

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
СЕРДЕЧНО - СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ им. А.Н. БАКУЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Двалишвили Эка Рамазиевна

**СЕГМЕНТАРНАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ОЦЕНКЕ
ОБЪЕМНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКЕ КАК
ПЕРСПЕКТИВА РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА**

3.1.20. Кардиология

3.1.25. Лучевая диагностика

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н., профессор, академик РАН
Бокерия Лео Антонович

Москва, 2025

Работа посвящается светлой памяти самого виртуозного и смелого Учителя, автора разработанной методики и старшего наставника Николая Автандиловича Чигогидзе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	9
Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1. Структурные и функциональные особенности коронарного кровотока при ИБС и проблемы их количественного определения.....	14
1.2. Физика деформации (strain) и возможности ее оценки.....	17
1.3. Методы оценки регионарной и общей функции миокарда.....	19
1.4. Возможности медикаментозной вазодилатации в определении резерва КК. Нитроглицерин и его гемодинамические эффекты.....	24
1.5. Сократительная функция сердечной мышцы и ее диагностика.....	25
1.5.1. Мышечная модель Хилла.....	25
1.5.2. Сердечный цикл и отношение давления к объему.....	28
1.6. Объемные показатели левого желудочка и их оценка.....	35
Глава II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	44
2.1. Дизайн исследования.....	44
2.2. Критерии отбора пациентов в исследование.....	45
2.3. Клиническая характеристика пациентов.....	45
2.4. Анализ состояния коронарных артерий всех пациентов.....	49
2.4.1. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС без перенесенного ИМ в анамнезе.....	51
2.4.2. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней локализации.....	52
2.4.3. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации.....	54
2.4.4. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней и задней локализаций.....	55

2.4.5. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ	57
2.5. Методы исследования.....	58
2.5.1. Эхокардиография.....	59
2.5.1.1. Регионарная и общая функции ЛЖ в норме.....	64
2.5.2. Коронарная ангиография.....	67
2.5.3. Статистические методы исследования	68
Глава III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	70
3.1. Контракtilьная функция миокарда ЛЖ и внутрисердечная гемодинамика у всех пациентов пяти групп до и после применения НГ	70
3.1.1. Обсуждение результатов всех пяти групп пациентов до и после НГ	78
3.2. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС без перенесенного ИМ в анамнезе до и после применения НГ	88
3.2.1. Обсуждение результатов группы пациентов с ИБС без перенесенного ИМ в анамнезе	91
3.3. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней локализации до и после применения НГ	95
3.3.1. Обсуждение результатов группы пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней локализации	97
3.4. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации до и после применения НГ	102
3.4.1. Обсуждение результатов группы пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации	104
3.4.2. Регионарная и общая функции ЛЖ прооперированных пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации	108
3.4.2.1. Динамика результатов после ТЛБАП со стентированием.....	108

3.4.2.2. Динамика результатов после АКШ и МКШ	113
3.4.3. Сравнительный анализ результатов регионарной и общей функций ЛЖ с показателем SLS в группе пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации	118
3.4.3.1. Сравнительный анализ результатов регионарной и общей функций ЛЖ с показателем SLS в прооперированной группе пациентов	123
3.5. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС, перенесших ИМ передней и задней локализации, до и после применения НГ	129
3.5.1. Обсуждение результатов в группе пациентов с ИБС, перенесших ИМ передней и задней локализации	132
3.6. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС и постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ до и после применения НГ	135
3.6.1. Обсуждение результатов в группе пациентов с ИБС и постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ	138
3.7. Диагностическая ценность метода	143
Глава IV. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	156
ВЫВОДЫ.....	163
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	164
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	165

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ΔVO_c – дефицит сегментарного ударного объема

2D-ЭхоКГ – двухмерная эхокардиография

GLS - Global longitudinal strain

LVEDPVR - Left Ventricular End-Diastolic Pressure-Volume Relations

LVESPVR - Left Ventricular End-Systolic Pressure-Volume Relations

NYHA – New-York heart association

SLS - Segmental longitudinal strain

SYNTAX Score – Synergy between percutaneous coronary intervention with TAXUS and cardiac surgery

VVI – Velocity Vector Imaging

АГ – артериальная гипертензия

АД – артериальное давление

АИТ – аутоиммунный тиреоидит

АКШ – аортокоронарное шунтирование

АоК – аортальный клапан

БЦА – брахиоцефальные артерии

ВТК – ветвь тупого края

Д/3 – дистальная треть

ДА – диагональная артерия

ДВ – диагональная ветвь

ЗМЖВ ПКА – задняя межжелудочковая ветвь правой коронарной артерии

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИГФ - индекс глобальной функции

ИМ – инфаркт миокарда

ИНЛС – индекс нарушения локальной сократимости

КА – коронарная артерия

КГ - коронарография

КАГ- коронароангиография

КДД – конечно-диастолическое давление

КДО – конечно-диастолический объём

КДО_с – конечно-диастолический объём сегмента

КДР – конечно-диастолический размер

КК – коронарный кровоток

КМЦ – кардиомиоциты

КСД – конечно-систолическое давление

КСО – конечно-систолический объём

КСО_с – конечно-систолический объём сегмента

ЛКА – левая коронарная артерия

ЛЖ – левый желудочек

ЛП – левое предсердие

МИРМ – минимально инвазивная реваскуляризация миокарда

МК – митральный клапан

МКШ – маммарнокоронарное шунтирование

НГ - нитроглицерин

НК – недостаточность кровообращения

ОВ – огибающая ветвь

П/3 – проксимальная треть

ПИКС – постинфарктный кардиосклероз

ПКА – правая коронарная артерия

ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь

П/НГ – после нитроглицерина

П/о – после операции

РФП - радиофармпрепарат

С/3 – средняя треть

СН – сердечная недостаточность

ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания

ССС – сердечно-сосудистая система

ТИА – транзиторная ишемическая атака

ТЛБАП – транслюминальная баллонная ангиопластика

УО – ударный объем

УО_с – ударный объем сегмента

УЗ – ультразвуковая

УЗД – ультразвуковая диагностика

ФВ – фракция выброса

ФВ_с – фракция выброса сегмента

ФВ_{сн} – фракция выброса сегмента в норме

ФК – функциональный класс

ХВН – хроническая венозная недостаточность

ХИНК – хроническая ишемия нижних конечностей

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

ХСМН – хроническая сосудисто-мозговая недостаточность

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭКГ – электрокардиография

ЭхоКГ – эхокардиография

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Невзирая на весомый прогресс в борьбе с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), превалирующее большинство из которых приходится на долю ишемии миокарда, инсульты и патологию периферических сосудов [30, 120], «эпидемия» заболевания перешагнула рубеж XX века и продолжает быть актуальной темой современной медицины.

Эффективность хирургического лечения ишемической болезни сердца (ИБС) во многом зависит не только от степени профессиональных навыков оператора, но и от состояния реваскуляризуемой зоны сердечной мышцы, а именно, должна быть сопоставлена степень и масса ишемизированного миокарда с поражениями коронарных артерий (КА), ответственных за их кровоснабжение.

Неравномерный характер распределения стенозов КА запускает в миокарде каскад как общих, так и регионарных функциональных изменений с последующим вовлечением механизмов перераспределения внутрижелудочкового объема и давления. Исследование венечного русла на сегодняшний день доступно и информативно с применением коронарографии (КГ). Однако, определение функционального состояния левого желудочка (ЛЖ) и сердца в целом встречает ряд затруднений.

Современные методы исследования сердечно-сосудистой системы (ССС) отличаются множеством признаков: вид облучаемого сигнала, пространственная модель фигуры, математическая формула расчета, инвазивность метода и др. Техническая ограниченность применяемой методики, трудная доступность, трудоемкость исследования, субъективность полученных результатов и другие весомые факторы часто вынуждают оператора к «интуитивному» подходу в выборе

способа исследования.

Традиционные приемы определения сократительной способности различных участков миокарда носят в основном качественный или полуколичественный характер и требуют значительного опыта специалиста. Количественная оценка регионарной и общей сократимости ЛЖ с помощью инвазивного метода КГ была представлена в работах Н.А.Чигогидзе (количественного анализа вентрикулограмм, 1983г.), где показана низкая корреляция степени стеноза КА и преходящей ишемии.

Безопасность и высокая доступность обеспечивают широкое использование эхокардиографии (ЭхоКГ) в диагностике ССЗ. Полуколичественные и количественные методы определения изменений общей и регионарной сократительной способности в ЭхоКГ нацелены на динамику движения стенок ЛЖ, компоненты которой являются координатами общей трехмерной деформации одного объекта – миокарда. Любой метод визуализации сердца находится в тесной зависимости с укорочением миоцитов, что всегда является результатом отношения напряжения с нагрузкой. Следует вывод, что деформация зависит от нагрузки. Любое изменение объема должно сопровождаться изменением длины мышечного волокна. Так допустим, увеличение объема в фазу диастолы должно сопровождаться удлинением мышечных волокон и наоборот – в фазу систолы. А как известно, основной задачей ССС является обеспечение и доставка должного объема крови к органам, следовательно, результирующим показателем насосной функции сердца является ударный объем (УО), который взаимозависим с напряжением стенки миокарда согласно законам гидродинамики.

Учитывая базовые физические и физиологические основы сердечной деятельности, критерии деформации стенок миокарда, ФВ и объемные показатели должны носить не взаимоисключающий, а взаимодополняющий характер.

Данное исследование посвящено изучению этих вопросов.

Цель работы: определение эффективности разработанного оригинального метода ультразвуковой оценки сегментарной функции ЛЖ по данным изменения

региональных объемных показателей, соответственно зонам нарушения коронарного кровоснабжения, для прогнозирования резервов восстановления миокарда после реваскуляризации.

Основные задачи исследования:

1. Адаптация методики расчета сегментарных параметров внутрисердечной гемодинамики и контрактильной функции миокарда ЛЖ в 2D-ЭхоКГ на основе работ по анализу рентгеноконтрастных методов исследования функции миокарда ЛЖ (количественного анализа вентрикулограмм) по Н.А.Чигогидзе et all. 1983г.
2. Определение доли вклада различных сегментов миокарда в образование общего ударного объема в норме с помощью разработанного 2D-ЭхоКГ метода.
3. Оценка соответствия топографии поражения коронарного русла с нарушениями сегментарной функции миокарда ЛЖ с помощью предложенного 2D-ЭхоКГ метода.
4. Сравнение показателей сегментарной продольной деформации с параметрами регионарной функции ЛЖ по данным предложенного 2D-ЭхоКГ метода до операции, после медикаментозной пробы с нитроглицерином и после реваскуляризации миокарда.
5. Определить диагностическую эффективность предложенного метода в оценке региональной функции миокарда и прогнозировании резервов восстановления миокарда после реваскуляризации.

Научная новизна работы:

Новизна заключается в разработке оригинальной методики оценки регионарной и общей функций ЛЖ. Впервые, с помощью определения сегментарных параметров внутрисердечной гемодинамики и контрактильной функции миокарда ЛЖ, провели количественный расчет общего резервного потенциала миокарда в ходе сублингвальной пробы с НГ, а также, оценку доли вклада различных сегментов ЛЖ в формирование его общей функции.

Практическое значение работы

На основании проведенного исследования разработана методика в 2D-ЭхоКГ, которая позволяет количественно рассчитать ожидаемую степень улучшения функции ЛЖ при планируемых вмешательствах на венечном русле. Также, количественно определить посегментарный резервный потенциал миокарда ЛЖ, как вклад каждого отдельного его участка в образование общей функции сердца, а именно: определение доли дефицита ишемизированных участков миокарда в работе сердца, как насоса, и степени компенсации неишемизированных зон. Доступность представленной методики в 2D-ЭхоКГ, не требующая дополнительного программного обеспечения, позволяет его широкое использование для динамического наблюдения пациентов.

Личный вклад автора в проведенной работе

Автором лично собран весь клинический материал на базе ИК и СХ под руководством Н.А. Чигогидзе, заведующего отделением РХЭФМИЛиАНТ (отделение рентгенохирургических, электрофизиологических методов исследования и лечения и апробации новейших технологий) ФГБУ НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. Автором самостоятельно проведена оценка современного состояния вопроса на основании данных отечественной и мировой литературы, а также выполнен весь объем представленной работы.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Используемая оригинальная методика определения сегментарных параметров внутрисердечной гемодинамики и контрактильной функции миокарда ЛЖ позволяет проводить количественный расчет регионарных нарушений при помощи 2D-ЭхоКГ без необходимости дополнительного программного обеспечения.
2. Результаты контрольной группы подтверждают неоднородность доли вклада различных участков миокарда в формировании его интегральной функции в норме.

3. Методика позволяет количественно определить наличие или отсутствие дефицита УО, что облегчает определение функционального характера стеноза КА.
4. Использование НГ позволяет количественно определить резервный потенциал миокарда ЛЖ у пациентов с ИБС с расчетом показателя дефицита или степени компенсации сегментарного УО по формуле:

$$\Delta \text{УО}_c = (\text{КДО}_c * \text{ФВ}_c) - (\text{КДО}_c * \text{ФВ}_{cn}),$$

Публикации

По теме диссертации опубликовано рецензируемые в научных изданиях 4 статьи, включенных в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования РФ. Выступления с докладом на конференциях: «Scientex conferences. 2nd International Conference on Cardiology» Франция, Париж, 2022г.; «Scientex conferences. 3rd International Conference on Cardiology» ОАЭ, Дубай, 2023г.; «Scientex conferences. 4nd International Conference on Cardiology» Таиланд, Бангкок, 2024г. Методика запатентована на территории РФ как изобретение «Способ оценки сократительной способности миокарда левого желудочка» под номером 2777235, от 01.08.2022г.

Объём и структура работы

Диссертация содержит 180 страницу машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов собственного исследования, обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Работа иллюстрирована 56 рисунками, 19 таблицами, 9 формулами. Библиографический указатель включает 53 отечественных и 72 зарубежных источников.

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Структурные и функциональные особенности коронарного кровотока при ИБС и проблемы их количественного определения

Основной причиной инвалидизации населения с ИБС является прогрессирующая сердечная недостаточность (СН) [30, 120]. Основой понимания степени ее выраженности является взаимосвязь стеноза КА с миокардиальной перфузией и сократительной функцией миокарда [13].

Коронарный кровоток (КК) уникален по своему определению. Он обеспечивает контроль системной циркуляции в организме параллельно с перфузией миокарда. Фазовость кровотока занимает важное место в оценке функционального состояния миокарда. В систолу и диастолу сердечного цикла КК имеет существенные различия. Субэпикардиальный кровоток функционирует в течение всего сердечного цикла, в то время как кровоток субэндокардиального слоя только в фазу диастолы. Известно, что высокое интрамиокардиальное напряжение возникает при снижении КК субэндокардиального слоя, что объясняет наибольшую уязвимость субэндокарда в развитии ишемического процесса даже при нативных КА.

Для оценки КК требуется понимание не только анатомо-морфологических особенностей строения, но также функциональной значимости стеноза в бассейне вовлеченных сосудов. Золотым стандартом в диагностике стеноза КА является селективная КГ, которая прошла свой длинный путь эволюции постсоветского периода [9]. Одним из наиболее существенных показателей значительных «достижений» КГ является переход от качественных определений КК по балльной системе [10] к количественным [11].

