмешательство / Ж. Д. Кобалава, А. Ф. Сафарова, С. В. Мамедов [и др.] // Клиническая фармакология и терапия – 2021. – Т. 30, № 1. - С. 43–50.

12. Кобалава, Ж. Д. Прогностическое значение субклинического легочного застоя при стресс-ультразвуковом исследовании легких в развитии сердечной недостаточности у пациентов с первым инфарктом миокарда и чрескожным коронарным вмешательством / Ж. Д. Кобалава, А. Ф. Сафарова, С. В. Мамедов [и др.] // Кардиология. – 2022. – № 11 (62). – С. 3–10.

13. Крикунов, П. В. Ранние эхокардиографические маркеры сердечно-сосудистого риска у женщин / П. В. Крикунов, Я. В. Брыткова, С. А. Бернс [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2017. – № 12 (152). – С. 41–46.

14. Крикунов, П. В. Прогностическая значимость эхокардиографии после острого инфаркта миокарда. Часть 1 / П. В. Крикунов, Ю. А. Васюк, О. В. Крикунова // Российский кардиологический журнал. – 2017. – № 12 (152). – С. 120–128.

15. Мамедов, С. В. Прогностическое и диагностическое значение ремоделирования сердца и субклинического легочного застоя в развитии сердечной недостаточности у пациентов с первичным инфарктом миокарда : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.05 / Мамедов Сабухи Вугар оглы. – Москва, 2022. – 115 с.

16. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Заболеваемость взрослого населения России в 2016 году. – Москва, 2017. – 75 с.

17. Нарциссова, Г. П. Роль правого желудочка в патологии сердечно-сосудистой системы / Г. П. Нарциссова // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2014. – № 1 (18). – С. 32–36.

18. Округин, С. А. Программа ВОЗ «Регистр острого инфаркта миокарда»: эпидемиологический мониторинг острых коронарных катастроф / С. А. Округин, Е. А. Кужелева, А. А. Гарганеева // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2018. – № 1 (7). – С. 76–83.

19. Олейников, В. Э. Спекл-трекинг эхокардиография в ранней диагностике хронической сердечной недостаточности после инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST / В. Э. Олейников, А. В. Голубева, В. А. Галимская [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2021. – № 1 (26). – С. 29–35.

20. Олейников, В. Э. Ранние предикторы прогрессирования сердечной недостаточности у больных, перенесших инфаркт миокарда / В. Э. Олейников, Е. В. Душина, А. В. Голубева, Ю. А. Барменкова // Кардиология. – 2020. – № 11 (60). – С. 84–93.

21. Пракопчик, И. В. Методы определения неблагоприятного прогноза после инфаркта миокарда / И. В. Пракопчик, О. В. Гуревич // Вестник Смоленской медицинской академии. – 2008. – № 2. – С. 50–52.

22. Сафарова, А. Ф. Прогностическое значение В-линий при ультразвуковом исследовании легких после ТБМХ у пациентов с первичным острым инфарктом миокарда / А. Ф. Сафарова, Ж. Д. Кобалава, С. В. Мамедов [и др.] // Вестник постдипломного медицинского образования – 2021. – № 2. – С. 38–43.

23. Смирнова, М. Д. Хроническая сердечная недостаточность как осложнение инфаркта миокарда: особенности терапии / М. Д. Смирнова, Ф. Т. Агеев // РМЖ. Медицинское обозрение. – 2019. – № 3. – С. 40–44.

24. Сохибназарова, В. Х. Применение новых эхокардиографических технологий недоплеровского изображения миокарда в двумерном и трехмерном режимах у больных ХСН с сохранной и сниженной фракцией выброса левого

желудочка / В. Х. Сохибназарова, М. А. Саидова, С. Н. Терещенко // ЕКЖ. – 2017. – № 2. – С. 42–47.

25. Федорова, Н. В. Эхокардиографические корреляты фиброза миокарда у пациентов с инфарктом миокарда и сохранной фракцией выброса левого желудочка / Н. В. Федорова, А. И. Герман, А. Н. Коков [и др.] // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2019. – № 2. – С. 17–27.

26. Фомин, И. В. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что сегодня мы знаем и что должны делать / И. В. Фомин // РКЖ. – 2016. – № 8 (136). – С. 7–13.

27. Хоанг, Х. Ч. Клинические и эхокардиографические особенности инфаркта миокарда с разной степенью атеросклеротического поражения коронарных артерий: характеристика триггеров, оценка прогноза : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.05 / Хоанг Хюй Чыонг. – Москва, 2020. – 190 с.

28. Ярощук, Н. А. Оценка функционального состояния левого желудочка у больных острым инфарктом миокарда методом трехмерной эхокардиографии : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.05 / Ярощук Наталия Андреевна. – Екатеринбург, 2018. – 119 с.

29. Afanasiev, S. A. The Impact of Type 2 Diabetes Mellitus on Long-Term Prognosis in Patients of Different Ages with Myocardial Infarction / S. A. Afanasiev, A. A. Garganeeva, E. A. Kuzheleva [et al.] // Journal of Diabetes Research. – 2018. – № 2018. – P. 1-6.

30. Ahnve, S. First myocardial infarction: age and ejection fraction identify a low-risk group / S. Ahnve, E. Gilpin, H. Dittrich [et al.] // Am. Heart J. –1988. – № 4 (116). – P. 925–932.

31. Aikawa, T. Impaired left ventricular global longitudinal strain is associated with elevated left ventricular filling pressure after myocardial infarction / T. Aikawa, T. Kariya, K. P. Yamada [et al.] // American journal of physiology. Heart and circulatory physiology. – 2020. – № 6 (319). – P. H1474–H1481

32. Al Saikhan, L. 3D echocardiography-derived indices of left ventricular function and structure predict long-term mortality differently in men and women: the

Southall And Brent Revisited (SABRE) study / L. Al Saikhan, C. Park, T. Tillin [et al.] // *Heart*. – 2019. – Suppl. 6 (105). – P. A3–A5.

33. Alam, M. Atrioventricular plane displacement in severe congestive heart failure following dilated cardiomyopathy or myocardial infarction / M. Alam, C. Höglund, C. Thorstrand [et al.] // *Journal of internal medicine*. – 1990. – № 6 (228). – P. 569–575.

34. Ahtiok, E. Myocardial deformation imaging by two-dimensional speckle-tracking echocardiography for prediction of global and segmental functional changes after acute myocardial infarction: a comparison with late gadolinium enhancement cardiac magnetic resonance / E. Ahtiok, S. Tiemann, M. Becker [et al.] // *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. – 2014. – № 3 (27). – P. 249–257.

35. Amsterdam, E. A. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines / E. A. Amsterdam, N. K. Wenger, R. G. Brindis [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2014. – № 24 (64). – P. e139-e228.

36. Ang, S.-H. Lung Ultrasound in the Management of Acute Decompensated Heart Failure / S.-H. Ang, P. Andrus // *Curr. Cardiol. Rev.* – 2012. – Vol. 8, N 2. – P. 123–136.

37. Antoni, M. L. Prognostic importance of strain and strain rate after acute myocardial infarction / M. L. Antoni, S. A. Mollema, V. Delgado [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2010. – № 31. – P. 1640–1647.

38. Araujo, G. N. Admission bedside lung ultrasound reclassifies mortality prediction in patients with ST-segment-elevation myocardial infarction / G. N. Araujo, A. D. Silveira, F. Scolari // *Circulation. Cardiovascular imaging*. – 2020. – Vol. 13, N 6. – P. 1–10

39. Arbucci, R. O. Pulmonary decongestion pattern during stress lung ultrasound / R. O. Arbucci, M. Ch. Scali, A. A. Zagatina, A. Cortigiani // *Eur. Heart J.* – 2019. – Vol. 40. – P. 811.

40. Awad, E. M. L. Short-term prognostic value of TAPSE, RVFAC and Tricuspid S' wave peak systolic velocity after first acute myocardial infarction / E. M. L. Awad, A. H. Mahmoud, N. M. Taha [et al.] // BMC research notes. – 2020. – № 1 (13). – P. 196–196.

41. Beller, J. Diverging trends in age at first myocardial infarction: evidence from two german population-based studies / J. Beller, J. Bauersachs, A. Schäfer [et al.] // Scientific reports. – 2020. – № 1 (10). – P. 9610.

42. Benameur, N. Comparison Between 3D Echocardiography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging (CMRI) in the Measurement of Left Ventricular Volumes and Ejection Fraction / N. Benameur, Y. Arous, N. Ben Abdallah [et al.] // Current medical imaging reviews. – 2019. – № 7 (15). – P. 654–660.

43. Biering-Sørensen, T. Global Longitudinal Strain by Echocardiography Predicts Long-Term Risk of Cardiovascular Morbidity and Mortality in a Low-Risk General Population: The Copenhagen City Heart Study / T. Biering-Sørensen, S. R. Biering-Sørensen, F. J. Olsen [et al.] // Circulation. Cardiovascular imaging. – 2017. – № 3 (10). URL: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCIMAGING.116.005521>. – Текст: электронный

44. Biering-Sørensen, T. Myocardial strain analysis by 2-dimensional speckle tracking echocardiography improves diagnostics of coronary artery stenosis in stable angina pectoris / T. Biering-Sørensen, S. Hoffmann, R. Mogelvang [et al.] // Circulation. Cardiovascular imaging. – 2014. – № 1 (7). – P. 58–65.

45. Boe, E. Non-invasive myocardial work index identifies acute coronary occlusion in patients with non-ST-segment elevation-acute coronary syndrome / E. Boe, K. Russell, C. Eek [et al.] // Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging. – 2015. – № 16. – P. 1247–1255.

46. Brand, B. Prognostication and risk stratification by assessment of left atrioventricular plane displacement in patients with myocardial infarction / B. Brand, E. Rydberg, G. Ericsson, P. Gudmundsson [et al.] // International journal of cardiology. – 2002. – № 1 (83). – P. 35–41.

47. Bruhl, S. R. A novel approach to standard techniques in the assessment and quantification of the interventricular systolic relationship / S. R. Bruhl, M. Chahal, S. Khouri // *Cardiovascular Ultrasound*. – 2011. – № 1 (9). – P. 42.

48. Bulluck, H. Defining left ventricular remodeling following acute ST-segment elevation myocardial infarction using cardiovascular magnetic resonance / H. Bulluck, Y. Y. Go, G. Crimi [et al.] // *Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance*. – 2017. – № 1 (19). – P. 26.

49. Burns, R. J. The relationships of left ventricular ejection fraction, end-systolic volume index and infarct size to six-month mortality after hospital discharge following myocardial infarction treated by thrombolysis / R. J. Burns, R. J. Gibbons, Q. Yi [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2002. – № 1 (39). – P. 30–36.

50. Butcher, S. C. Prognostic implications of left ventricular myocardial work index in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and reduced left ventricular ejection fraction / S. C. Butcher, R. P. Lustosa, R. Abou [et al.] // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. – 2022. – № 5 (23). – P. 699–707.

51. Carreras-Mora, J. Prognostic Value of Lung Ultrasound in ST Segment Elevation Acute Myocardial Infarction (LUS-AMI) / J. Carreras-Mora. – URL: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/record/NCT04526535>. – Текст: электронный.

52. Case, B. C. Admissions Rate and Timing of Revascularization in the United States in Patients With Non-ST-Elevation Myocardial Infarction / B. C. Case, C. Yerasi, Y. Wang [et al.] // *The American journal of cardiology*. – 2020. – № 134. – P. 24–31.

53. Chen, X. Y. The Value of Three-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography in the Prediction of Cardiovascular Events in Patients with Hypertension Complicated by Acute Myocardial Infarction: A Long-Term Follow-Up Study / X. Y. Chen, Q. M. Yang, J. X. Fang, H. F. Guo // *Int. J. Gen. Med.* – 2021. – № 14. – P. 6703–6712.

54. Chew, D. S. Change in Left Ventricular Ejection Fraction Following First Myocardial Infarction and Outcome / D. S. Chew, H. Heikki, G. Schmidt [et al.] // *JACC Clin. Electrophysiol.* – 2018. – № 4 (5). – P. 672–682.

55. Chew, D. S. Left ventricular ejection fraction reassessment post-myocardial infarction: Current clinical practice and determinants of adverse remodeling / D. S. Chew, S. B. Wilton, K. Kavanagh [et al.] // *Am. Heart J.* – 2018. – № 198. – P. 91–96.

56. Chiem, A. T. Comparison of expert and novice sonographers' performance in focused lung ultrasonography in dyspnea (FLUID) to diagnose patients with acute heart failure syndrome / A. T. Chiem, C. Chan, D. Ander // *Acad. Emerg. Med.* – 2015. – Vol. 22, N 5. – P. 564–573.

57. Ciampi, Q. Prognostic value of stress echocardiography assessed by the ABCDE protocol / Q. Ciampi, A. Zagatina, E. Picano [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2021. – № 37 (42). – P. 3869–3878.

58. Cohn, J. N. Cardiac remodeling--concepts and clinical implications: a consensus paper from an international forum on cardiac remodeling. Behalf of an International Forum on Cardiac Remodeling / J. N. Cohn, R. Ferrari, N. Sharpe // *J. Am. Coll Cardiol.* – 2000. – № 3 (35). – P. 569–582.

59. Coiro, S. Prognostic value of residual pulmonary congestion at discharge assessed by lung ultrasound imaging in heart failure / S. Coiro, P. Rossignol, G. Ambrosio [et al.] // *Eur. J. Heart Fail.* – 2015. – Vol. 17, N 11. – P. 1172–1181.