Основные КА располагаются эпикардиально, однако некоторые ветви крупных сосудов имеют тенденцию к проникновению в толщу миокарда с формированием «мостиков» (перемычек), которые в свою очередь, могут приобретать

гемодинамически значимый характер, когда сокращение поперек расположенных, миофибрилл в систолу «имитируют» сужение просвета сосуда. Логичным становится и тактика лечения данной патологии, отличная от иного вида гемодинамически значимого поражения – спазма. Последний является обратимым процессом, характеризующимся сокращением гладкомышечного слоя стенки КА с проявлением нарушений сократительной функции и перфузии миокарда [46]. Перечисленные факторы объясняют зачастую несовпадающие результаты прижизненной оценки степени стеноза на селективной КГ с результатами аутопсии [80].

Для разрешения вопроса соответствия функциональной значимости стеноза КА с данными селективной КГ необходимым является оценка размеров КА и кровотока по ним относительно кровоснабжаемой ими массы миокарда [48]. Например, гемодинамически незначимый стеноз при гипертрофии миокарда ЛЖ, в связи с повышением кислородной потребности гипертрофированной сердечной мышцы, может приобрести более выраженное значение, в то время как, например, стеноз 80-90% у пациентов со стабильной ИБС гемодинамическую значимость не приобретает за счет хорошо развитой сети анастомозов.

КК можно рассматривать как сложную систему трубопроводов, взаимосвязь которых обеспечивается посредством сообщающихся сосудов различных по размеру и глубине залегания [48]. Как известно, кровь – это типичная неньютоновская вязкоупругая жидкость, а значит практически несжимаема, и ее движение в сосудистой системе организма должно подчиняться основным законам гидродинамики. Традиционным принято считать течение крови в нормальном кровеносном сосуде как ламинарное. Однако, трудно представить вышесказанное, учитывая сложную архитектуру строения сердца и магистральных сосудов, из-за чего возникает множество противоречий законам классической гидродинамики [18]. Тем не менее, некоторые факты остаются очевидными аксиомами из прошлого.

Характер течения крови зависит от скорости ее течения, диаметра сосуда, вязкости и плотности. Комбинация перечисленных параметров формирует число Рейнольдса

(Re), посредством которого определяется переход ламинарного тока крови в турбулентный при достижении некоторого критического значения вышеуказанного показателя [7, 18]. При сужениях в артерии происходит перераспределение направления линий тока крови, что сопровождается потерей кинетической энергии движущейся жидкости, вследствие чего увеличивается градиент давления между проксимальным и дистальным сегментами сосуда и снижается его пропускная способность.

Принимая во внимание принцип Бернулли (обратная пропорциональная зависимость сопротивления и площади поперечного сужения), становится очевидным понимание пролонгированного снижения давления в стенозированном сосуде со снижением дистального коронарного сопротивления и вовлечением в процесс функционирования сообщающихся сосудов, размер и глубина расположения которых, в сочетании с градиентом давления и миокардиальным напряжением, определяют абсолютное значение коллатерального кровотока, что играет важную роль в оценке функциональной значимости поражения коронарного русла [84, 123].

Коллатеральные артерии обеспечивают постоянную перфузию миокарда. Как в норме, так и при минимальных стенотических поражениях КА, коллатеральные артерии визуализации не поддаются, хоть и существуют [6]. Однако из-за разности давления в дистальном и проксимальном участках стенозированного сосуда, сеть анастомозов активируется в зависимости от выраженности обструктивного процесса, что легко диагностируется при помощи селективной коронароангиографии (КАГ) [53]. Степень развития коллатеральных артерий определяет качество заполнения коронарного русла дистальнее обструкции, что является важным прогностическим фактором для коррекции поражения, подтверждением чему служат огромное количество работ данной тематики [39, 54, 106, 123, 124].

Несмотря на прогресс медикаментозной терапии пациентов с диагнозом ИБС, доминирующее положение в лечении данной патологии занимает хирургический подход [37]. На территории РФ отмечается прогрессирующий рост открытых

операций на КА с более низким коэффициентом летальности и отдаленными послеоперационными осложнениями кардиологического характера [7]. Благодаря новейшим технологиям расширен спектр показаний к оперативному лечению коморбидной патологии, включая клапанную дисфункцию, аритмогенную патологию, постинфарктные аневризмы, а также сопутствующие заболевания некардиологического генеза: каротидного бассейна, периферических артерий нижних конечностей, почечная недостаточность, сахарный диабет и др. [42, 29].

Расширение диагностических возможностей современной медицины, включая оценку соответствия поражения КА, миокардиальной перфузии и состояния функции сердечной мышцы у пациентов с ИБС, является актуальной задачей по причине распространенности данного заболевания.

1.2. Физика деформации (strain) и возможности ее оценки

Деформация – это фундаментальное свойство материала, при котором происходит изменение его исходной формы после воздействия какого-либо внешнего или внутреннего фактора. В кардиологии под деформацией (strain) подразумевается реакция на приложенную силу во время сердечного удара, основанная на сокращении миокарда. Это безразмерный параметр, который выражается в процентах.

При современном уровне развития технологий сердце можно рассматривать как сложный многопараметрический трехмерный объект, меняющийся в динамике. Соответственно, как деформация любого трехмерного объекта, она возникает во всех трех существующих направлениях. В сердечной мышце трехнаправленное расположение мышечных волокон – продольное, поперечное и циркулярное [93, 111]. Сокращение миокарда сопровождается укорочением сердечной мышцы в двух направлениях и утолщением ее в ортогональной плоскости, что соответствует состоянию «сжатия» миокарда. Измерения деформации проводятся относительно

направления исследуемой стенки, а не мышечного волокна [86, 64], о чем важно помнить.

В медицине определяют два вида деформации. Лагранжева деформация определяется как отношение разницы между длиной миокарда в исходном состоянии (L_0) и длиной миокарда в конце временного интервала (L), к исходной длине миокарда [76]. Если деформацию определить путем сравнения мгновенного изменения длины во время деформации за бесконечно малый интервал времени (dt), она называется естественной или Эйлеровой деформацией и соответствует деформации ткани со скоростью, при которой начальная длина сегмента не используется в качестве эталона [64, 76]. Общая истинная величина деформации представляет собой совокупность всех бесконечно малых вкладов деформации во временном интервале между t_0 и t . Если деформация невелика, то показатели Лагранжевой и естественной деформаций практически равнозначны [64, 93].

Любой метод визуализации сердца находится в тесной зависимости с укорочением миоцитов, что в свою очередь всегда является результирующей отношения напряжения с нагрузкой. Следует вывод, что деформация зависит от нагрузки. Соответственно любое изменение объема должно сопровождаться изменением длины мышечного волокна. Так, допустим, увеличение объема в фазу диастолы должно сопровождаться удлинением мышечных волокон, а в фазу систолы - укорочением. Таким образом деформация находится в тесной зависимости с объемными показателями [95, 19], в частности с УО, который является главным слагаемым насосной функции сердца.

Наиболее широко используемый показатель в оценке напряжения миокарда является глобальная продольная деформация (Global longitudinal strain, GLS). Как известно, субэндокардиальный слой наиболее «ранимый» для ишемического поражения миокарда, и направление мышечных волокон в нем продольное. Становится понятным приоритет показателя GLS, который является надежным маркером выявления субклинических форм дисфункции ЛЖ, включая ранние стадии СН [21, 38, 51, 90].

1.3. Методы оценки регионарной и общей функции миокарда

Несмотря на огромный опыт и колоссальный прорыв медицины в оценке функционального состояния миокарда, использование всего полученного материала для определения точного заключения постоянно наталкивалось на методическую незавершенность. Основной причиной является отсутствие отправной точки отсчета, то есть единой математической модели исследования, что не позволяет динамически наблюдать регионарную и общую функции миокарда ЛЖ для прогнозирования восстановления сердечной мышцы после реваскуляризации. Это означает, что различные методы «некорректно» сравнивать между собой с точки зрения достоверности, а значения нормы должны иметь достоверность только в рамках используемого метода.

Для оценки жизнеспособного миокарда применяют как неинвазивные, так и инвазивные методики. Неинвазивные способы, помимо исследований в покое, включают в себя также нагрузочные пробы с электрокардиографией (ЭКГ), УЗД, магнитно-резонансной томографией (МРТ), компьютерной томографией (КТ) и сцинтиграфией. Интракоронарное определение резерва кровотока при выполнении КГ является единственным инвазивным методом. Оценка состояния миокарда возможна как отдельно каждым способом, так и комбинациями вышеуказанных способов.

Применение ультразвуковых (УЗ) методов в покое основаны на субъективной оценке кинетики с определением индекса нарушения локальной сократимости (ИНЛС) или толщины стенки различных участков миокарда [25, 61]. С помощью 2D-ЭхоКГ легко и безопасно визуализируются состояния всех структур сердца после ИМ с сопутствующими механическими осложнениями. Основной задачей данной методики является оценка прогноза всех осложнений, однако в основе последнего мнения сильно расходятся. Часть исследовательских работ доказывает

прогностический вес глобальной ФВ в первые сутки после острого ИМ как предиктора общей смертности [91]. Другие авторы в своих исследованиях приводят доводы о значимости конечного систолического объема (КСО), как главного критерия выживаемости пациентов после ИМ [50]. Небольшая часть исследований посвящена динамике ИНЛС, где отмечен факт увеличения данного показателя среди 144 пациентов с острым ИМ и тромболизисом на протяжении 18 месяцев наблюдения [61]. Результаты множества исследований демонстрируют более раннее проявление изменений показателя GLS по сравнению с другими критериями даже при доклинической форме СН [21, 26, 38, 51, 90, 92, 103, 113, 114]. Олейников В.Э. и др. (2021) представили результаты полугодового наблюдения после реваскуляризации 114 пациентов с ИМ с подъемом сегмента ST, у которых снижение $GLS < 9,5\%$ в остром периоде ИМ прогнозирует развитие СН с $ФВ < 40\%$, тем самым доказывая высокую информативную ценность GLS [26]. Mohammadzadeh A. et al (2023) демонстрируют наибольшую диагностическую точность показателя циркулярной деформации с пороговым значением $-8,809\%$ (специфичность 71%, чувствительность 81%) в исследовании по выявлению жизнеспособного миокарда на 43 пациентах с ИМ в подострой фазе без использования контрастных веществ [90].

Согласно рекомендациям АСС/АНА, использование нагрузочных проб обеспечивает более точный прогноз исследуемых показателей в ЭхоКГ [99]. Стресс-ЭхоКГ позволяет предположить и оценить резервный потенциал различных участков миокарда ЛЖ [36, 83], чего не может обеспечить однократное проведение ЭхоКГ пациентам с ИБС, несмотря на свою высокую специфичность и чувствительность [62]. Использование медикаментозной стресс-ЭхоКГ позволяет обосновать результаты применения инотропной стимуляции для выявления жизнеспособного миокарда [60, 36]. В качестве субстрата используются вазодилататоры или добутамин, специфичность которых составляет 64-100% и 82-85% соответственно, а

чувствительность - 56-96% и 79-83% [62]. Работа Varga A. с соавторами демонстрирует достаточно низкий показатель осложнений в 0,1% случаев после медикаментозных нагрузочных тестов [119]. Со временем значительно расширяется диапазон показаний для использования медикаментозной стресс-ЭхоКГ, среди которых оценка клапанных и врожденных пороков сердца, гипертрофической кардиомиопатии и не только [97, 115, 118].

Контрастное ЭхоКГ с использованием стабилизированных микропузырьков позволяет за малый временной промежуток более четко оценить регионарную функцию и перфузию миокарда с высокой чувствительностью (91%) по сравнению со стресс-ЭхоКГ (74%) [35]. Ограничение применения данного метода в основном обусловлено коротким сроком функционирования микропузырьков (до нескольких минут), после чего происходит их распад при взаимодействии с ультразвуковыми лучами и безопасная элиминация из организма [35, 74].

Существует два метода визуализации деформации в УЗД. Количественная методика диагностики стресс-ЭхоКГ с тканевой доплерографией (ТКДГ, анализ деформации стенки) не нашла своего массового применения в силу высокой технической ограниченности из-за прямой зависимости результатов от угла сканирования [112]. Однако, исследования Stoylen A. et. al. (2021) доказывают высокую информативность ТКДГ в сочетании со стресс-ЭхоКГ [112]. Решением ограничений ТКДГ стала разработка еще одного метода количественной оценки миокарда - спекл-трекинг ЭхоКГ (speckle tracking echocardiography, метод отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового исследования). Метод зарекомендовал себя как информативный с высокой специфичностью и чувствительностью, лишенный всех недостатков присущих ТКДГ [21, 38, 77, 92]. Отсутствие единых показателей нормы для продольной, радиальной и циркулярной деформаций являются весомым ограничивающим фактором данной методики, наряду с прямой зависимостью от качества изображения [3, 69, 51].

Последнее десятилетие, «дочерняя» от speckle tracking программа визуализации вектора скорости (velocity vector imaging, VVI) обеспечивает разнонаправленную количественную оценку движения стенок ЛЖ [70]. Помимо вышеуказанного, VVI также используется в оценке кровотока магистральных артерий [65, 102]. Однако высокая зависимость от программных обеспечений, созданных индивидуально каждой фирмой и ограниченное количество информации в литературных источниках препятствуют его массовому использованию. Тем не менее с каждым годом увеличивается количество экспериментальных работ, посвященных VVI. Так, в больнице Цзяннаньского университета провели исследование критериев деформации миокарда на 35 пациентах с диагнозом ИБС, которым было выполнено эндоваскулярное вмешательство со стентированием КА [125]. Динамика изменений продольной и радиальной деформаций с помощью VVI свидетельствует об их увеличении в период через 1 неделю и через 1 месяц после лечения без достоверных различий между собой, за исключением некоторых сегментов миокарда ($P > 0,05$).

МРТ оценка жизнеспособного миокарда имеет множество вариантов, высокая разрешающая способность которой объясняет максимальную точность в определении объемных показателей сердца и контрактильной функции ЛЖ. Использование МРТ с контрастированием в выявлении жизнеспособного миокарда имеет высокую чувствительность (89%) и среднюю степень специфичности (80%) [22, 110]. В исследовании Mewton N, et al. (2013) впервые предложенный показатель индекса глобальной функции (ИГФ) ЛЖ с помощью МРТ, доказывает важность определения объемов ЛЖ наряду с оценкой его ремоделирования [95], что подтверждают другие авторы исследований в МРТ [75, 82, 66, 67], а также в ЭхоКГ [19, 24, 20, 47].

Также имеются работы сравнительного анализа МРТ и 2D-ЭхоКГ [23, 55, 56, 59], где определение жизнеспособности дисфункционального миокарда при МРТ определяли благодаря критерию χ^2 Пирсона и результат был достоверно выше результатов ЭхоКГ ($p < 0,001$) [23]. В свою очередь использование добутина как агента фармакологической пробы в МРТ аналогичное, как и в ЭхоКГ, с одной лишь

разницей – в большей пространственной доступности при МРТ. Так, в работе Burr et al. приводится сравнительный анализ результатов ЭхоКГ и МРТ 103 пациентов с использованием низких доз добутамина до и после реваскуляризации миокарда, где существенных различий в результатах оценки сократительного резерва не выявлено (85% и 92% соответственно) [59]. В работе Almusawi A.H.Ah. et al. (2020) 38 пациентам с постинфарктной систолической дисфункцией проводили на первом этапе оценку GLS при помощи 2D-ЭхоКГ, а далее выполнили МРТ с гадолинием и результаты исследования доказали высокую специфичность (89,7%) и чувствительность (91,5%) метода МРТ с перфузией в отличие от 2D-ЭхоКГ [55].