60. Collier, P. A Test in Context: Myocardial Strain Measured by Speckle-Tracking Echocardiography / P. Collier, D. Phelan, A. Klein // *Journal of the American College of Cardiology.* – 2017. – № 8 (69). – P. 1043–1056.

61. Colvin, M. M. Left Ventricular Recovery in Young Patients With Myocardial Infarction: How Much Is Enough? / M. M. Colvin, N. R. Sutton // *J. Am. Coll Cardiol.* – 2020. – № 22 (75). – P. 2816–2818.

62. Dalen, H. Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of 1266 healthy individuals: the HUNT study in Norway / H. Dalen, A. Thorstensen, S. A. Aase [et al.] // *European journal of echocardiography : the journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology.* – 2010. – № 2 (11). – P. 176–183.

63. Diao, K. The Diagnostic Value of Global Longitudinal Strain (GLS) on Myocardial Infarction Size by Echocardiography: A Systematic Review and Meta-

analysis / K. Diao, Z. Yang, M. Ma [et al.] // *Scientific Reports*. – 2017. – № 7. – P. 176–183.

64. Diniz, L. S. Safety of early performance of the six-minute walk test following acute myocardial infarction: a cross-sectional study / L. S. Diniz, V. Neves, A. Starke // *Braz. J. Phys Ther.* – 2017. – Vol. 21, N 3. – P. 167–174.

65. Dokainish, H. Incremental value of left ventricular systolic and diastolic function to determine outcome in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: the echocardiographic substudy of the OASIS-6 trial / H. Dokainish, M. Rajaram, D. Prabhakaran [et al.] // *Echocardiography (Mount Kisco, N. Y.)*. – 2014. – № 5 (31). – P. 569–578.

66. El Mahdiui, M. Global left ventricular myocardial work efficiency in healthy individuals and patients with cardiovascular disease / M. El Mahdiui, P. van der Bijl, R. Abou [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2019. – № 32. – P. 1120–1127.

67. Ersbøll, M. Relationship between left ventricular longitudinal deformation and clinical heart failure during admission for acute myocardial infarction: a two-dimensional speckle-tracking study / M. Ersbøll, N. Valeur, U. M. Mogensen [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2012. – № 25. – P. 1280–1289.

68. Ersbøll, M. K. Left ventricular global longitudinal strain in acute myocardial infarction with special reference to neurohormonal activation, in-hospital heart failure and prognosis / M. K. Ersbøll // *Danish medical journal*. – 2013. – № 8 (60). – P. B4697.

69. Fabiani, I. *Speckle-Tracking Imaging, Principles and Clinical Applications: A Review for Clinical Cardiologists* London / I. Fabiani, N. R. Pugliese, V. Santini [et al.] // *IntechOpen*. – 2016. – P. 85–104.

70. Farrell, A. P. *Design and physiology of the heart* / A. P. Farrell // *Physiology of Cardiac Pumping* / ed. A. P. Farrell. – San Diego : Academic Press. - 2011. – P. 1030–1037.

71. Gao, N. Establishment and validation of a risk model for prediction of in-hospital mortality in patients with acute ST-elevation myocardial infarction after primary PCI / N. Gao, X. Qi, Y. Dang [et al.] // *BMC cardiovascular disorders*. – 2020. – № 1 (20). – P. 513.

72. Garg, P. Assessment of interventricular systolic relationship and infarct location in acute myocardial infarction / P. Garg, A. Kidambi, L. Dobson [et al.] // *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. – 2015. – Suppl. 1 (17). – P. P21–P21.

73. Gavara, J. Prognostic value of strain by tissue tracking cardiac magnetic resonance after ST-segment elevation myocardial infarction / J. Gavara, J. F. Rodriguez-Palomares, F. Valente [et al.] // *JACC Cardiovasc Imaging*. – 2018. – № 11. – P. 1448–1457.

74. Gerber, Y. Mortality associated with heart failure after myocardial infarction: a contemporary community perspective / Y. Gerber, S. A. Weston, M. Enriquez-Sarano [et al.] // *Circ. Heart Fail.* – 2016. – Vol. 9, N 1. – P. e002460.

75. Gho, J. M. I. H. An electronic health records cohort study on heart failure following myocardial infarction in England: incidence and predictors / J. M. I. H. Gho, A. F. Schmidt, L. Pasea [et al.] // *BMJ Open*. – 2018. – № 3 (8). – P. e018331.

76. Girerd, N. Performing lung ultrasound at rest and/or after an exercise stress test to better identify high-risk ambulatory patients with heart failure / N. Girerd, P. Rossignol // *Eur. J. Heart Fail.* – 2017. – Vol. 19, N 11. – P. 1479–1482.

77. Gold, M. R. The effect of reverse remodeling on long-term survival in mildly symptomatic patients with heart failure receiving cardiac resynchronization therapy: results of the REVERSE study / M. R. Gold, C. Daubert, W. T. Abraham [et al.] // *Heart rhythm*. – 2015. – № 3 (12). – P. 524–530.

78. Gorter, T. M. Right Ventricular Function After Acute Myocardial Infarction Treated With Primary Percutaneous Coronary Intervention (from the Glycometabolic Intervention as Adjunct to Primary Percutaneous Coronary Intervention in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction III Trial) / T. M. Gorter, C. P. H. Lexis, Y. M. Hummel [et al.] // *The American Journal of Cardiology*. – 2016. – № 3 (118). – P. 338–344.

79. Gupta, A. Trends in acute myocardial infarction in young patients and differences by sex and race – 2001 to 2010 / A. Gupta, Y. Wang, J. A. Spertus [et al.] // *J. Am. Coll Cardiol.* – 2014. – № 4 (64). – P. 337–345.

80. Haeck, M. L. A. Prognostic Implications of Elevated Pulmonary Artery Pressure After ST-Segment Elevation Myocardial Infarction / M. L. A. Haeck, G. E.

Hoogslag, H. Boden [et al.] // *American Journal of Cardiology*. – 2016. – № 3 (118). – P. 326–331.

81. Hall, T. S. Relationship between left ventricular ejection fraction and mortality after myocardial infarction complicated by heart failure or left ventricular dysfunction / T. S. Hall, T. G. Lueder, F. Zannad [et al.] // *International journal of cardiology*. – 2018. – № 272. – P. 260–266.

82. He, J. B-Lines by Lung Ultrasound Can Predict Worsening Heart Failure in Acute Myocardial Infarction During Hospitalization and Short-Term Follow-Up / J. He, S. Yi, X. Hu [et al.] // *Front. Cardiovasc. Med.* – 2022. – № 9. – P. 1-8.

83. Hedwig, F. Myocardial Work Assessment for the Prediction of Prognosis in Advanced Heart Failure / F. Hedwig, O. Nemchyna, J. Stein [et al.] // *Front. Cardiovasc. Med.* – 2021. – № 8. – P. 691611.

84. Hedwig, F. Myocardial Work Assessment for the Prediction of Prognosis in Advanced Heart Failure / F. Hedwig, O. Nemchyna, J. Stein [et al.] // *Front. Cardiovasc. Med.* – 2021. – № 8. – P. 691611.

85. Helber, I. The Impact of Advanced Age on Major Cardiovascular Events and Mortality in Patients with ST-Elevation Myocardial Infarction Undergoing a Pharmacoinvasive Strategy / I. Helber, C. M. R. Alves, S. M. Grespan [et al.] // *Clinical interventions in aging*. – 2020. – № 15. – P. 715–722.

86. Hermans, K. C. M. 2D vs 3D echocardiography: are we underestimating the end diastolic volume in mice following myocardial infarction? / K. C. M. Hermans, E. P. Daskalopoulos, J. J. M. Debets [et al.] // *European Heart Journal*. – 2013. – № 34. – P. 53–65.

87. Hu, K. Clinical implication of mitral annular plane systolic excursion for patients with cardiovascular disease / K. Hu, D. Liu, S. Herrmann [et al.] // *European heart journal cardiovascular Imaging*. – 2013. – № 3 (14). – P. 205–212.

88. Hubert, A. Estimation of myocardial work from pressure-strain loops analysis: an experimental evaluation / A. Hubert, V. L. Rolle, C. Leclercq [et al.] // *Eur. Heart J. Cardiovasc Imaging*. – 2018. – № 12 (19). – P. 1372–1379.

89. Ibanez, B. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) / B. Ibanez, S. James, S. Agewall [et al.] // *European heart journal*. – 2018. – № 2 (39). – P. 119–177.

90. Iwahashi, N. Clinical Usefulness of the Serial Examination of Three-Dimensional Global Longitudinal Strain After the Onset of ST-Elevation Acute Myocardial Infarction / N. Iwahashi, M. Horii, J. Kirigaya [et al.] // *Circ. J.* – 2022. – № 4 (86). – P. 611–619.

91. Iwahashi, N. Global Strain Measured by Three-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography Is a Useful Predictor for 10-Year Prognosis After a First ST-Elevation Acute Myocardial Infarction / N. Iwahashi, J. Kirigaya, M. Gohbara [et al.] // *Circ J.* – 2021. – № 10 (85). – P. 1735–1743.

92. Iwahashi, N. Impact of three-dimensional global longitudinal strain for patients with acute myocardial infarction / N. Iwahashi, J. Kirigaya, T. Abe [et al.] // *Eur. Heart J. Cardiovasc Imaging*. – 2020. – P. 1413–1424.

93. Jambrik, Z. Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water / Z. Jambrik, S. Monti, V. Coppola [et al.] // *Am. J. Cardiol.* – 2004. – Vol. 93, N 10. – P. 1265–1270.

94. Kadappu, K. K. Tissue Doppler Imaging in Echocardiography: Value and Limitations / K. K. Kadappu, L. Thomas // *Heart, Lung and Circulation*. – 2015. – № 3 (24). – P. 224–233.

95. Karlsen, S. Global longitudinal strain is a more reproducible measure of left ventricular function than ejection fraction regardless of echocardiographic training / S. Karlsen, T. Dahlslett, B. Grenne [et al.] // *Cardiovascular Ultrasound*. – 2019. – № 1 (17). – P. 18.

96. Kato, M. Left Ventricular End-Systolic Volume Is a Reliable Predictor of New-Onset Heart Failure with Preserved Left Ventricular Ejection Fraction / M. Kato, S. Kitada, Y. Kawada [et al.] // *Cardiology Research and Practice*. – 2020. – № 2020. – P. 3106012.

97. Khanna, S. Characterisation of Left Ventricular Shape Change as Defined by Sphericity Index in Patients with Acute Phase Takotsubo Cardiomyopathy and Anterior STEMI Patients / S. Khanna, G. Gan, K. Gupta [et al.] // Heart, Lung and Circulation. – 2019. – № 28. – P. S240.

98. Khanna, S. Left Ventricular Sphericity Index is a reproducible bedside echocardiographic measure of geometric change between acute phase Takotsubo's syndrome and acute anterior myocardial infarction / S. Khanna, A. Bhat, H. H. Chen [et al.] // International journal of cardiology. Heart & vasculature. – 2020. – № 29. – P. 100547.

99. Kim, H. S. Brain natriuretic peptide levels predict 6-month mortality in patients with cardiogenic shock who were weaned off extracorporeal membrane oxygenation / H. S. Kim, K. J. Lee, S. O. Ha [et al.] // Medicine. – 2020. – № 29 (99). – P. e21272.

100. Kim, Y. H. Two-Year Clinical Outcomes Between Prediabetic and Diabetic Patients With STEMI and Multivessel Disease Who Underwent Successful PCI Using Drug-Eluting Stents / Y. H. Kim, A. Y. Her, M. H. Jeong [et al.] // Angiology. – 2021. – № 1 (72). – P. 50–61.

101. Krittayaphong, R. Correlation Between NT-pro BNP levels and left ventricular wall stress, sphericity index and extent of myocardial damage: a magnetic resonance imaging study / R. Krittayaphong, T. Boonyasirinant, P. Saiviroonporn [et al.] // J. Card Fail. – 2018. – № 8 (14). – P. 687–694.

102. Lancellotti, P. The clinical use of stress echocardiography in non-ischaemic heart disease: recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography / P. Lancellotti, P. Pellikka, W. Budts // Eur. Heart J. Cardiovasc Imaging. – 2016. – Vol. 17, N 11. – P. 1191–1229.

103. Lang, R. M. Recommendations for chamber quantification / // European journal of echocardiography / R. M. Lang, M. Bierig, R. B. Devereux [et al.] // The journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology. – 2006. – № 2 (7). – P. 79–108.

104. Lauridsen, M. D. Trends in first-time hospitalization, management, and short-term mortality in acute myocardial infarction-related cardiogenic shock from 2005 to

2017: A nationwide cohort study / M. D. Lauridsen, R. Rørth, M. G. Lindholm [et al.] // American heart journal. – 2020. – № 229. – P. 127–137.

105. Li, X. Myocardial work: The analytical methodology and clinical utilities / X. Li, P. Zhang, M. Li [et al.] // Hellenic Journal of Cardiology. – 2022. – Vol. 68. – P. 46–59.

106. Lichtenstein, D. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome / D. Lichtenstein, G. Meziere, P. Biderman [et al.] // Am. J. Respir Crit Care Med. – 1997. – Vol. 156, N 5. – P. 1640–1646.

107. Lima, M. S. M. Global Longitudinal Strain or Left Ventricular Twist and Torsion? Which Correlates Best with Ejection Fraction? / M. S. M. Lima, H. R. Villarraga, M. C. D. Abduch [et al.] // Arquivos brasileiros de cardiologia. – 2017. – № 1 (109). – P. 23–29.