Усовершенствования КТ позволяют нивелировать ограничения МРТ в диагностике ССЗ, как в вопросах пространственных возможностей, так и уменьшения лучевой нагрузки [88, 89]. Работа Мочизуки Д. и др. (2024) демонстрирует высокую информативность КТ с использованием йода в оценке жизнеспособного миокарда. На примере клинического случая пациента с хроническим ИМ передней локализации доказано присутствие живого миокарда в передней стенке, несмотря на гемодинамически значимый стеноз проксимального сегмента ПМЖВ [88]. В сравнении с МРТ, который может быть противопоказан пациенту, несомненным приоритетом КТ с йодом является его неинвазивность [88].

В основе радиоизотопных методов исследования принято использование радиофармпрепаратов (РФП), от вида которого выделяют: позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), которые доказывают неравнозначный характер миокардиального кровотока как в норме, так и при патологии. ПЭТ является золотым стандартом в определении жизнеспособного миокарда благодаря оценке перфузии на клеточном уровне.

Преимущества и недостатки каждого вышеперечисленного метода носят в целом взаимодополняющий характер, что является основополагающим вектором усовершенствования технологий определения функционального резерва миокарда.

1.4. Возможности медикаментозной вазодилатации в определении резерва КК.

Нитроглицерин и его гемодинамические эффекты

Сочетание резерва КК с сохранными кардиомиоцитами (КМЦ) позволяют объединить варианты обратимой дисфункции сердечной мышцы в понятие «жизнеспособный миокард». Степень и длительность ишемического процесса в артерии определяют наличие или отсутствие жизнеспособного миокарда [27]. Если дисфункция миокарда приобретает необратимый характер, то она ведет к прогрессивной деструкции компонентов КМЦ, последующим перифокальным воспалением и развитием соединительной ткани в виде склеротического рубца с дальнейшим формированием аневризмы или ее отсутствием [27].

Нарушения обменных процессов в сердечной мышце с его сократительной дисфункцией на фоне длительно протекающей ишемии, но без некроза ткани, формируют «спящий» миокард. В отличие от гибернации, «оглушенный» миокард располагается в области эпикарда с наиболее развитой системой сообщающихся сосудов, что обеспечивает сердечной мышце способность к самостоятельному восстановлению контрактильной функции [25].

Одним из используемых вазодилататоров в качестве фармакологического агента является НГ, многообразие форм которого значительно упрощает его массовое использование в терапевтических целях. Сосудорасширяющий эффект на венозное и артериальное русла обеспечивают уменьшение пред- и пост- нагрузки, способствуя улучшению перфузии всего миокарда [25]. Доказано усиление КК под воздействием НГ за счет снижения тонуса сосудов, увеличение кровотока в субэндокардиальном слое, а также увеличение коллатерального кровообращения в сосудах субэпикардиального слоя даже при обтурированной КА [73]. Гемодинамические изменения в большей степени систолического артериального давления, снижение капиллярного легочного давления заклинивания и давления в правых отделах сердца обеспечивают снижение общей нагрузки на сердце [25, 73].

Применение НГ свидетельствует об оптимизации регионарной функции миокарда и снижении общих показателей летальности как на ранних, так и на отдаленных сроках. Так, в исследовании Tillich J. et al (1990) доказана высокая прогностическая ценность НГ, в основе которого лежит оценка обратимости диастолической дисфункции ЛЖ рестриктивного типа с сублингвальным использованием 0,5 мг НГ и динамическим его наблюдением [117].

Авторами был определен НГ в качестве агента фармакологического теста, который в отличие от иных медикаментозных средств имеет ряд преимуществ: простота в использовании, доступность, менее выраженные осложнения и эффективность.

1.5. Сократительная функция сердечной мышцы и ее диагностика

1.5.1. Мышечная модель Хилла

Поперечнополосатая сердечная мышца представляет собой нечто среднее по строению между скелетной и гладкой мышечными тканями и обладает рядом уникальных особенностей. Одной из них является способность к сокращению, то есть преобразовывать энергию электрохимических реакций в механическую работу, тем самым обеспечивая мышечную работу.

Сократительные белки (актин и миозин), представленные в виде структурированных тонких и толстых нитей, формируют саркомер [105]. Количество активных саркомер, в свою очередь, определяют степень напряжения в мышце, или уровень силы сократительной функции. Импульсом для сокращения является потенциал действия, который обеспечивает деполяризацию цистерны саркоплазматического ретикулума с высвобождением ионов кальция [40, 45]. Далее запускается механизм соединения поперечных мостиков между актином и миозином, а также высвобождение энергии после распада АТФ, в результате чего саркомер укорачивается, следовательно, и вся клетка, если миоцит не нагружен [40].

Для понимания основных механизмов сократительной функции миокарда и способности хоть в каком-либо эквиваленте ее определения необходима модель исследования клетки или мышцы (клеточная, математическая, органная и др.) [15]. Достоверность полученного результата во многом зависит от выбранной модели. Наиболее распространенной является механическая (трехкомпонентная) модель Хилла (рисунок 1), которая, претерпев ряд оспариваний и модификаций, сохранила свое признание [45].

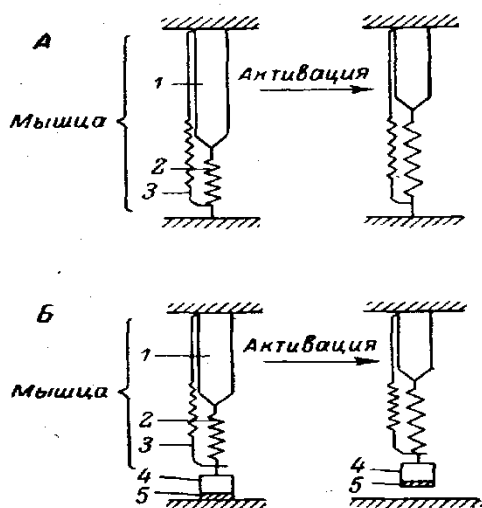


Рисунок 1. Трехкомпонентная (механическая) мышечная модель A.V. Hill

А – изометрическое, Б – изотоническое сокращение, зарегистрированное методом последующей нагрузки. Левая половина рисунка – положение в покое, правая половина – при сокращении: 1 – сократительный элемент, 2 – эластический элемент, последовательно соединённый с сократительным элементом, 3 – эластический элемент, параллельно соединенный с сократительным элементом, 4 – последовательная нагрузка, 5 – предельная нагрузка

Сократительный элемент является первым компонентом, свободно растяжимым в покое и укорачивающимся при активации. Он последовательно соединен с упругим эластическим элементом, и они не участвуют в создании напряжения покоя. Упругий элемент - второй компонент, имеет способность к растяжимости. Следующий, третий компонент, - упругий элемент, параллельно расположенный, определяет напряжение покоя мышечных волокон (то есть диастолическое напряжение). Известно, первый

элемент модели Хилла находится на поперечных мостиках, соединяющих во время сокращения толстые миозиновые и тонкие актиновые нити, локализация же последовательного упругого элемента неясна и до сих пор является предметом для споров [109]. При стимуляции сократительный элемент переходит в активное состояние, проявляющееся укорочением (если конец мышцы свободен) или развитием напряжения (при фиксации мышцы) [45]. В основе формирования силы с последующим изменением длины элемента лежат химические процессы, участвующие в генерации активного состояния, которая в свою очередь имеет тесную зависимость от исходной длины волокна.

Прямое измерение химических или энергетических результатов в модели встречает ряд препятствий, и лишь аппроксимируя через эквиваленты (единицы выражения) выбранного из существующих методов является возможным определение абсолютных показателей сокращения. Метод «быстрого освобождения» позволяет количественно определить изменения активного сокращения мышцы через показатель скорости укорочения первого компонента во времени [109]. В отличие от метода быстрого высвобождения, для метода «последующих нагрузок» необходимым условием является фиксированная исходная длина волокна и создание условий перехода изометрического состояния в изотоническое [109]. Еще один метод - «скользящие нити», в основе которого количество комплекса актин-миозиновых взаимодействий и есть сила, генерируемая первым элементом, а скорость ее изменения равна скорости гидрализации этим комплексом АТФ [109].

Сокращение миокарда создает напряжение. В препарате нефиксированной мышцы или миоците, эта сила напряжения приводит к процессу укорочения с последующим удлинением (изотоническое сокращение). Если сокращение мышцы развивает силу без укорочения, оно называется изометрическим. Это состояние существует во время изоволюмического сокращения до тех пор, пока напряжение, увеличиваясь не сравняется с нагрузкой и не превысит его.

Основные три показателя, формирующие адекватную сократительную способность мышечного волокна: сила, скорость укорочения сократительного компонента и длина волокна [109]. Количество активных функциональных единиц сердечной мышцы (саркомер), изменение исходной длины волокна с увеличением возможных поперечных связей, а также скорость высвобождения актомиозиновых связей в них определяют силу и скорость сократительного процесса в миокарде [105]. Соотношение «сила – скорость» позволяет судить о работе мышцы и ее мощности. Работа же рассматривается как произведение нагрузки на укорочение мышцы, а мощность - произведение нагрузки на скорость укорочения исследуемой мышцы [45].

1.5.2. Сердечный цикл и отношение давления к объему

Понимание принципа сердечной деятельности и его контрактильной функции заложены в базовых составляющих сердечного цикла, который берет свое начало в работах анализа внутрижелудочкового давления Wiggers [41], представленного на рисунке 2. Следует отметить, что диаграмма не учитывает эффектов инерции крови, которая за счет положительного градиента ускоряет ток даже неподвижной крови, что наблюдается в систолу предсердий, в период изгнания и раннего наполнения.

Традиционно систола желудочков включает в себя два периода. Период напряжения начинается с фазы неравномерного распространения возбуждения в атипических КМЦ, что приводит к их асинхронному сокращению. В последующую фазу изоволюмического сокращения происходит постепенное увеличение напряжения в КМЦ и давления в полости ЛЖ при этом без изменения его объема, следовательно, и без деформации. Далее, в период изгнания, уменьшается объем, что приводит к деформации, которая проявляется утолщением стенки миокарда и укорочением ЛЖ.

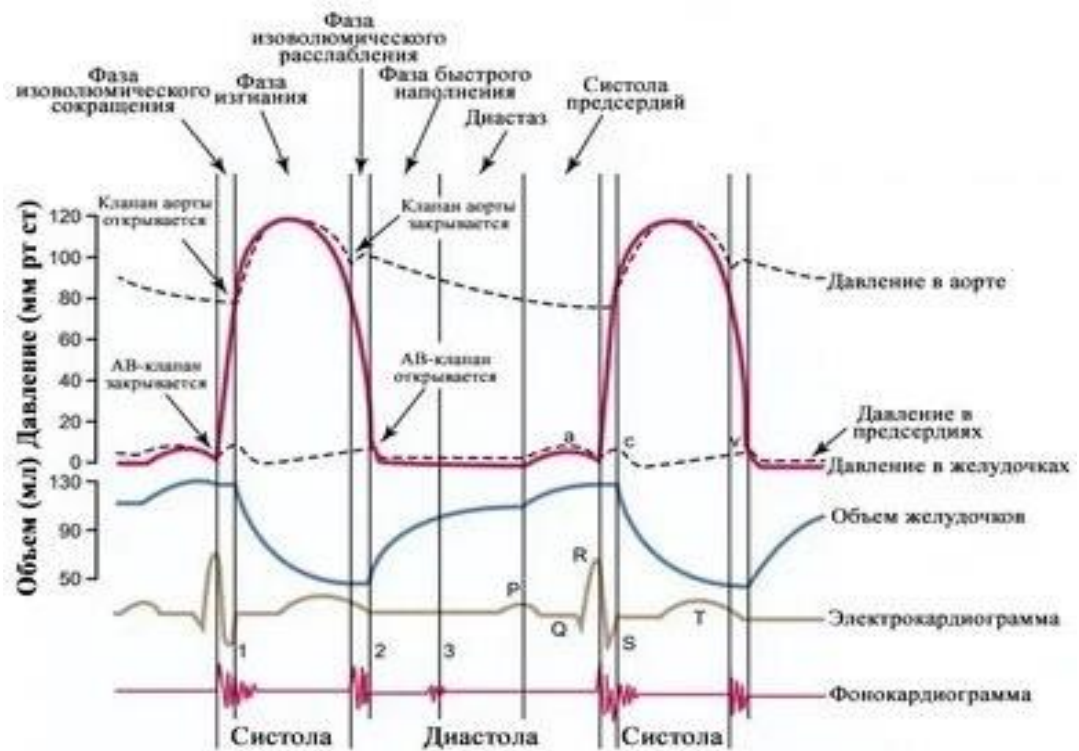


Рисунок 2. Диаграмма сердечного цикла Wiggers. Кривые давления в аорте, предсердиях, желудочках, кривая объема желудочков, ЭКГ и фонокардиограммы. Открытие и закрытие атриовентрикулярного (АВ) клапана происходит в месте пересечения кривых предсердий и желудочков. Открытие аортального клапана (АоК) происходит в месте пересечения кривой давления в ЛЖ и давления в аорте. Закрытие АоК происходит в дикротической вырезке кривой аорты, однако кривые давления пересеклись намного раньше - во время фазы выброса. Изометрическое сокращение находится между закрытием АВ клапана и открытием АоК. Изометрическое расслабление находится между закрытием АоК и открытием АВ клапана

Первая составляющая периода изгнания – быстрая фаза, характеризующаяся нарастанием внутрижелудочного давления до определенного предела. Деформация в эту фазу представляет собой фактически активное сокращение с увеличением напряжения до максимума. Достигнув пика, давление начинает постепенно снижаться, однако напряжение не исчезает, а лишь начинает снижаться по мере уменьшения объема крови из-за продолжающегося изгнания. Учитывая, что это вторая фаза медленного изгнания, объем полости продолжает уменьшаться, и кровь

стремительно ускоряется до скорости выброса. Благодаря этому даже при падении давления некоторое время кровь будет продолжать течь по инерции. Пассивный процесс уменьшения объема ЛЖ в фазу медленного изгнания также приводит к деформации, и в то же время мышца расслабляется.

Снижение напряжения – показатель расслабления для изолированного миоцита и мышцы в виде удлинения. Как только мы переходим от изолированной мышцы к полному желудочку, ситуация перестает быть линейной и больше усложняется. Если изолированная мышца в начале расслабления начинает удлиняться, то интактная сердечная мышца в начале периода расслабления продолжает сокращаться, но напряжение при этом уже снижается из-за снижающегося давления. Вышесказанное свидетельствует о том, что цикл сокращения изолированной мышцы (или миоцита) не является в физиологическом смысле эквивалентом циклу сокращения в интактном сердце [41, 45, 109].

Диастола – это период сердечного цикла, когда миокард желудочков находится в расслабленном состоянии. Понятие «расслабления» сердца необходимо начинать с периода протодиастолы, когда давление в ЛЖ снижается настолько, что становится меньше, чем в аорте [41]. В этот момент закрывается аортальный клапан (АоК), и в раннюю диастолу начинается период изоволюмического расслабления. Митральный клапан (МК) и АоК закрыты, соответственно величина объема постоянна, и происходит стремительное снижение внутрижелудочкового давления до уровня давления в левом предсердии (ЛП) [41].