108. Lopaschuk, G. D. Myocardial fatty acid metabolism in health and disease / G. D. Lopaschuk, J. R. Ussher, C. D. Folmes [et al.] // Physiol. Rev. – 2010. – № 90. – P. 207–258.

109. Lustosa, R. P. Noninvasive Myocardial Work Indices 3 Months after ST-Segment Elevation Myocardial Infarction: Prevalence and Characteristics of Patients with Postinfarction Cardiac Remodeling / R. P. Lustosa, P. van der Bijl, M. E. Mahdiui [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. – 2020. – № 10 (33). – P. 1172–1179.

110. Lustosa, R. P. Global Left Ventricular Myocardial Work Efficiency and Long-Term Prognosis in Patients After ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction / R. P. Lustosa, S. C. Butcher, P. van der Bijl [et al.] // Circ Cardiovasc Imaging. – 2021. – № 3 (14). – P. e012072.

111. Mahowald, M. K. Comparison of Outcomes of Coronary Revascularization for Acute Myocardial Infarction in Men Versus Women / M. K. Mahowald, F. Alqahtani, M. Alkhouli // The American journal of cardiology. – 2020. – № 132. – P. 1–7.

112. Manganaro, R. Echocardiographic reference ranges for normal non-invasive myocardial work indices: Results from the EACVI NORRE study / R. Manganaro, S.

Marchetta, R. Dulgheru, F. Ilardi [et al.] // *European Heart Journal Cardiovascular Imaging*. – 2018. – № 2018. – P. 1–9.

113. Mann, D. L. Cardiac remodelling and myocardial recovery: lost in translation? / D. L. Mann, R. Bogaev, G. D. Buckberg // *European journal of heart failure*. – 2010. – № 8 (12). – P. 789–796.

114. Mannaerts, H. F. J. Early identification of left ventricular remodelling after myocardial infarction, assessed by transthoracic 3D echocardiography / H. F. J. Mannaerts, J. A. van der Heide, O. Kamp [et al.] // *European heart journal*. – 2004. – № 8 (25). – P. 680–687.

115. Martindale, J. L. Diagnosing Acute Heart Failure in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis / J. L. Martindale, A. Wakai, S. P. Collins, [et al.] // *Acad. Emerg. Med.* – 2016. – Vol. 23, N 3. – P. 223–242.

116. Marwick, T. H. What's Old Is New Again: A Reminder of the Importance of Left Ventricular Geometry and Function as Markers of Risk / T. H. Marwick, Y. Chandrashekhara // *JACC Cardiovasc Imaging*. – 2018. – № 3 (11). – P. 519–520.

117. Marwick, T. H. Ejection Fraction Pros and Cons: JACC State-of-the-Art Review / T. H. Marwick // *J. Am. Coll Cardiol.* – 2018. – № 19 (72). – P. 2360–2379.

118. Mayr, A. Mitral annular plane systolic excursion by cardiac MR is an easy tool for optimized prognosis assessment in ST-elevation myocardial infarction / A. Mayr, M. Pamminger, M. Reindl [et al.] // *European radiology*. – 2020. – № 1 (30). – P. 620–629.

119. Mechanic OJ, Gavin M, Grossman SA. Acute Myocardial Infarction. [Updated 2022 Aug 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459269/> – Текст: электронный.

120. Merli, E. Pulmonary Congestion During Exercise Stress Echocardiography in Ischemic and Heart Failure Patients / E. Merli, Q. Ciampi, M. C. Scali [et al.] ; Stress Echo 2020 and 2030 study group of the Italian Society of Echocardiography and Cardiovascular Imaging (SIECVI). // *Circ. Cardiovasc Imaging*. – 2022. – № 5 (15). – P. e013558.

121. Miglioranza, M. H. Pulmonary congestion evaluated by lung ultrasound predicts decompensation in heart failure outpatients / M. H. Miglioranza, E. Picano, L. Badano [et al.] // *International Journal of Cardiology*. – 2017. – Vol. 240. – P. 271–278.

122. Minicucci, M. F. Infarct size as predictor of systolic functional recovery after myocardial infarction / M. F. Minicucci, E. Farah, D. R. Fusco [et al.] // *Arq. Bras. Cardiol.* – 2014. – № 6 (102). – P. 549–556.

123. Mitter, S. S. A Test in Context: E/A and E/e' to Assess Diastolic Dysfunction and LV Filling Pressure / S. S. Mitter, S. J. Shah, J. D. Thomas // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2017. – № 11 (69). – P. 1451–1464.

124. Moharram, M. A. Myocardial tissue characterisation using echocardiographic deformation imaging / M. A. Moharram, R. R. Lamberts, G. Whalley [et al.] // *Cardiovascular ultrasound*. – 2019. – № 1 (17). – C. 27–27.

125. Møller, J. E. Independent prognostic importance of a restrictive left ventricular filling pattern after myocardial infarction: an individual patient meta-analysis: Meta-Analysis Research Group in Echocardiography acute myocardial infarction / J. E. Møller, G. A. Whalley, F. L. Dini [et al.] // *Circulation*. – 2008. – № 20 (117). – P. 2591–2598.

126. Møller, J. E. Prognostic importance of secondary pulmonary hypertension after acute myocardial infarction / J. E. Møller, G. S. Hillis, J. K. Oh [et al.] // *The American journal of cardiology*. – 2005. – № 2 (96). – P. 199–203.

127. Møller, J. E. Pseudonormal and restrictive filling patterns predict left ventricular dilation and cardiac death after a first myocardial infarction: a serial color M-mode Doppler echocardiographic study / J. E. Møller, E. Søndergaard, S. H. Poulsen [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2000. – № 6 (36). – P. 1841–1846.

128. Møller, J. E. Wall motion score index and ejection fraction for risk stratification after acute myocardial infarction / J. E. Møller, G. S. Hillis, J. K. Oh [et al.] // *American heart journal*. – 2006. – № 2 (151). – P. 419–425.

129. Morbach, C. Myocardial work – correlation patterns and reference values from the population-based STAAB cohort study / J. E. Møller, F. Sahiti, T. Tiffe [et al.] // *PloS one.* – 2020. – № 10 (15). – P. e0239684.

130. Mueller, C. Heart failure association of the European Society of Cardiology practical guidance on the use of natriuretic peptide concentrations / J. E. Møller, K. McDonald, R. A. de Boer [et al.] // *European journal of heart failure.* – 2019. – № 6 (21). – P. 715–731.

131. Muniz, R. T. Pulmonary ultrasound in patients with heart failure – systematic review / R. T. Muniz, E. T. Mesquita, C. V. Souza Junior, W. de Andrade Martins // *Arq. Bras. Cardiol.* – 2018. – Vol. 110, N 6. – P. 577–584.

132. Munk, K. Global left ventricular longitudinal systolic strain for early risk assessment in patients with acute myocardial infarction treated with primary percutaneous intervention / K. Munk, N. H. Andersen, C. J. Terkelsen [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2012. – № 25. – P. 644–651.

133. Muraru, D. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging / D. Muraru, A. Niero, H. Rodriguez-Zanella [et al.] // *Cardiovascular diagnosis and therapy.* – 2018. – № 1 (8). – P. 101–117.

134. Mutlak, D. Utility of pulmonary hypertension for the prediction of heart failure following acute myocardial infarction / D. Muraru, J. Lessick, S. Carasso [et al.] // *The American journal of cardiology.* – 2012. – № 9 (109). – P. 1254–1259.

135. Na, H.-M. Echocardiographic predictors for left ventricular remodeling after acute ST elevation myocardial infarction with low risk group: speckle tracking analysis / H.-M. Na, G.-Y. Cho, J. M. Lee [et al.] // *J. Cardiovasc Ultrasound.* – 2016. – № 2 (24). – P. 128–134.

136. Nabeshima, Y. A review of current trends in three-dimensional analysis of left ventricular myocardial strain / Y. Nabeshima, Y. Seo, M. Takeuchi // *Cardiovascular Ultrasound.* – 2020. – № 1 (18). – P. 23.

137. Nagueh, S. F. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of

Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging / S. F. Nagueh, O. A. Smiseth, C. P. Appleton [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2016. – № 4 (29). – P. 277–314.

138. Nakatani, D. Incidence, predictors, and subsequent mortality risk of recurrent myocardial infarction in patients following discharge for acute myocardial infarction / D. Nakatani, Y. Sakata, S. Suna [et al.] // Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society. – 2013. – № 2 (77). – P. 439–446.

139. Nguyen, H. L. Long-term trends in short-term outcomes in acute myocardial infarction / H. L. Nguyen, J. S. Saczynski, J. M. Gore [et al.] // The American journal of medicine. – 2011. – № 10 (124). – P. 939–946.

140. O'Gara, P. T. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines / P. T. O'Gara, F. G. Kushner, D. D. Ascheim [et al.] ; American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines // Circulation. – 2013. – № 4 (127). – P. e362–425.

141. Oh, P. C. Predictors of recovery of left ventricular systolic dysfunction after acute myocardial infarction: from the korean acute myocardial infarction registry and korean myocardial infarction registry / P. C. Oh, I. S. Choi, T. Ahn [et al.] // Korean Circ. J. – 2013. – № 8 (43). – P. 527–533.

142. Ola, R. Detection of Left Ventricular Remodeling in Acute ST Elevation Myocardial Infarction after Primary Percutaneous Coronary Intervention by Two Dimensional and Three Dimensional Echocardiography / R. Ola, C. Meena, S. Bhargava [et al.] // Journal of Cardiovascular Echography. – 2018. – № 28. – P. 39.

143. Oleynikov, V. E. Early Predictors of Heart Failure Progression in Patients After Myocardial Infarction / V. E. Oleynikov, E. V. Dushina, A. V. Golubeva [et al.] // Kardiologiya. – 2020. – № 11 (60). – P. 1309.

144. Olsen, F. J. A Validated Echocardiographic Risk Model for Predicting Outcome Following ST-segment Elevation Myocardial Infarction / F. J. Olsen, S.

Pedersen, K. G. Skaarup [et al.] // *The American journal of cardiology*. – 2020. – № 10 (125). – P. 1461–1470.

145. Pahlm, U. Evolution of left ventricular function among subjects with ST-elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention / U. Pahlm, E. Ostensfeld, F. Seemann [et al.] // *BMC cardiovascular disorders*. – 2020. – № 1 (20). – P. 309.

146. Park, S.-M. Different impacts of acute myocardial infarction on left ventricular apical and basal rotation / S.-M. Park, S. - J. Hong, C. - M. Ahn [et al.] // *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*. – 2012. – № 6 (13). – P. 483–489.

147. Parras, J. I. Lung ultrasound in acute myocardial infarction. Updating Killip & Kimball / J. I. Parras, M. Onocko, L. M. Traviesa [et al.] // *Indian Heart J.* – 2021. – Vol. 73, N 1. – P. 104–108.

148. Picano, E. The Stress Echo Study Group Of The Italian Society Of Echocardiography And Cardiovascular Imaging Siecvi. Stress Echo 2030: The Novel ABCDE-(FGLPR) Protocol to Define the Future of Imaging / E. Picano, Q. Ciampi, L. Cortigiani [et al.] // *J. Clin Med.* – 2021. – № 10(16). – P. 3641.

149. Picano, E. Stress echo 2020: the international stress echo study in ischemic and non-ischemic heart disease / E. Picano, Q. Ciampi, R. Citro [et al.] // *Cardiovasc Ultrasound*. — 2017. – Vol. 15, N 1. – P. 3.

150. Picano, E. Ultrasound of extravascular lung water: a new standard for pulmonary congestion / E. Picano, P. A. Pellikka // *Eur. Heart J.* – 2016. – Vol. 37, N 27. – P. 2097–2104.

151. Platz, E. Trajectory and correlates of pulmonary congestion by lung ultrasound in patients with acute myocardial infarction: Insights from PARADISE-MI / E. Platz, B. Claggett, K. S. Jering [et al.] // *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc Care*. – 2023. – P. zuad001.

152. Platz, E. Detection and prognostic value of pulmonary congestion by lung ultrasound in ambulatory heart failure patients / E. Platz, E. F. Lewis, H. Uno [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2016. – Vol. 37, N 15. – P. 1244–1251.

153. Platz, E. Lung Ultrasound in Acute Heart Failure: Prevalence of Pulmonary Congestion and Short- and Long-Term Outcomes / E. Platz, R. T. Campbell, B. Claggett [et al.] // *JACC. Heart Fail.* – 2019. – Vol. 7, N 10. – P. 849–858.

154. Pollentier, B. Examination of the six minute walk test to determine functional capacity in people with chronic heart failure: a systematic review / B. Pollentier, S. L. Irons, C. M. Benedetto [et al.] // *Cardiopulm. Phys. Ther. J.* – 2010. – Vol. 21, N 1. – P. 13–21.

155. Poulsen S. H. Clinical aspects of left ventricular diastolic function assessed by Doppler echocardiography following acute myocardial infarction / S. H. Poulsen // *Danish medical bulletin.* – 2001. – № 4 (48). – P. 199–210.

156. Pratali, L. Frequent subclinical high-altitude pulmonary edema detected by chest sonography as ultrasound lung comets in recreational climbers / L. Pratali, M. Cavana, R. Sicari, E. Picano // *Crit. Care Med.* – 2010. – Vol. 38, N 9. – P. 1818–1823.