Во время изоволюмического расслабления происходит «раскручивание» верхушки ЛЖ, чему способствует ранее накопленная систолическая энергия, которая обеспечит движение отделов желудочка по часовой стрелке. В результате этого практически одновременно в области верхушки ЛЖ удлиняется и укорачивается у основания, что будет соответствовать деформации в данных участках [112]. Вышесказанное приведет к перераспределению внутрижелудочкового объема от основания к верхушке, чему также будет способствовать движение МК.

Перед открытием МК уже будет запас некоторой потенциальной энергии сжатия миокарда, которая образуется при деформации каркаса волокон (ретикулиновые, эластические и коллагеновые) сердечной мышцы во время сокращения. Накопленная энергия обеспечивает тот факт, что перераспределение объема в ЛЖ опережает процесс поступления «задерживающейся» крови из ЛП [57]. Период наполнения в диастоле представлен активно и пассивно протекающими процессами. Три фазы, формирующие период наполнения: фаза быстрого активного наполнения, фаза медленного пассивного наполнения (диастазис) и систола предсердий.

Фаза быстрого наполнения в раннюю диастолу считается «пассивным» процессом, так как позднее наполнение является результатом сокращения предсердий. Однако, расслабление - достаточно энергозатратный процесс и соответственно миокард в эту фазу далеко не пассивен. Скорость заполнения кровью полости ЛЖ достигает своего максимума в фазу быстрого наполнения и сохраняется таковой в области основания и срединной части желудочка. Сложное направление импульсивной струи диастолического кровотока обеспечивает накопление кинетической энергии, которая будет суммироваться с ранее накопленным запасом в систолу. Вышеупомянутые процессы, а также отношение скорости падения желудочкового давления к предсердному будут способствовать открытию МК.

С точки зрения физики, для осуществления общепринятого понятия «всасывание» необходимо приложить усилие (напряжение) для создания градиента давления. Однако в интактном сердце заполнение кровью происходит в период расслабления, а значит сердце не должно создавать напряжение в это время, соответственно и выполнять функцию «насоса». Иными словами, это кровь заполняет полость ЛЖ, а не ЛЖ всасывает кровь [57]. Тем не менее необходимо принимать во внимание сложное строение миокарда и момент раскручивания верхушки по часовой стрелке, с которого собственно диастола и начинается. Последнее в свою очередь способствует току крови к желудочку, соответственно большая часть объема притекающей крови к ЛЖ

является результатом инерции. С окончанием фазы раннего наполнения расслабление ЛЖ заканчивается.

В фазу диастазиса и позднего наполнения миокард ЛЖ находится буквально в пассивном состоянии и любые деформации будут опосредованы его пассивным растяжением редуцированной порцией крови, которые заканчиваются сокращением предсердий. Во время сокращения ЛП происходит восстановление КДО и длины ЛЖ.

На долю систолы предсердий приходится 15-30% от всего объема притекающей крови к ЛЖ, остальная же часть (60-85%) крови приходится на долю быстрого и медленного наполнения [58]. Активность предшествующего периода изоволюмического расслабления обеспечивает такое неравнозначное участие в формировании КДО. Чем больше изометрическое расслабление (в физиологически допустимом диапазоне) тем больше и изометрическое сокращение, потому что эти два процесса протекают симметрично [52]. Иначе говоря, активность систолической функции ЛЖ определяется состоянием его диастолы, а основа для понимания этой зависимости и есть закон Франка - Старлинга.

По мнению Р. Горлина: «состояние сердца не является изометрическим, а возможно, даже и не изоволюмическим во время предшествующей выбросу крови фазе сокращения. Вероятно, точно говорить о мышечной работе интактного сердца можно только при определении изменений конкретного сегмента, его длины, поперечного сечения, массы и кривизны» [12]. Мнение автора нашло множество доказательств в работах других исследователей. Так, ранние исследования Поллака [101] и Нобле [94], доказывающие, что максимальная скорость укорочения мышцы и максимальная скорость укорочения сократительного элемента - не равносильные понятия относительно применимости в качестве меры инотропной оценки миокарда [108].

В норме баланс коллагена и эластина формируют напряжение стенки. Дисбаланс вышеуказанного ведет к развитию жесткости (ригидности) стенки, которая в свою очередь предопределяет отношение конечного-диастолического объема (КДО) и

конечного диастолического давления (КДД) [96]. А значит, при наполнении полости ЛЖ с одинаковым давлением ишемизированный миокард будет способствовать неравномерному характеру напряжения стенки и объемному перераспределению.

Отношение «длина – напряжение» в изолированной мышце равносильно для понимания соотношения давления к объему в интактном сердце, что определяет интенсивность сокращения [96]. Объяснение этому скрывается на графике зависимости давления и объема (рисунок 3).

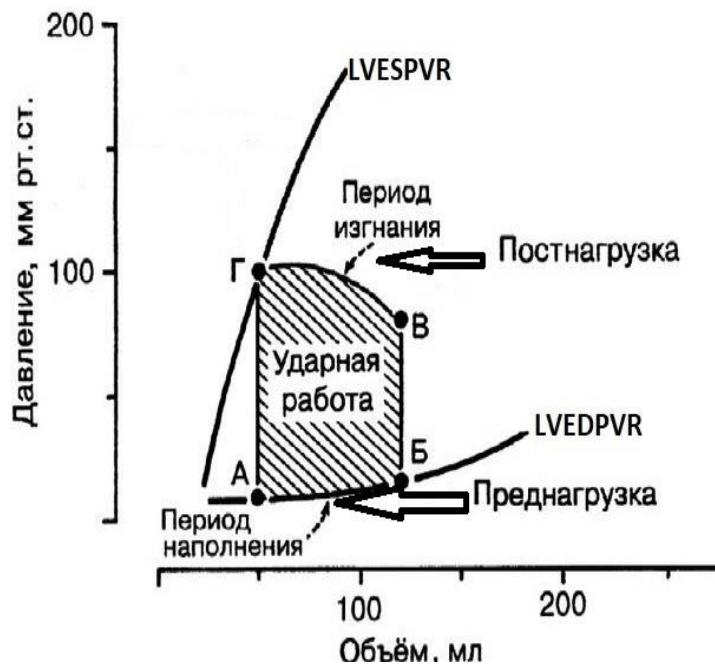


Рисунок 3. Петля давления-объема. В каждую фазу сердечного цикла давление в ЛЖ изменяется в зависимости от его объема. А – МК открыт, Б – МК закрыт, В - АоК открыт, Г - АоК закрыт. АБ – период наполнения, БВ – изоволюмическое сокращение, ВГ – период изгнания, ГА – изоволюмическое расслабление. LVEDPVR – расслабленное состояние, LVESPVR - состояние сокращения.

Все начинается с кривой растяжимости и кривой сокращения. Кривая растяжимости (LVEDPVR, Left Ventricular End-Diastolic Pressure-Volume Relations) – это зависимость КДД и КДО. Кривая силы сокращения (LVESPVR, Left Ventricular End-Systolic Pressure-Volume Relations) – это зависимость конечно-систолического давления (КСД) и объема, то есть момент, когда ЛЖ полностью сокращен (КСО).

Постнагрузка представляет собой напряжение стенки ЛЖ в течение всего периода изгнания крови. Вышесказанное поясняется законом Лапласа, согласно которому напряжение в полости ЛЖ интактного сердца равно произведению давления в ЛЖ на радиус полости ЛЖ, деленные на удвоенную толщину его стенки: (1)

$$T = \frac{P \cdot r}{2 \cdot w},$$

где T – напряжение стенки;
 P – давление в левом желудочке;
 r – радиус кривизны левого желудочка;
 w – толщина стенки левого желудочка

Из вышесказанного становится очевидной прямая пропорциональная зависимость напряжения стенки и давления в ЛЖ. Однако сила и давление не синонимы, и данный факт часто остается незамеченным. Исходя из формулы 1: при одинаковом давлении в полостях разного диаметра напряжение в их стенках будет различаться, и соответствовать радиусу данной полости. Например, раздутая резиновая перчатка, где ладонная и пальчиковая части будут иметь разное напряжение стенки, несмотря на одинаковое давление заполнения [48].

Преднагрузка представляет собой напряжение стенки ЛЖ в конце диастолы, то есть перед сокращением. С ее увеличением напряжение стенки (сила) и УО соответственно возрастут до определенного предела работоспособности миокарда только при неизменных значениях ЧСС, постнагрузки и ригидности стенки ЛЖ - это всем известный эффект Франка - Старлинга. Вышесказанное не означает, что удлинение саркомер будет пропорциональным [48, 96].

Чем больше растянута полость ЛЖ объемом, тем больше напряжения необходимо миокарду для вытеснения крови. Сила, которую должна развить сердечная мышца для сокращения находится в прямой зависимости от КДО и КДД, как было отмечено выше. У больных ИБС происходит изменение ригидности стенки на фоне изменяющегося ее напряжения в связи с ишемическими процессами. Отсутствие

адекватной сократимости массы миокарда ЛЖ у этих пациентов теоретически должно привести к увеличению КДО. Однако доказано присутствие в ишемизированном миокарде КМЦ с компенсаторной повышенной активностью, которые поддерживают УО до возможного своего максимума [109], что является определяющим фактором геометрической реорганизации полости ЛЖ, а значит и радиуса кривизны в различных его участках.

Составной частью кривой функции выброса и наполнения ЛЖ являются его объемные показатели, которые находятся в тесной зависимости с напряжением стенки миокарда. Становится очевидным понимание необходимости наиболее точного определения вышеуказанных критериев.

1.6. Объемные показатели ЛЖ и их оценка

Официальной первой статьей в эхокардиографии является работа, где инженером Hertz впервые зафиксировано изображение движения стенок ЛЖ и МК в модальном режиме. История определения объемных показателей полости ЛЖ в ЭхоКГ берет свое начало в работах Dodge (1960) [33]. В основе данной работы расчет объема эллипсоида вращения по короткой оси из М-модального режима одномерной ЭхоКГ. Длинная ось приравнивалась к удвоенному конечному диастолическому размеру (КДР), из-за невозможности ее определения в реальном времени из вышеуказанного доступа. Формула расчета:

(2)

$$V_{\text{ЛЖ}} = \frac{8}{3} \cdot \frac{S_L^2}{\pi \cdot L},$$

где $V_{\text{ЛЖ}}$ – напряжение стенки;
 S_L – площадь левого желудочка по короткой оси;
 L – размер полости левого желудочка по короткой оси

Экспериментальные данные Teichholz et al. (1960) доказали, что в зависимости от размера сердца соотношение длинной оси (L) к короткой оси (D) составляет от 1,2:1 до 3,2:1. Вышесказанное подвергло сомнению достоверность измерения КДО, КСО и ФВ исходя из расчета по формуле Dodge - $L = 2D$.

В период с 1973 по 1975 г. происходит активное развитие различных методов диагностики ССЗ. В частности, для определения сокращающихся участков миокарда, не вовлеченных в аневризму, большая роль принадлежит работам Kitamura и Watson. В работах Rulants (1975) представлен сравнительный анализ сопоставимости мультиксенографических изображений и вентрикулограмм. У пациентов без выявленной сердечно-сосудистой патологии результаты КДО и ФВ мультиксенограмм были достоверно ниже вентрикулографических измерений, что обусловлено неким углом «α» отклонения томографического сечения при мультиксенограмме от главного сечения вентрикулографического изображения. Однако у пациентов с ИБС показатели ФВ и КДО на мультиксенограммах заметно завышены в сравнении с результатами вентрикулографического исследования.

В 1976 году Teichholz разрабатывает формулу расчета объемных показателей полости ЛЖ из М-режима:

$$V_{\text{ЛЖ}} = \frac{7,0}{(2,4 + P)} \cdot P^3,$$

где $V_{\text{ЛЖ}}$ – объем левого желудочка;
P – переднезадний размер желудочка.

В этом же году Teichholz et R.Gorlin на 100 вентрикулограммах из правопередней проекции определяют зависимость главных и второстепенных осей ЛЖ, демонстрируя хорошую корреляцию (0,97) при условии, что сократительная способность различных сегментов миокарда носит симметричный и однородный характер [116]. У пациентов с асинергией данное допущение не позволяет применение методики.

Этап оценки объемных показателей ЛЖ посредством объема протекающей крови через МК (Rossamusen, 1978) встречает ряд ограничений, так как авторами не учитывается роль трансклапанного градиента давления, эластического аппарата МК и АоК.

Далее начинается эпоха 2D-ЭхоКГ, где за основу формы ЛЖ берется также удлинненный эллипс с вычислением площади фигуры из проекций коротких осей и определением длинной оси ЛЖ (методика «площадь - длина»). Однако полость ЛЖ, как в норме (во время систолы), так и в патологии, не является удлинненным эллипсом. Данный факт лег в основу новой методики расчета объемных показателей сердца, где применили параболическое правило Симпсона, используемое в математике для интегрального определения объема криволинейных фигур (рисунок 4).

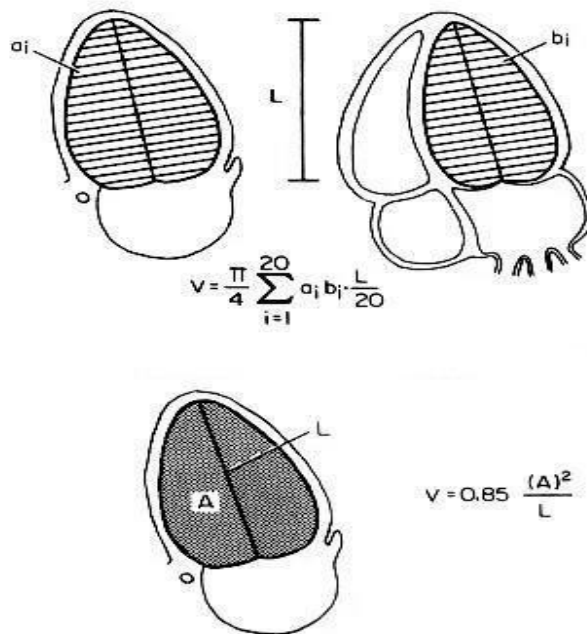


Рисунок 4. Схема измерения объема ЛЖ с помощью модифицированной формулы Симпсона и методом «площадь - длина» на одной плоскости

Коллектив ученых во главе с Nelsok (1979) разрабатывает методику парной биплановой 2D-ЭхоКГ, в которой использовались две проекции ЛЖ с получением парных томографических изображений. Изображение, полученное по короткой оси сердца, аппроксимировали с левой передне-косой проекцией на ангиокардиограмме.

Результат по длинной оси рассматривался как вентрикулограмма из правой передне-косой проекции. Расчет объемных показателей осуществляли при помощи формулы Симпсона [33].

В 1979г. Eaton L.W. et all. проводят огромное количество опытов на собаках и разрабатывают методику определения трехмерной модели ЛЖ без серьезных геометрических допущений [68, 121]. Были выполнены серийные изображения сечений перпендикулярно длинной оси сердца с интервалом в 3мм. Собачьи сердца с перекрестным кровообращением помещались в резервуар (рисунок 5).