157. Ciampi, Q. Prognostic value of stress echocardiography assessed by the ABCDE protocol / Q. Ciampi, A. Zagatina, L. Cortigiani [et al.]; on behalf of the Stress Echo 2020 Study Group of the Italian Society of Echocardiography and Cardiovascular Imaging (SIECVI). // *European Heart Journal.* – 2021. – Vol. 42, iss. 37. – P. 3869–3878.

158. Ramírez Meléndez, A. Correlation between the six-minute walk test and maximal exercise test in patients with type ii diabetes mellitus / A. Ramírez Meléndez, P. I. Vázquez, I. L. Lecona, R. L. Garza // *Rehabilitacion.* – 2019. – Vol. 53, N 1. – P. 2–7.

159. Riolet, C. Clinical Significance of Global Wasted Workin patients receiving CardiacResynchronization Therapy for Heart Failure / C. Riolet, A. Menet, A. Mailliet [et al.] // *Archives of Cardiovascular Disease Supplements.* – 2021. – № 13. – P. 253–259.

160. Riolet, C. Clinical significance of global wasted work in patients with heart failure receiving cardiac resynchronization therapy / C. Riolet, A. Menet, A. Mailliet [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2021. – № 9 (34). – P. 976–986.

161. Ritsinger, V. Diabetes, metformin and glucose lowering therapies after myocardial infarction: Insights from the SWEDEHEART registry / V. Ritsinger, B.

Lagerqvist, P. Lundman [et al.] // *Diabetes & vascular disease research*. – 2020. – № 6. – P. 1-10.

162. Rivas-Lasarte, M. Lung Ultrasound May Reduce Heart Failure Hospitalizations: Preliminary Results from the LUS-HF Trial / M. Rivas-Lasarte, A. Maestro-Benedicto, J. Fernandez-Martinez // *The Journal of Heart and Lung Transplantation*. – 2019. – Vol. 38, N 4. – P. 141.

163. Rivas-Lasarte, M. Lung ultrasound-guided treatment in ambulatory patients with heart failure: a randomized controlled clinical trial (LUS-HF study) / M. Rivas-Lasarte, A. Maestro-Benedicto, J. Fernandez-Martinez // *European journal of heart failure*. – 2019. – Vol. 21, N 12. – P. 1605–1613.

164. Roemer, S. The Utility of Myocardial Work in Clinical Practice / S. Roemer, A. Jaglan, D. Santos [et al.] // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* – 2021. – № 8 (34). – P. 807–818.

165. Roth, G. A. Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990 to 2015 / G. A. Roth, C. Johnson, A. Abajobir [et al.] // *J. Am. Coll Cardiol* – 2017. – № 70. – P. 1–25.

166. Russell, K. Assessment of wasted myocardial work: a novel method to quantify energy loss due to uncoordinated left ventricular contractions / K. Russell, M. Eriksen, L. Aaberge [et al.] // *Am. J. Physiol Heart Circ Physiol*. – 2013. – № 7 (305). – P. H996-H1003.

167. Russell, K. Assessment of wasted myocardial work: a novel method to quantify energy loss due to uncoordinated left ventricular contractions / K. Russell, M. Eriksen, L. Aaberge [et al.] // *Am. J. Physiol Heart Circ Physiol*. – 2013. – № 7 (305). – P. H996– H1003.

168. Russell, K. novel clinical method for quantification of regional left ventricular pressure-strain loop area: a non-invasive index of myocardial work / K. Russell, M. Eriksen, L. Aaberge [et al.] // *European heart journal*. – 2012. – № 6 (33). – P. 724–733.

169. Saad, M. Is kidney function affecting the management of myocardial infarction? A retrospective cohort study in patients with normal kidney function, chronic

kidney disease stage III-V, and ESRD / M. Saad, B. Karam, G. Faddoul [et al.] // International journal of nephrology and renovascular disease. – 2016. – № 9. – P. 5–10.

170. Scali, M. C. Lung Ultrasound and Pulmonary Congestion During Stress Echocardiography / M. C. Scali, A. Zagatina, Q. Ciampi [et al.] // JACC: Cardiovascular Imaging. – 2020. – № 13. – P. 2085–2095.

171. Scali, M. C. B-lines with Lung Ultrasound: the Optimal Scan Technique at Rest and during Stress / M. C. Scali, A. Zagatina, I. Simova [et al.] // Ultrasound in Medicine & Biology. – 2017. – № 43. – P. 2558–2566.

172. Seguchi, M. [et al.]. Determinants of In-Hospital Death Among the Very Elderly with Acute Myocardial Infarction / M. Seguchi, K. Sakakura, T. Tsukui [et al.] // International heart journal. – 2020. – № 5 (61). – P. 879–887.

173. Selvakumar, D. Comparative Assessments of Left and Right Ventricular Function by Two-Dimensional, Contrast Enhanced and Three-Dimensional Echocardiography with Gated Heart Pool Scans in Patients Following Myocardial Infarction / D. Selvakumar, P. Brown, P. Geenty [et al.] // The American journal of cardiology. – 2020. – № 134. – P. 14–23.

174. Shi, W. Y. Role of Coronary Artery Bypass Surgery in Acute Myocardial Infarction / W. Y. Shi, J. A. Smith ; ed. T. J. Watson, P. J. Ong, J. E. Tchong // Primary Angioplasty: A Practical Guide. – Singapore : Springer Singapore. - 2018. – P. 211–221.

175. Sjöblom, J. Evolution of left ventricular ejection fraction after acute myocardial infarction: implications for implantable cardioverter-defibrillator eligibility / J. Sjöblom, J. Muhrbeck, N. Witt [et al.] // Circulation. – 2014. – № 9 (130). – P. 743–748.

176. Sörensen, J. Myocardial efficiency: a fundamental physiological concept on the verge of clinical impact / J. Sörensen, H. J. Harms, J. M. Aalen [et al.] // JACC Cardiovasc Imaging. – 2020. – № 13. – P. 1564–1576.

177. Stöhr, E. J. Left ventricular twist mechanics in the context of normal physiology and cardiovascular disease: a review of studies using speckle tracking echocardiography / E. J Stöhr, R. E. Shave, A. L. Baggish [et al.] // American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. – 2016. – № 3 (311). – P. H633–H644.

178. Su, W. Underweight predicts greater risk of cardiac mortality post acute myocardial infarction / W. Su, M. Wang, J. Zhu [et al.] // International heart journal. – 2020. – № 4 (61). – P. 658–664.

179. Sugano, A. Value of 3-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography in the Prediction of Microvascular Obstruction and Left Ventricular Remodeling in Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction / A. Sugano, Y. Seo, T. Ishizu [et al.] // Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society. – 2017. – № 3 (81). – P. 353–360.