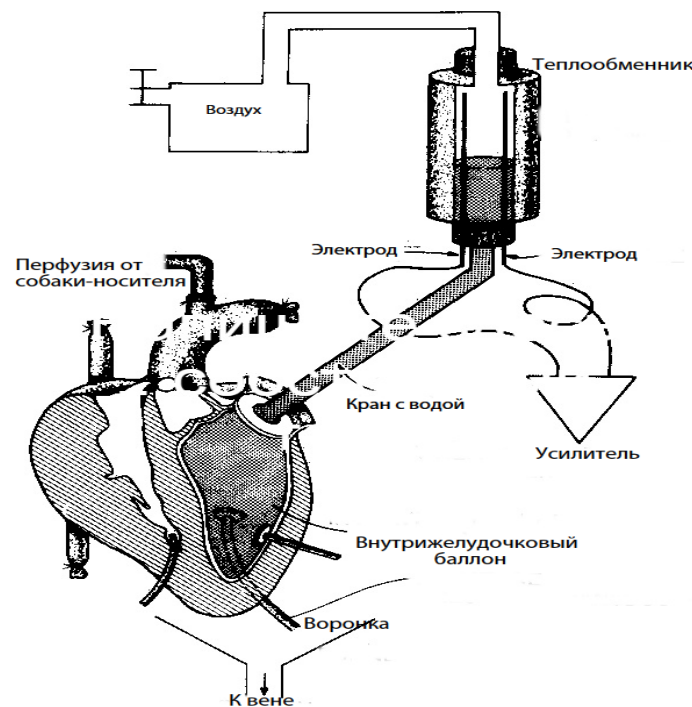


Рисунок 5. Изолированный препарат для сердца собак с перекрестной циркуляцией. Аорту подвешенного донорского сердца перфузируют артериальной кровью от собаки-носителя, к которой возвращается венозная кровь. Поперек кольца МК пришта неэластичная нейлоновая пуговица. Внутрижелудочковая сторона кнопки прикреплена к тонкому, наполненному водой латексному баллону, который занимает полость левого желудочка. Этот баллон заполняется и опорожняется в объемную камеру (с точностью до 0,5 мл / 100 мл), которая воспринимает изменения объема как изменение проводимости. Условия загрузки контролируются путем изменения давления заполненного воздухом резервуара. Эпикардиальные электрокардиостимулирующие электроды пришта к ЛЖ.

Прямой объем ЛЖ определяли волюметрической камерой, к которой подсоединен внутрижелудочковый баллон, расположенный в выводном тракте ЛЖ (рисунок 5). Сравнительный анализ результатов прямых измерений объема и эхо способом продемонстрировали корреляционную зависимость с ошибкой на долю прямых измерений 1,01, что составило 0,44 мл, и на долю эхо исследования – 0,972 (2,93 мл).

Разнообразие методов определения объемных показателей ЛЖ вызвано сложностью его пространственной конфигурации, что и легло в основу представления полости фигурами правильной геометрической формы. Такие модели позволяют вычислить объемные показатели полости, имея лишь несколько ее линейных размеров. Коллектив во главе с Edward (1979) проводил крупное исследование при помощи двухмерной эхографии и в М-модальном режиме сравнительного анализа измерения объемных показателей различных патологических состояний ЛЖ всеми существующими на тот момент способами: формула Симпсона, биплановый эллипсоид, полусферацилиндр, одноплановый эллипсоид, форма пули, модифицированный эллипсоид Teichholz и др. Результаты анализа свидетельствуют, что наименьшая корреляция наблюдалась между уравнением Teichholz с ангиокардиографическими данными и составила она 0,55. При этом стандартная ошибка на КДО (0,72) составила 46 мл и на КСО (0,81) – 37 мл. Наилучшую зависимость отметили при использовании модифицированной формулы Симпсона (0,78), где на долю КДО приходилась допустимая ошибка в 43 мл (0,76) и КСО с ошибкой в 32 мл (0,81).

Geiser E.A. (1982) с командой ученых применяет ранее разработанную методику (Wyatt et all, 1980) «ограниченных поперечных срезов» в экспериментах на животных. А именно, оцениваются четыре способа компьютерной идентификации в определении эндокардиальных и эпикардиальных границ миокарда на 2D-ЭхоКГ аутопсийного материала [45]. Сравнительные результаты компьютерного источника и исследователя продемонстрировали хорошую корреляционную зависимость с истинными анатомическими данными ($r=0,90-0,92$).

В 1983 году Н.А. Чигогидзе защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, где предложил новый способ определения абсолютных показателей полости ЛЖ данных вентрикулограмм. За основу взята вторая теорема Паппа - Гульдена [4, 44], где объем тела вращения плоской фигуры около оси, ее не пересекающей, равен произведению площади этой фигуры на длину окружности, описанной центром тяжести фигуры: (4)

$$V=P \cdot 2\pi\eta,$$

где V – объем фигуры;
 P – площадь;
 π – математическая постоянная (3,14);
 η – центр тяжести фигуры.

Доказана высокая достоверность вышеуказанного метода, что также нашло свое подтверждение в сравнении прижизненных результатов с заключениями аутопсии, разработанной методикой количественного анализа вентрикулограмм с помощью вытеснения воды [49].

Оригинальная методика «продольных сечений» по М.А. Рогава (1985) предлагает новую математическую модель ЛЖ в виде эллипсоидического параболоида с расчетом объемных данных с помощью пластиночно-суммационного метода (модифицированный метод дисков) [33]. Суть методики заключается в построении трехмерного силуэта ЛЖ, соответственно фактору формы его полости. Вводится регрессионный коэффициент, учитывающий фактор формы ЛЖ и наличие сосочковых и трабекулярных мышц в полости ЛЖ [32]. Исследования проводили в реальном масштабе времени с помощью 2D-ЭхоКГ из апикальной позиции с определением трех томографических сечений (одно главное сечение и два сечения с углами отклонения α_1 и α_2 относительно главного сечения) [31]. Методом вытеснения воды [49] были получены показатели меньше абсолютных объемных значений, что объясняется фактором учета трабекулярных и сосочковых мышц и составляет диапазон допустимых значений 8-18% [34].

В патенте на изобретение А.В. Алпатова от 2002 года предлагается новый способ определения объемных показателей как левого, так и правого полостей желудочков сердца [5]. За прототип принято параболическое правило Симпсона (метод сечений). Отмечается постоянство строения внутреннего и внешнего контуров стенки желудочка по короткой оси, несмотря на ее сложный характер (правило подобия). Данная особенность позволила автору выделить два контрольных сечения для определения расчета объемных показателей: одно по короткой оси из позиции чуть ниже МК и второе, из четырехкамерной позиции по длинной оси. Далее проводят определение площади и длины по короткой оси. По длинной оси, на фиксированном изображении, делится полость от внутренних краев на n линий, перпендикулярных межжелудочковой перегородке, с последующим вычислением общего размера объема полости по формуле:

$$V_{\text{ПОЛОСТИ}} = \frac{S_n \cdot h}{D_0} (d_1 + d_2 + \dots + d_n),$$

где V – объем полости;

S_n - площадь полости в парастернальном доступе по короткой оси;

h - размер желудочка по длинной оси;

D_0 - размер полости по короткой оси;

d_n - размер n -ого отрезка.

В 2014 году опубликована работа на основе корректировки вышеизложенного патента [1]. Отличие заключается в делении изображения полости из апикальной четырехкамерной позиции, с расчетом площади каждой короткой оси, составляющей полное изображение. Немаловажным является и тот факт, что работа имеет доказательную математическую составляющую сторону вопроса. Формула представлена ниже:

(6)

$$S_1 = Kc_1 d_1, S_2 = Kc_2 d_2, S_3 = Kc_3 d_3 \dots S_n = Kc_n d_n,$$

где K – коэффициент пропорциональности;
 $C_1, C_2, C_3, \dots C_n$ – оси ординат;
 $d_1, d_2, d_3, \dots d_n$ – оси абсцисс каждого;
 S_n – подобных плоских фигур, соответствующих n короткой оси желудочка.

Достаточно давно стало понятной необходимостью деление полученного изображения полости ЛЖ на более мелкие составляющие доли для определения максимально точных количественных объемных показателей. Важным началом является разработка методики построения длинной оси и трех диаметров по короткой оси из апикальной позиции, а также длинной оси и величины двух диаметров по короткой оси из парастернальной позиции (рисунок 6).



Рисунок 6. Эхокардиограмма (апикальная четырехкамерная проекция), иллюстрирующая, как можно использовать длину желудочка и три размера по короткой оси для расчета ФВ. D1, D2, D3 – размеры по короткой оси; L – длина; RV – правый желудочек.

Существует немало способов деления полости ЛЖ, которые применялись после получения ангиографических снимков вентрикулограмм [107, 87]. Однако деление по методу Hood et al. [104] является приоритетным, так как позволяет нивелировать проблему в определении референтной точки отсчета, а также проводить дальнейшие расчеты с учетом вычета остаточного объема для определения «реально участвующих» цифр объема крови во время систолы и диастолы (см. рисунок 7).

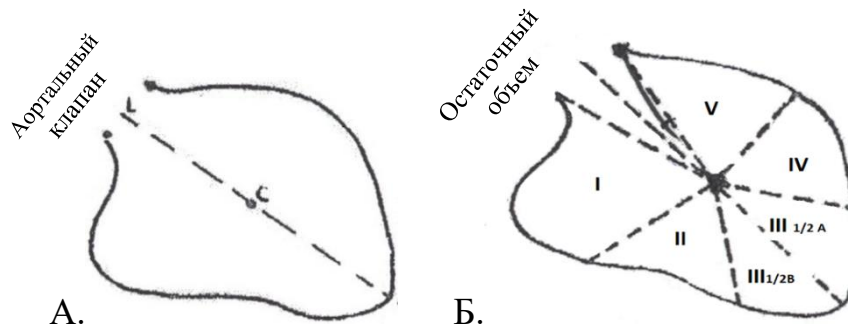


Рисунок 7. А – проведение длинной оси сердца (L) через середину AoK и верхушку ЛЖ с определением точки отсчета (С - центр референтности). Б - Схема деления вентрикулограмм на 5 равнозначных по углу сегментов и остаточный объем методикой Hood et all.

Снимки, полученные эхокардиографическим и ангиографическим способами методологически схожи, однако анализ результатов различен, и разрешение этой проблемы лежит в определении точки отсчета [85]. Объемные показатели ангиографических исследований всегда более завышены в сравнении с истинными объемными значениями полости ЛЖ, а результаты 2D-ЭхоКГ заключений, наоборот, занижены [43]. Одной из причин этого служит источник получения ангиографического изображения – контрастный краситель, который показывает максимальное расположение стенок ЛЖ при заполнении, в ЭхоКГ - изображение томографического сечения. Также в ЭхоКГ визуализация четких границ эндокарда не всегда доступна и результирующие данные имеют прямую зависимость от точности величины длинной оси сердца.

Исходя из вышепредставленного обзора литературы, на сегодняшний день остается множество сложностей, несмотря на большой прогресс медицины и технологий. Изучению нерешенных вопросов посвящена представленная работа.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В научно-исследовательскую работу, проведенную на базе ФГБУ «НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России за период с 2019 по 2024 года вошли 214 пациентов с ИБС, разделенных на 5 групп. Результаты получены после проведения анализа показателей внутрисердечной гемодинамики и контрактильной способности миокарда ЛЖ на трех этапах: исходно, после медикаментозной пробы с НГ и после реваскуляризации миокарда (АКШ, МКШ или ТЛБАП со стентированием).

2.1. Дизайн исследования

Тип клинического исследования: одноцентровое, нерандомизированное, проспективное исследование.

Всем пациентам по стандартному предоперационному протоколу НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева были выполнены следующие инструментальные исследования: ЭКГ, ЭхоКГ, УЗДС БЦА и артерий нижних конечностей, рентген грудной клетки, КАГ. Также всем было выполнено объективное обследование со сбором анамнеза (заболевания и жизни) и жалоб, лабораторные методы исследования и из дополнительных (гастроскопия).

Для дальнейшего анализа все пациенты разделены на пять групп, учитывая функциональное состояние миокарда (локализацию, тяжесть и распространенность постинфарктного кардиосклероза):

Первая группа: 75 (35%) больных с ИБС без перенесенного ИМ в анамнезе.

Вторая группа: 15 (7%) больных с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней локализаций (Т- и Q- инфаркты).

Третья группа: 87 (41%) больных с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации (Т- и Q- инфаркты).

Четвертая группа: 9 (4%) больных с ИБС, перенесших ИМ передней и задней локализации (Т- и Q- инфаркты).

Пятая группа: 28 (13%) больных с ИБС и постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ.

2.2. Критерии отбора пациентов в исследование

Критерии включения пациентов в исследование:

1. Больные с подтвержденной ИБС, нуждающиеся в проведении реваскуляризации миокарда.
2. Гемодинамически значимое поражение КА с технически возможным выполнением реваскуляризации миокарда (АКШ, ЧКВ).

Критерии исключения пациентов из исследования:

1. Аритмия (ФП на момент исследования).
2. Значимая патология клапанов сердца.
3. Отсутствие четкой визуализации четырехкамерной позиции сердца по Эхо-КГ.

2.3. Клиническая характеристика пациентов

Распределение по половой принадлежности было с мужским преимуществом, как в целом (n=165, 77%), так и по каждой группе (таблица 1). Средний возраст пациентов - 59,2±8 лет. Длительность заболевания составила от 2,5±1,1 месяцев до 30±5 лет.

Таблица 1. Распределение пациентов по полу и возрасту в целом и по группам

Возраст и пол Группы	40-50			51-60			61-70			71-80			81 и выше			Общее кол-во		
	М	Ж	все	М	Ж	все	М	Ж	все	М	Ж	Все	М	Ж	Все	М	Ж	все
1	8	0	8	16	4	20	29	11	40	3	2	5	1	1	2	57	18	75
2	0	0	0	3	2	5	2	2	4	4	2	6	0	0	0	9	6	15
3	7	0	7	19	4	23	46	14	50	5	2	7	0	0	0	37	10	87
4	0	0	0	0	0	0	3	1	4	3	2	5	0	0	0	6	3	9
5	7	0	7	8	1	9	10	1	11	1	0	1	0	0	0	26	2	28
Всего	22	-	22	46	11	57	90	29	109	16	8	24	1	1	2	175	39	214

Все больные страдали ИБС. Наиболее частыми клиническими проявлениями болезни среди всех исследуемых были стенокардия напряжения высокого ФК среди 175 пациентов (82%) в сочетании с артериальной гипертензией у 205 исследуемых (96%). В 18% случаев определялась безболевая ишемия миокарда, что явилось показанием для проведения реваскуляризации миокарда. Типичное проявление загрудинных болей при стенокардии выявлены в 134 (63%) случаях, нетипичный характер боли – у 47 пациентов (22%). Одышка при физической нагрузке - в 149 (70%) случаях. Из 139 пациентов с кардиосклерозом один ИМ был у 127 пациентов, два ИМ – у 11, три ИМ – в 1 случае.

Таблица 2. Клиническая характеристика пациентов

Характеристика	Результат
Возраст	59,2±8 лет
Стенокардия напряжения высокий ФК	175 (82%)
Безболевая ишемия миокарда	139 (18%)
Инфаркт миокарда в анамнезе	139 (65%)
Сердечная недостаточность (II-IV ФК по NYHA)	190 (89%)
Факторы риска:	
Артериальная гипертензия	205 (96%)
Гиперлипидемия	124 (58%)
Курение	62 (29%)
Сахарный диабет	55 (26%)
Ожирение	62 (29%)
Отягощённый семейный анамнез	196 (92%)
Мультифокальный атеросклероз:	
Атеросклероз, патологическая извитость БЦА	68 (32%)
ТИА, инсульт в анамнезе	21 (10%)
Синдром Лериша	47 (22%)
Аневризма интрааренального отдела брюшной аорты	10 (5%)

Из факторов риска ИБС наиболее распространенными были: артериальная гипертензия в 205 случаях (96%), отягощенный семейный анамнез по ССЗ - 196 (92%) исследуемых, гиперлипидемия – у 124 (58%), курение – у 62 (29%), ожирение – у 62 (29%) и сахарный диабет 2 типа – у 55 (26%).

Из сопутствующих диагнозов также отмечались патология БЦА в 68 (32%) случаях, ТИА и инсульт в анамнезе в 21 случаях (10%), синдром Лериша – в 22% аневризма инфраренального отдела брюшной аорты – в 5% случаев.

Средний возраст первой группы (75 пациентов без ИМ) составил $61,29 \pm 13$ лет. У 54 (72%) пациентов была клиника стенокардии напряжения, из которых II ФК ($n=25$), III ФК ($n=24$), I ФК ($n=4$) и в единичном случае IV ФК. Типичный характер ангинозных болей - в 50 случаях, нетипичное проявление – у 4 пациентов. Одышка отмечена у 35 (47%) больных. Клиника ХСН по классификации NYHA – в 34 случаях была I ФК и в 22 – II ФК. Продолжительность заболевания отмечалась от $2,5 \pm 1$ месяцев до 15 ± 7 лет. У 68 (91%) пациентов сопутствовала АГ, из них у 3 больных I стадии и у 65 – 2 стадии 2-3 степени риск 3-4.

Средний возраст пациентов второй группы пациентов, состоящей из 15 исследуемых с передним ИМ, составил $63,57 \pm 9$ года. У всех пациентов данной группы отмечались клинические проявления стенокардии напряжения, из которых I ФК у 3 пациентов, II ФК - у 2 исследуемых, III ФК – у 8 и в единичном случае IV ФК и одна вазоспастическая форма. Типичное проявление загрудинных болей - в 13 случаях, у 2 пациентов - нетипичное проявление. Одышка беспокоила в 10 случаях. Клиника ХСН по классификации NYHA была выявлена у 4 исследуемых I ФК, в 5 случаев II ФК и 6 пациента с III ФК. Продолжительность заболевания отмечалась от 8 ± 2 месяцев до 28 ± 6 лет. У всех 15 пациентов сопутствовала АГ 3 стадии 2-3 степени риск ССО 3-4. В анамнезе один ИМ был у всех 15 пациентов с локализацией по передней, передне-перегородочной и передневерхушечной стенкам.

Средний возраст третьей группы пациентов составил $61,2 \pm 6$ год. В данной группе 87 пациентов с ЭКГ признаками заднего ИМ, и наиболее частым проявлением болезни была клиника стенокардии напряжения II ФК ($n=28$), III ФК ($n=57$) и в единичном случае - IV ФК и одна вазоспастическая форма. Типичный характер ангинозных болей - в 28 случаях, нетипичный характер проявления – у 59 пациентов. Одышка выявлена в 76 (87%) случае. НК по функциональной классификации NYHA определили во всех

случаях, из них у 40 пациентов был III ФК, в 47 случаях – II ФК. АГ определена у 87 пациентов 3 стадии 2-3 степени риск 3-4 ССО. Продолжительность клинических проявлений ИБС была в пределах $3\pm 1,1$ месяцев - 25 ± 7 лет. ИМ зарегистрирован во всех 87 случаях, из которых 78 больных перенесли его единожды, 8 пациента – дважды и 1 пациент – три ИМ. На ЭКГ зарегистрированы характерные признаки ИМ задней, заднебоковой, боковой и нижней локализаций.

Средний возраст четвертой группы, включающей 9 пациентов с ИМ смешанной локализации, составил $69,7\pm 9$ лет. У всех пациентов типичная клиника стенокардии напряжения, из которых 8 пациентов - III ФК и 1 пациент - IV ФК. Типичное проявление ангинозных болей в 8 случаях. Одышка выявлена у всех больных. Клиника ХСН по классификации NYHA – у всех 9 больных была III ФК. Продолжительность заболевания отмечалась от $3\pm 1,1$ месяцев до 25 ± 4 лет. АГ 3 стадии 2-3 степени риск 3-4 у всех 9 пациентов. Один ИМ перенесли 8 пациентов, два ИМ – один случай. На ЭКГ зафиксирован смешанный (передний и задний) по локализации генез ишемических проявлений.

И пятая группа пациентов со средним возрастом $57,36\pm 7$ лет включала 28 исследуемых с трансмуральным ИМ, осложненным аневризмой ЛЖ. Клиника стенокардии напряжения выявлена у всех 28 пациентов, из них 1 пациент I ФК, 8 пациентов - II ФК, 16 пациентов - III ФК и 3 пациента - IV ФК. Признаки ХСН по классификации NYHA I ФК у одного пациента, II ФК - у 5 больных и в 22 случаях – III ФК. Типичное течение клиники стенокардии напряжения в 24 случаях и в 4 - нетипичное. Одышка выявлена у 26 больных. Продолжительность заболевания отмечалась от 2,5 месяцев до 16 лет. Признаки АГ 3 стадии 2-3 степени риск 3-4 у 28 пациентов. Один ИМ в 26 случаях, два ИМ - у 2 пациентов. На ЭКГ зарегистрирован постинфарктный кардиосклероз (ПИКС) с осложнением в виде аневризмы ЛЖ.

2.4. Анализ состояния КА всех пациентов

По результатам селективной КГ проводили оценку следующих параметров: тип кровообращения, степень стеноза и его локализация, а также наличие коллатералей. Среди всех пациентов пяти групп у 185 (86%) - правый тип строения КА, у 23 (11%) - левый тип кровообращения и у 6 (3%) - сбалансированный.

Степень стеноза определяли по классификации Петросяна - Зингермана (1973) [48], где стеноз до 50% принято считать 1 степенью, 50 - 75% - 2 степень, свыше 75% - 3 степень и гемодинамическая окклюзия – 4 степень.

Поражения изолировано одной КА выявлено в 30 (14%) случаях, двух - 47 (22%) и трех - 131 (61%) случаях. Следует отдельно отметить 6 пациентов, один из которых с неизменными КА из 2 группы, двое - из 3 группы (один – с КА без изменений, а второй – со стенозами 1 степени) и 3 случая стенозов венечного русла 1 степени из 5 группы пациентов.

Комплексность поражения КА оценивалась по шкале Syntax Score [91], средний показатель которой составил в 1 группе 28,69, во 2 группе – 21,63, в 3 – 33,55, в 4 группе – 34,89 и в 5 группе – 25,39 исследуемых. Многососудистое поражение в 1 группе выявлено в 49 случаях (65% от 75 пациентов данной группы), во 2 группе составило 3 случая из 15 (20%), в 3 группе – 76 поражений из 87 (87%), в 4 группе – 8 поражений трехсосудистое из 9 пациентов (89%) и в 5 группе – 11 случаев из 28 (39%).

Общее количество исследуемых с коллатеральным кровотоком составило 126 пациентов (59%). Распределение коллатерального кровотока по группам было следующим образом: в 1 группе – 27 пациентов (36% от общего количества пациентов 75 данной группы), во 2 группе – 8 исследуемых (53%), в 3 группе – 67 (77%), в 4 группе – у всех 9 (100%) и в 5 группе – 23 пациента (82%). Увеличение процентного количества анастомозов от 1 группы к 5 такое же, как и динамика зон миокарда с органическими проявлениями, которые максимально выражены в группе пациентов, осложненных аневризмой ЛЖ. Однако в четвертой группе со смешанным ИМ у всех

пациентов выявлен коллатеральный кровоток, как и максимальное суммарное поражение КА, что и формирует максимально выраженное общее функциональное снижение в данной группе исследуемых (таблица 3).

Таблица 3. Локализация и частота стеноза (1, 2, 3 и 4 степени) КА по группам пациентов

Группы пациентов Локали-ция стеноза КА		1	2	3	4	5
Ствол ЛКА, %		7	33	26	22	32
ПМЖВ, %	п/3	62	69	52	67	79
	с/3	33	23	36	11	21
	д/3	5	8	12	22	0
	Всего	80	87	70	100	86
ОВ, %	п/3	60	56	65	78	65
	с/3	31	33	29	0	29
	д/3	9	11	6	0	6
	Всего	60	60	72	78	61
ПКА, %	п/3	52	67	70	22	67
	с/3	40	22	21	55	19
	д/3	7	11	8	22	14
	Всего	72	60	70	100	75

Процентное распределение стенозов в КА среди всех пяти групп исследуемых имеет равномерный характер. Полученные результаты демонстрируют практически одинаковое состояние поражений коронарного русла у пациентов, даже в 1 группе, где ИМ не было ни в одном случае. Однако процент пораженных ветвей КА в 4 группе максимально выражен, а именно: у всех 9 пациентов выявлены поражения в бассейне ПМЖВ с ДВ и в ПКА с ОВ, чего не отмечено ни в одной группе более. Суммарная тяжесть поражения венечного русла данной категории пациентов находит свое подтверждение клиническими результатами (у всех 9 пациентов). По нашему мнению, результаты поддаются логическому объяснению, учитывая, что зона поражения ЛЖ при смешанной локализации ИМ будет более выраженной, чем только ПМЖВ или только ПКА.

2.4.1. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС без перенесенного ИМ в анамнезе

В группе пациентов без ИМ (n=75) правый тип ККА выявлен в 61 случаях (81,3%), левый тип – в 12 случаях (16%) и сбалансированный тип – у 2 исследуемых (2,7%).

Изолированное поражение одной из основных КА зарегистрировано в 13 случаях, двухсосудистое – также в 13 случаях и трехсосудистое поражение и более – в 49 случаях. Среднее значение Syntax Score составило $28,69 \pm 12,71$.

Поражение ствола ЛКА выявлено у 5 пациентов (7%), из которых 1 степень стеноза у 2 пациентов, 2 степень – также у 2 исследуемых и 3 степень – в 1 случае.

Самой популярной по стенотическому поражению оказалась ПМЖВ – в 60 случаях (80%). Наиболее частая локализация - в проксимальной трети (п/3) у 37 пациентов из 60 (62%), в средней трети (с/3) - у 20 исследуемых (33%) и в дистальной трети (д/3) - в 3 случаях (5%). По степени стеноза у 8 пациентов выявили 1 степень, у 22 пациентов – 2 степень, в 25 случаях – 3 степень и у 5 исследуемых – 4 степень.

На втором месте по частоте стеноза после ПМЖВ находится ПКА – в 54 случаях (72%). По локализации поражений п/3 наиболее распространенная – в 28 случаях из 54 (52%), в с/3 – у 22 пациентов (40%) и в д/3 – у 4 исследуемых (7%). По степени стеноза: в 8 случаях – 1 степени, у 16 пациентов – 2 степени, у 20 человек – 3 степени и в 10 случаях – 4 степени.

У 45 пациентов поражение ОВ (60%), из которых по локализации в п/3 выявлено у 27 человек (60%), в с/3 – у 14 пациентов (31%) и в д/3 – у 4 исследуемых (9%). По степени стеноза: в 9 случаях выявлена 1 степень, у 20 пациентов – 2 степени, у 13 пациентов – 3 степени и в 3 случаях – 4 степени.

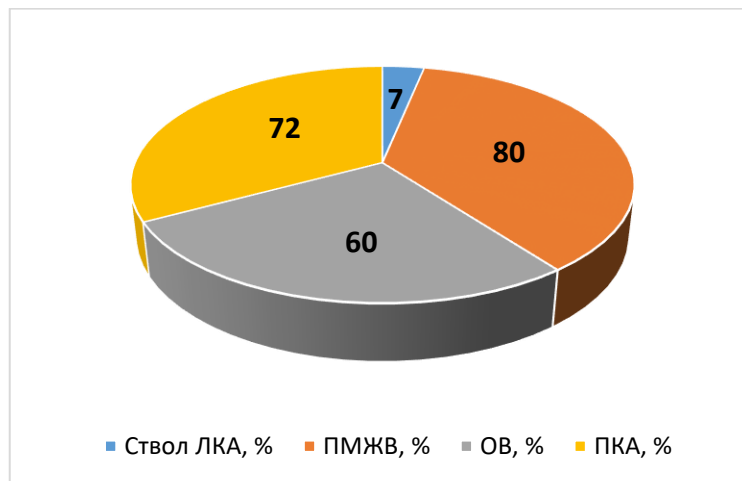


Рисунок 8. Процентное распределение частоты стеноза в КА первой группы пациентов.

ДА поражена у 33 пациентов (44%), из которых по локализации преимущественно в п/3 – 32 случая из 33 (97%) и один случай - в с/3. У 11 пациентов - 1 степень стеноза, у 7 пациентов – 2 степень, в 13 случаях – 3 степень и лишь в 2 случаях – 4 степень стеноза. ВТК поражена у 42 пациентов (56%). Коллатерали выявлены в 27 случаях из всех 75 пациентов (36%).

2.4.2. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней локализации

В группе пациентов с передним ИМ (n=15) правый тип коронарного кровотока выявлен в 10 случаях (67%), левый тип – в 4 случаях (27%) и сбалансированный тип – лишь у 1 исследуемого (7%).

Изолированное поражение одной из основных КА зарегистрировано в 3 случаях, двухсосудистое – в 8 случаях и трехсосудистое поражение – у 3 пациентов. Среднее значение Syntax Score в данной группе пациентов составило $21,63 \pm 13,594$. Следует отметить одного пациента, у которого при селективной КГ выявлены неизмененные КА с замедленным пассажем контрастного вещества в системе ЛКА и ПКА.

Ствол ЛКА поражен у 5 пациента (33%), из которых 2 степень стеноза - у 2 исследуемых и 3 степень – в 3 случаях.

Самым частым по стенозу определили ПМЖВ – в 13 случаях (87%). Наиболее частая локализация стеноза в п/3 - у 9 пациентов из 13 (69%), в с/3 - у 3 исследуемых (23%) и лишь в 1 случае (8%) - стеноз д/3. По степени стеноза у 3 пациентов выявлен стеноз 2 степени, в 8 случаях – 3 степени и у 2 исследуемых – 4 степени.

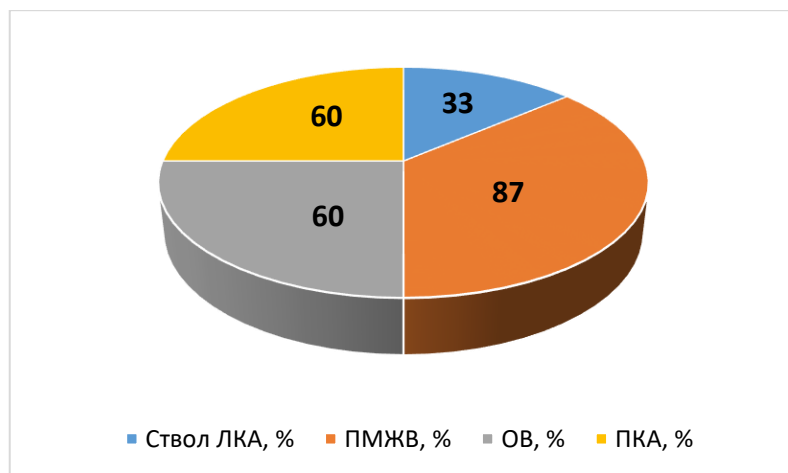


Рисунок 9. Процентное распределение частоты стеноза в КА второй группы пациентов.