180. Sutton, N. R. The association of left ventricular ejection fraction with clinical outcomes after myocardial infarction: Findings from the Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network (ACTION) Registry-Get With the Guidelines (GWTG) Medicare-linked database / N. R. Sutton, S. Li, L. Thomas [et al.] // Am. Heart J. – 2016. – № 178. – P. 65–73.

181. Tehrani B. N., Basir M. B., Kapur N. K. Acute myocardial infarction and cardiogenic shock: Should we unload the ventricle before percutaneous coronary intervention? / B. N. Tehrani, M. B. Basir, N. K. Kapur // Progress in cardiovascular diseases. – 2020. – № 5 (63). – P. 607–622.

182. Teng, R.-L. Interaction between lipoprotein (a) levels and body mass index in first incident acute myocardial infarction / R.-L. Teng, H. Wang, B.-C. Sun [et al.] // BMC cardiovascular disorders. – 2020. – № 1 (20). – P. 350.

183. Tomasik, A. Effect of diabetes mellitus and left ventricular perfusion on frequency of development of heart failure and/or all-cause mortality late after acute myocardial infarction / A. Tomasik, K. Nabrdalik, H. Kwiendacz [et al.] // The American journal of cardiology. – 2021. – № 140. – P. 25–32.

184. Tsai, T.-H. Outcomes of patients with Killip class III acute myocardial infarction after primary percutaneous coronary intervention / T.-H. Tsai, S. Chua, H. Hussein [et al.] // Critical care medicine. – 2011. – № 3 (39). – P. 436–442.

185. Vasan, R. S. Epidemiology of left ventricular systolic dysfunction and heart failure in the framingham study: an echocardiographic study over 3 decades / R. S. Vasan,

V. Xanthakis, A. Lyass [et al.] // *JACC Cardiovasc Imaging*. – 2018. – № 1 (11). – P. 1–11.

186. Verma, A. Prognostic implications of left ventricular mass and geometry following myocardial infarction the VALIANT (VALsartan in acute myocardial infarction) Echocardiographic Study / A. Verma, A. Meris, H. Skali [et al.] // *JACC. Cardiovascular imaging*. – 2008. – № 1. – P. 582–591.

187. Vieira, M. L. C. 3D Echo pilot study of geometric left ventricular changes after acute myocardial infarction / M. L. C. Vieira, W. A. Oliveira, A. Cordovil [et al.] // *Arquivos brasileiros de cardiologia*. – 2013. – № 1 (101). – P. 43–51.

188. Volpicelli, G. Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure / G. Volpicelli, V. Caramello, L. Cardinale [et al.] // *Am. J. Emerg Med*. – 2008. – Vol. 26, N 5. – P. 585–591.

189. Wang, Y. Prognostic Value of Lung Ultrasound for Clinical Outcomes in Heart Failure Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis / Y. Wang, G. Calandra, M. Aziz // *Rev. Infect. Dis*. – 2021. – Vol. 116, N 3. – P. 383–392.

190. Wilmot, K. A. Coronary Heart Disease Mortality Declines in the United States From 1979 Through 2011: Evidence for Stagnation in Young Adults, Especially Women / K. A. Wilmot, M. O'Flaherty, S. Capewell [et al.] // *Circulation*. – 2015. – № 11 (132). – P. 997–1002.

191. Wilsgaard, T. Hypothetical interventions and risk of myocardial infarction in a general population: application of the parametric g-formula in a longitudinal cohort study-the Tromsø Study / T. Wilsgaard, A. M. Vangen-Lønne, E. Mathiesen [et al.] // *BMJ open*. – 2020. – № 5 (10). – P. e035584.

192. Wu, V. C.-C. [et al.]. Effect of through-plane and twisting motion on left ventricular strain calculation: direct comparison between two-dimensional and three-dimensional speckle-tracking echocardiography / V. C.-C. Wu, M. Takeuchi, K. Otani [et al.] // *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. – 2013. – № 11 (26). – P. 1274–1281.e4.

193. Wu, W. Y. Recovery of left ventricular systolic function and clinical outcomes in young adults with myocardial infarction / W. Y. Wu, D. W. Biery, A. Singh [et al.] // *J. Am. Coll Cardiol.* – 2020. – № 22 (75). – P. 2804–2815.

194. Xu, L. Efficacy of an early home-based cardiac rehabilitation program for patients after acute myocardial infarction: A three-dimensional speckle tracking echocardiography randomized trial / L. Xu, Z. Cai, M. Xiong [et al.] // *Medicine.* – 2016. – № 52 (95). – P. e5638.

195. Xu, L. Value of three-dimensional strain parameters for predicting left ventricular remodeling after ST-elevation myocardial infarction / L. Xu, X. Huang, J. Ma [et al.] // *The international journal of cardiovascular imaging.* – 2017. – № 5 (33). – P. 663–673.

196. Yanase, T. Comparison of Clinical Characteristics of Acute Myocardial Infarction Between Young (< 55 Years) and Older (55 to < 70 Years) Patients / T. Yanase, K. Sakakura, Y. Taniguchi [et al.] // *International heart journal.* – 2021. – № 1 (62). – P. 33–41

197. Yandrapalli, S. Modifiable risk factors in young adults with first myocardial infarction / S. Yandrapalli, C. Nabors, A. Goyal [et al.] // *J. Am. Coll Cardiol.* – 2019. – № 5 (73). – P. 573–584.

198. Ye, Q. Predictors of all-cause 1-year mortality in myocardial infarction patients / Q. Ye, J. Zhang, L. Ma // *Medicine.* – 2020. – № 29 (99). – P. e21288.

199. Ye, X.-J. B-lines by lung ultrasound predict heart failure in hospitalized patients with acute anterior wall STEMI / X.-J. Ye, N. Li, J.-H. Li [et al.] // *Echocardiography.* – 2019. – Vol. 36, N 7. – P. 1253–1262.

200. Zeng, D. Usefulness of three-dimensional spherical index to assess different types of left ventricular remodeling: A meta-analysis / D. Zeng, H. Chen, C. L. Jiang [et al.] // *Medicine.* – 2017. – № 36 (96). – P. 1–6.

201. Zhang, Z. A stacking-based model for predicting 30-day all-cause hospital readmissions of patients with acute myocardial infarction / Z. Zhang, H. Qiu, W. Li [et al.] // *BMC medical informatics and decision making.* – 2020. – № 1 (20). – P. 335.

202. Zhao, L. Effects of Different LVEF Assessed by Echocardiography and CMR on the Diagnosis and Therapeutic Decisions of Cardiovascular Diseases / L. Zhao, A. Lu, J. Tian [et al.] // *Frontiers in physiology*. – 2020. – № 11. – P. 679.

203. Zhu, W. Three-dimensional speckle tracking echocardiography for the evaluation of the infarct size and segmental transmural involvement in patients with acute myocardial infarction / W. Zhu, W. Liu, Y. Tong [et al.] // *Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.)*. – 2014. – № 1 (31). – P. 58–66.