Второе место по частоте стенотического процесса после ПМЖВ разделили ОВ и ПКА – по 9 пациентов (60%). П/3 ОВ поражена в 5 случаях из 9 (56%), из которых лишь 1 пациент со 2 степенью стеноза и 4 пациента – с 3 степенью. С локализацией в с/3 стеноза выявлено 3 пациента (33%) и в д/3 – у 1 исследуемого (11%). По степени стеноза: в 2 случаях – 1 степени, у 1 пациента – 2 степени и у 6 человек – 3 степени.

Поражение п/3 ПКА выявлено у 6 пациентов из 9 (67%), 4 из которых – 2 степени стеноза и 2 человека – 3 степени. С/3 поражена у 2 пациентов (22%), из которых в 1 случае - стеноз 1 степени и в 1 случае – 3 степени. В д/3 стеноз зарегистрирован в единичном (11%) случае со 2 степенью поражения.

ДА стенозирована у 6 пациентов (40%), все из которых по локализации находились в п/3. У 3 пациентов - 2 степень стеноза, в 2 случаях – 3 степень и лишь в 1 случае – 4 степень. ВТК поражена у 6 пациентов (40%). Коллатерали выявлены в 8 случаях их 15 исследуемых (53%).

2.4.3. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ заднеинфарктной локализации

В группе пациентов с ИМ задней и заднебоковой локализации (n=87) правый тип КК выявлен в 86 случаях (99%) и 1 случай со сбалансированным типом строения. Левый тип КК не выявлен ни в одном случае.

Изолированное поражение одной из основных КА зарегистрировано в 9 случаях, двухсосудистое – в 16 случаях и трехсосудистое поражение – в 60 случаях. Среднее значение Syntax Score составило $33,55 \pm 14,49$. Следует отметить два случая: 1 пациент с полным отсутствием стеноза КА и в 1 случае - множественные стенозы КА не превышающие 35-40% (1 степени).

Поражение ствола ЛКА выявлено у 23 пациентов (26%), из которых 1 степень стеноза - у 10 пациентов, 2 степень – у 8 исследуемых и 3 степень – в 5 случаях.

Самым многочисленным по стенозу определили ОВ – в 63 случаях (72%). По локализации поражений п/3 наиболее частая – в 41 случае (65%), в с/3 – у 18 пациентов (29%) и в д/3 – у 4 исследуемых (6%). По степени стеноза: в 4 случаях – 1 степени, у 26 пациентов – 2 степени, у 15 человек – 3 степени и в 18 случаях – 4 степени.

На втором месте по частоте стенотического процесса после ОВ оказались ПМЖВ и ПКА – по 70%, (у 61 пациентов в обоих случаях). Наиболее частая локализация стеноза ПМЖВ в с/3 - у 32 исследуемых (52%), в п/3 – у 22 пациентов (36%) и в д/3 – в 7 случаях (12%). По степени стеноза у 4 пациентов - 1 степени, у 22 пациентов – 2 степени, в 32 случаях – 3 степени и лишь у 3 исследуемых – 4 степени.

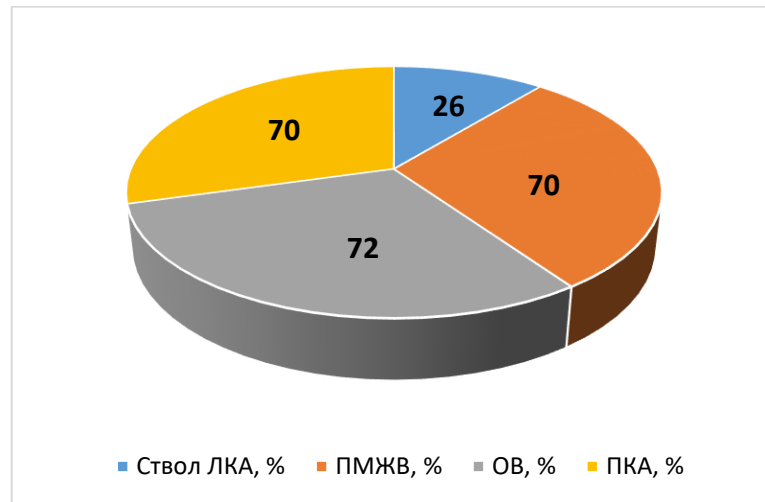


Рисунок 10. Процентное распределение частоты стеноза в КА третьей группы пациентов.

Локализация поражения в ПКА в п/3 выявлена у 43 человек (70%), в с/3 – у 13 пациентов (21%) и в д/3 – в 5 случаях (8%). По степени стеноза: в 6 случаях выявлена 1 степень, у 11 пациентов – 2 степени, у 13 пациентов – 3 степени и в 31 случаях – 4 степени.

ДА поражена у 39 пациентов (45%), из которых по локализации преимущественно в п/3 – 28 случая из 39 (71%), в с/3 – 9 пациентов (24%) и в д/3 лишь в двух случаях (5%). У 6 пациентов 1 степень стеноза, у 13 пациентов – 2 степень, в 19 случаях – 3 степень и лишь в 1 случае – 4 степень стеноза. ВТК поражена у 35 пациентов (40%). Коллатерали выявлены в 70 случаях (77%).

2.4.4. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней и задней локализаций

В группе пациентов с ИМ смешанной локализации (n=9) правый тип коронарного кровотока выявлен в 8 случаях (89%), левый тип – не зарегистрирован ни в одном случае и сбалансированный тип – у 1 исследуемого (11%).

Лишь в одном случае выявлен двухсосудистый стеноз КА, в остальных 8 случаях -

трехсосудистое поражение и более, а среднее значение Syntax Score составило $34,89 \pm 10,142$. Ствол ЛКА стенозирован у 2 пациентов (22%) и все 3 степени.

ПМЖВ и ПКА в одинаковом количестве стенотически поражены у всех 9 пациентов данной группы (100%). Наиболее частая локализация стеноза в ПМЖВ в п/3 у 6 пациентов из 9 (67%), в с/3 – 1 пациент (11%) и в д/3 - 2 пациента (22%). По степени стеноза у 5 пациентов - 2 степени и в 4 случаях – 3 степени.

В ПКА наиболее часто поражена оказалась зона с/3 - в 5 случаях из 9 (56%). По 2 случая стеноза в п/3 (22%) и д/3 (22%). По степени стеноза: в 1 случае – 1 степени, у 3 пациентов – 2 степени, у 1 человека – 3 степени и в 4 случаях – 4 степени.

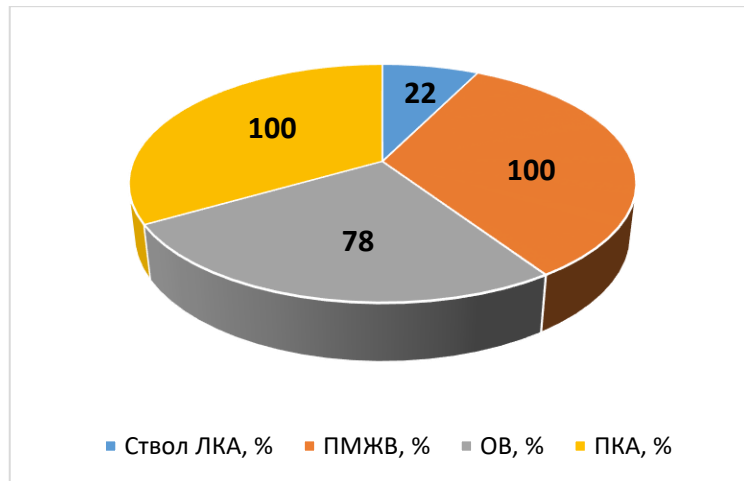


Рисунок 11. Процентное распределение частоты стеноза в КА четвертой группы пациентов.

У 7 пациентов поражение ОВ (78%), из которых все 7 случаев по локализации в п/3. По степени стеноза: в 1 случае выявлена 1 степень, у 4 пациентов – 3 степени и в 2 случаях – 4 степени.

ДА поражена у 5 пациентов (56%) и все в п/3 по локализации. У 3 пациентов 2 степень стеноза, в 1 случае – 3 степень и в 1 случае – 4 степень стеноза. ВТК поражена лишь у 2 пациентов (22%). Коллатерали выявлены у всех 9 пациентов.

2.4.5. Анализ состояния коронарных артерий пациентов с ИБС и пост-инфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ

В группе пациентов с крупноочаговым ИМ, осложненная развитием аневризмы ЛЖ (n=28), правый тип коронарного кровотока выявлен в 20 случаях (71,4%), левый тип – в 7 случаях (25%) и сбалансированный тип – у 1 пациента (3,6%).

Изолированное поражение одной из основных КА зарегистрировано в 5 случаях, двухсосудистое – в 9 случаях и трехсосудистое поражение – в 11 случаях. Среднее значение Syntax Score составило $25,39 \pm 16,29$. Следует отметить 3 случая с множественными поражениями КА не превышающим 35-40% по результатам селективной КГ.

Поражение ствола ЛКА выявлено у 9 пациентов (32%), из которых 6 случаев - стеноза 3 степени и 3 пациента - со стенозом 2 степени.

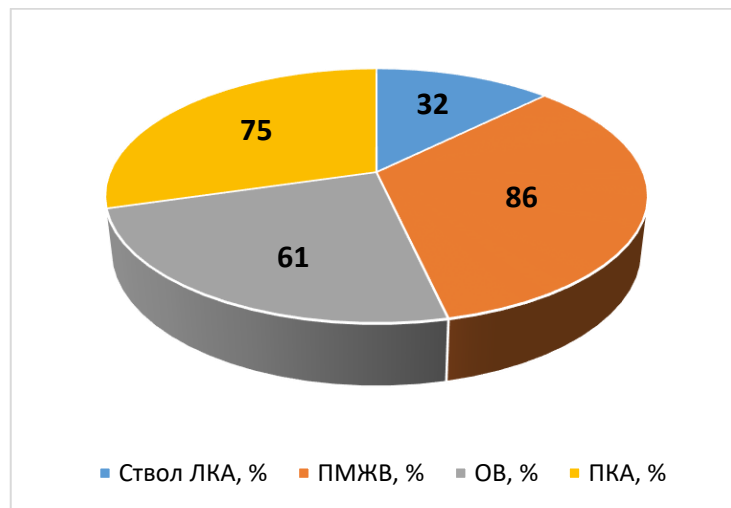


Рисунок 12. Процентное распределение частоты стеноза в КА пятой группы пациентов.

Самым распространённым по стенозу являлась ПМЖВ – в 24 случаях (86%). Наиболее частая локализация - в п/3 у 19 пациентов из 24 (79%), в с/3 - у 5 исследуемых (21%). По степени стеноза у 5 пациентов - 1 степени (как говорилось выше), у 6 пациентов – 2 степени, в 4 случаях – 3 степени и у 9 исследуемых – 4 степени.

На втором месте по частоте стенотического процесса после ПМЖВ находится ПКА – в 21 случаях (75%). По локализации поражениях п/3 наиболее распространенная – в 14 случаях (67%), в с/3 – у 4 пациентов (19%) и в д/3 – у 3 исследуемых (14%). По степени стеноза: в 3 случаях – 1 степени, у 3 пациентов – 2 степени, у 9 человек – 3 степени и в 6 случаях – 4 степени.

У 17 пациентов поражение ОВ (61%), из которых по локализации в п/3 выявлено у 11 человек (65%), в с/3 – у 5 пациентов (29%) и лишь в одном случае (6%) - в д/3. По степени стеноза: в 3 случаях выявлена 1 степень, у 8 пациентов – 2 степени, у 4 пациентов – 3 степени и в 2 случаях – 4 степени.

ДА поражена оказалась у 9 пациентов (32%), с преимущественной локализацией в п/3 – 8 случаев из 9 и единичный случай - в с/3. У 2 пациентов выявлена 1 степень стеноза, у 2 пациентов – 2 степень, в 3 случаях – 3 степень и лишь в 2 случаях – 4 степень стеноза.

ВТК поражена у 10 пациентов (35,7%). Коллатерали выявлены в 23 случаях (82%).

2.5. Методы исследования

Основной метод расчёта в представленной работе – 2D-ЭхоКГ, однако, проводится сравнительный анализ полученных результатов с поражениями КА, сегментарной продольной деформацией (SLS, Segmental longitudinal strain) и наличием зон асинергии миокарда. В соответствии с вышеизложенным необходимым является исследование деталей венечного русла, продольной деформации сегментов ЛЖ и оценка нарушения локальной сократимости.

Следует отметить, что практически все расчетные количественные показатели общей и сегментарной функций ЛЖ перенесены из работ по анализу рентген-контрастных методов исследования функции миокарда ЛЖ (количественный анализ вентрикулограмм) по Н.А.Чигогидзе (1983 г.). Данная методика была успешно апробирована на базе ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России и

защищена в виде кандидатской диссертации разработчиком представленной оригинальной методики Н.А. Чигогидзе в 1983 г. [48]. Там же приведена корреляция между посмертной оценкой объемных показателей ЛЖ с идентификацией к прижизненным данным и подтверждена высокая степень достоверности математических расчетов [49].

2.5.1. Эхокардиография

Трансторакальная ЭхоКГ выполнялась по стандартной методике в состоянии покоя в М-, В- и доплер- режимах на ультразвуковом приборе Phillips CX-50 (Германия) мультимодальным кардиальным датчиком 3,5–5,0МГц. Для количественного определения сегментарных данных использовали только четкие изображения на глубине 13см в В-режиме. В положении лежа на левом боку из верхушечного доступа по длинной оси оценивали перегородочную и боковую стенки из четырехкамерной позиции сердца.

Учитывая перспективу использования методики и на пациентах в динамике после операции, для облегчения вынужденного положения на левом боку использовалась медицинская подложка под спину для фиксации пациента в одном и том же положении на всех этапах исследования.

Сохранялись изображения из четырехкамерной позиции ЛЖ по длинной оси на исходном этапе, после НГ и после операции с последующей обработкой предложенным оригинальным методом расчета. Предложенная методика заключается в делении полости ЛЖ на пять сегментов с последующим измерением объема каждого (рисунок 13).

Для достижения поставленной задачи используются снимки четырехкамерной позиции сердца, что является отличительным моментом от классического варианта деления по Hood et al., где за основу берутся снимки пятикамерной позиции сердца. Следовательно, построение всех линий деления будет относительно МК, а не АоК, как

представлено на рисунке 13. Определение объема каждого сегмента возможно при помощи второй теоремы Паппа-Гульдена, где объем фигуры определяется путем вращения площади этой фигуры на 180° с центром вращения (С) вокруг своей оси (L).

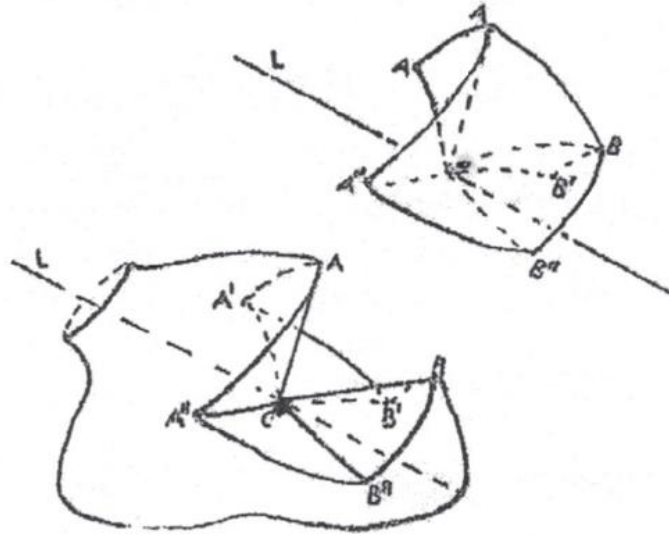


Рисунок 13. Вторая теорема Паппа-Гульдена с расчетом объема участка путем вращения площади данного участка на 180° с центром вращения (С) вокруг своей оси (L).

Рассматривая формулу 7, измерение объема сегмента требует точного определения центра тяжести каждой исследуемой фигуры, что является весьма трудоемким процессом и неоправданным с практической точки зрения: (7)

$$V = K * \pi * S_{abc} * D_c * CF^3$$

где V – объем исследуемого зоны деления полости ЛЖ;

K – коэффициент регрессии, учитывающий фактор формы и объем, занимаемый внутрижелудочковыми папиллярными и трабекулярным аппаратом в пределах измеряемого сегмента;

π – математическая постоянная величина, равная 3,14;

S_{abc} – площадь исследуемого сегмента;

D_c – расстояние от центра тяжести сегмента до центра вращения;

CF^3 – кубический фактор увеличения

Предложенная нами методика помогает разрешить данную проблему. Учитывая сложное вращательное движение сердца вокруг своей длинной оси (L), совершаемое во время сокращения и расслабления, референтная точка отсчета (С) также будет смещаться, что создает дополнительные трудности. Для решения данного вопроса как инвазивные, так и неинвазивные методы синхронизировали с ЭКГ и придерживались измерений строго в одном сердечном цикле. Обрисованные контуры систолы и диастолы сопоставляются по центру (референтная точка С) длинной оси (L), как представлено на рисунке 14.

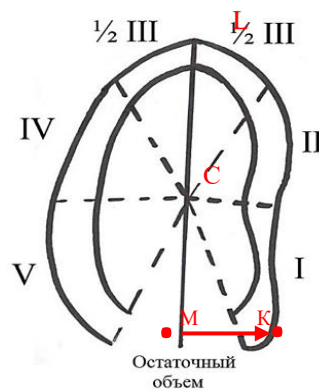


Рисунок 14. Сопоставление контуров систолы и диастолы ЛЖ из четырехкамерной позиции по длинной оси (L, проведенную через середину МК и верхушку ЛЖ) в центре референтности (точка С) и деление на 5 равнозначных по углу сегментов (I, II, III, IV и V) и остаточный объем.

От латеральных краев МК направляются линии к центру вращения. Данная зона является остаточным объемом, который даже при максимальных условиях сокращения не покидает полость ЛЖ в период изгнания. Оставшаяся зона за пределами остаточного объема делится на 5 «сегментов» с равнозначными углами.

Рисунок 14 образно «разрезается» по длинной оси на правую и левую половины (рисунок 15).

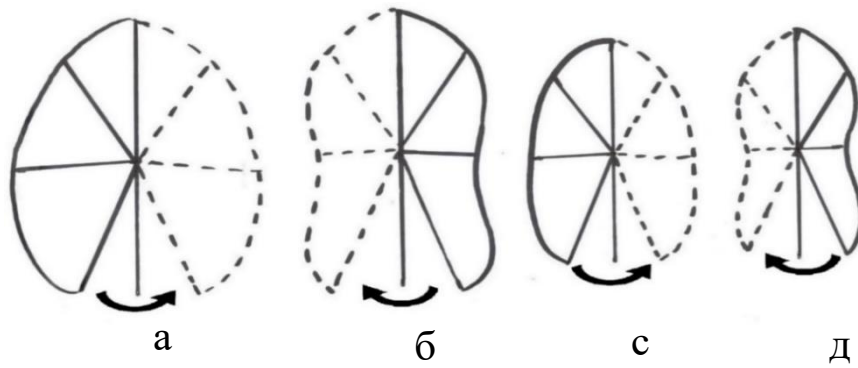


Рисунок 15. Фигуры зеркального отображения каждой половины сердца диастолы (а, б) и систолы (с, д).

Каждой из этих половин «достраивается» ее зеркальное изображение со всеми делениями на сегменты, в результате получают 4 изображения, два из которых относятся к систоле и два к диастоле.

Методом Симпсона можно определить объем одной фигуры путем вращения площади данной фигуры на 360° вокруг своей оси. Разделив пополам полученный результат определяется реальный объем этого участка. А именно (на примере фигуры «а» из рисунка 15):

1. Определение остаточного объема и III сегмента (1/2 результата будет являться удельным количественным вкладом данного участка в общий УО ЛЖ):

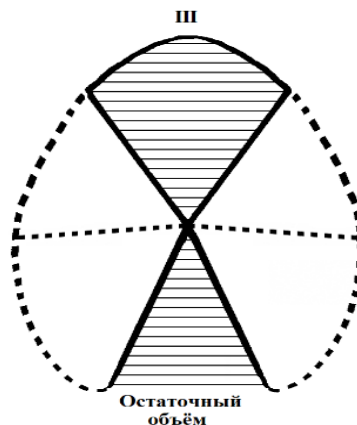


Рисунок 16. Определение методом Simpson фигуры изображения «а», образованной зеркально отображенной половиной остаточного объема и III сегмента диастолы

2. Далее, измерение фигуры, образованной V сегментом и остаточным объемом. Из полученного показателя вычитается количество остаточного объема (полученного из пункта 1) и половина полученного результата будет являться удельным вкладом данного V сегмента (рисунок 17).

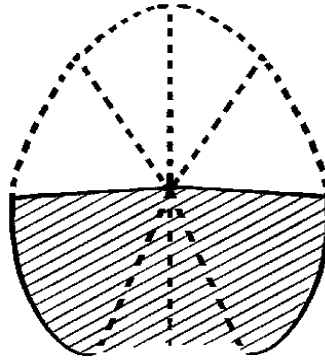


Рисунок 17. Определение методом Simpson фигуры изображения «а», образованной зеркально отображенной половиной остаточного объема и V сегментом диастолы

3. Определение IV сегмента проводится простым расчетом: методом Simpson измеряется общий объем всей фигуры «а» и вычитаются показатели, полученные выше: общий объем фигуры III сегмента (из пункта 1) и общий объем фигуры V сегмента с остаточным объемом (пункт 2). Далее результат делится пополам, что будет являться реальным удельным количественным вкладом IV сегмента.

4. Вышепредставленным способом измеряют все четыре фигуры (а, б, с, д). По полученным объемным данным каждого сегмента в диастолу и систолу складывается общий объем полости в крайние фазы сердечного цикла, с последующим расчетом УО и ФВ. УО сегмента определяют, как разность КДО и КСО сегментов, а ФВ сегмента является отношением УО этого сегмента к его КДО.

В результате измерений получены и проанализированы следующие показатели: общий конечно-диастолический объем ЛЖ ($КДО_{общ}$), общий конечно-систолический объем ЛЖ ($КСО_{общ}$), общий ударный объем ЛЖ ($УО_{общ}$), общая фракция выброса ЛЖ ($ФВ_{общ}$), конечно-диастолический объем сегмента ($КДО_{сег}$), конечно-систолический объем сегмента ($КСО_{сег}$), ударный объем сегмента ($УО_{сег}$), фракция выброса сегмента ($ФВ_{сег}$).

В свою очередь, как распределяется объем каждого сегмента в диастолу оценивается через отношение КДО конкретного сегмента к общему КДО всей полости ЛЖ. Следовательно, возможно определение количественной доли вклада каждого сегмента в образование общей функции сердца через отношение УО сегмента к общему КДО, а также оценка доли вклада каждого сегмента в формирование общего ударного объема.

Следует отметить, что объем III сегмента является результатом суммы объемов двух половин в диастолу (а, б) и в систолу (с, д). Также и остаточный объем будет являться результатом суммы вышеизложенным способом. Однако наши исследования проводились с вычетом остаточного объема из общих КДО и КСО для более «реального» определения удельно количественного вклада каждого сегмента в общую работу сердца. Ни в КГ, ни в ЭхоКГ не учитывается данное обстоятельство исходя из чего все наши результаты будут несколько завышены от таковых из истории болезни пациента.

Методика успешно прошла независимую экспертизу на территории РФ и запатентована, как изобретение под названием «способ оценки сократительной способности миокарда ЛЖ» №2777235, от 01.08.2022 г. [14].

2.5.1.1. Регионарная и общая функции ЛЖ в норме

В доступных литературных источниках нами не обнаружено зарегистрированной информации о допустимых нормах показателей вклада различных сегментов ЛЖ в общую ударную работу, сегментарных ФВ и распределения внутрижелудочкового объема по сегментам, что является логичным в силу новизны методики. Поэтому нами создана группа контроля, которую составили 26 пациентов, без ЭКГ зарегистрированных признаков ишемии миокарда и без гемодинамически значимой патологии системы КА. Госпитализация в ФГБУ НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева МР была в основном по причине ИБС и поражения периферического артериального русла.

Пациенты с патологией МК и любой формой аритмии были исключены из контрольной группы.

Среди 26 исследуемых 18 мужчин (69%) и 8 женщины (31%), возраст которых варьировал от 35 ± 7 до 72 ± 14 лет (в среднем $55,8\pm 16$ лет).

Наиболее частым в диагнозе отмечена АГ (83,3%, $n=22$), которая у 13 обследуемых (58%) - 2 степени, 2 стадии. В 62,5% случаях (16 пациентов) в диагнозе зарегистрирован атеросклероз и/или девиация БЦА. Гемодинамически незначимое поражение КА (стеноз до 35-40%) также в 62,5%. Госпитализация с синдромом Лериша была в 4 случаях (16,67%), как и аневризма инфраренального отдела аорты. Из факторов риска в равной степени (16,67%, $n=4$) распределение приходится на долю сахарного диабета, хронического бронхита и язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки и желудка в стадии ремиссии.

Как видно из представленных результатов (см. таблицу 4), КДО сегментов ЛЖ значительно разнятся, от $7,7\pm 4,32$ мл (во II сегменте) до $45,5\pm 9,1$ мл (V сегмент) и в среднем составляет $114\pm 12,3$ мл. Тем не менее, их ФВ не сильно отличается (минимальная в III сегменте - $61,25\pm 8\%$ и максимальная в IV - $75\pm 11,8\%$) и ее средний показатель равен $67,2\pm 7,12\%$.

Таблица 4. Регионарная и общая насосные функции в норме

Сегменты	I	II	III	IV	V	Среднее значение
Показатель						
КДО, мл	$18,1\pm 7,8$	$7,7\pm 4,32$	$14,6\pm 6,5$	$28,4\pm 9,8$	$45,5\pm 9,1$	$114\pm 12,3$
КСО, мл	$6,6\pm 2,1$	$2\pm 0,84$	$5,7\pm 2,11$	$7,4\pm 3,2$	$16\pm 4,8$	$37,6\pm 6,8$
УО, мл	$11,56\pm 4$	$5,7\pm 1,28$	$9\pm 4,13$	$21\pm 8,9$	$29,3\pm 9,4$	$76,8\pm 9,12$
ФВ, %	$61,8\pm 5,2$	$71,2\pm 9,4$	$61,25\pm 8$	$75\pm 11,8$	$64,1\pm 9,8$	$67,2\pm 7,12$
УО _{сег} /КДО _{общ} , %	$10,14\pm 4$	$5\pm 2,3$	$8\pm 3,11$	$18,42\pm 4,8$	$25,7\pm 6,21$	-
КДО _{сег} /КДО _{общ} , %	$15,9\pm 4,8$	$6,8\pm 2,4$	$12,8\pm 4,7$	$24,9\pm 7,5$	$39,9\pm 10,8$	-

Среднее значение КСО составило $37,6\pm 6,8$ мл с разбросом от минимального во II сегменте ($2\pm 0,84$ мл) до максимального в V сегменте ($16\pm 4,8$ мл). Логичными являются результаты УО – минимальное значение также во II сегменте ($5,7\pm 1,28$ мл)

и максимальное в V ($29,3 \pm 9,4$ мл), а среднее значение составляет $76,8 \pm 9,12$ мл. Неравномерное распределение вклада каждого сегмента в образование общей сократительной функции ЛЖ подтверждают следующие данные: вклад V ($25,7 \pm 6,21\%$), IV ($18,42 \pm 4,8\%$), I ($10,14 \pm 4\%$), III ($8 \pm 3,11\%$) и II ($5 \pm 2,3\%$) сегментов. Следовательно, КДО и сократительная способность каждого отдельного сегмента формируют его УО, что в итоге определяет и общую интегральную функцию ЛЖ в целом.

Полученные данные сегментарных ФВ в контрольной группе пациентов «норма» позволяют рассчитать объем каждого сегмента ЛЖ, который должен быть относительно заявленной нами нормы. Учитывая, что ФВ есть отношение УО к КДО, соответственно, путем произведения, реально полученного КДО сегмента пациента любой из пяти групп на «должную» ФВ этого сегмента из группы «норма» становится возможным определение его «должного» УО. Таким образом, расчет дефицита или степени компенсации УО по каждому отдельному сегменту возможен при определении должного показателя УО в норме с вычетом реально полученного УО данного сегмента, по формуле:

$$\Delta \text{УО}_c = (\text{КДО}_c * \text{ФВ}_c) - (\text{КДО}_c * \text{ФВ}_{\text{сн}}),$$

где $\Delta \text{УО}_c$ – дефицит или компенсация сегментарного ударного объема;

КДО_c – конечно-диастолический объем сегмента;

ФВ_c – фракция выброса сегмента;

$\text{ФВ}_{\text{сн}}$ – должная в норме фракция выброса сегмента

Определение же дефицита или степени компенсации по сегментарному фракционному выбросу представляется возможным, как разница между реально полученным вкладом сегментарной доли участия в формировании общей ФВ ЛЖ и должной ее величиной в норме. Расчет проводится по формуле:

(9)

$$\Delta\Phi B_c = ((KDO_c * \Phi B_c)/KDO_{общ}) - ((KDO_c * \Phi B_{cn})/KDO_{общ}),$$

где $\Delta\Phi B_c$ – дефицит или компенсация сегментарного фракционного выброса;
 KDO_c – конечно-диастолический объем сегмента;
 ΦB_c – фракция выброса сегмента;
 $KDO_{общ}$ – общий конечно-диастолический объем ЛЖ;
 ΦB_{cn} – должная в норме фракция выброса сегмента

Учитывая вышеизложенное, определение жизнеспособного миокарда у пациентов с ИБС, а также оценка его резервного потенциала общего и посегментарно (за счет динамики сегментарного УО и ФВ) возможны с применением фармакологической пробы. Таким образом, нами представляется возможным сублингвальное использование НГ как фармакологического агента в дозе 0,5 мг при проведении медикаментозного теста у пациентов с нарушением кровоснабжения миокарда. Интервалы динамического наблюдения обозначены следующие: контрольные исходные замеры в покое, через 5 минут после приема препарата НГ, через 30 минут и на 3-е сутки после проведения ТЛБАП со стентированием, и на 3-е сутки после реконструктивного вмешательства открытым способом (АКШ/МКШ).

2.5.2. Коронарная ангиография

Из инвазивной диагностики селективную КГ проводили в 6 стандартных проекциях ЛКА и 3 проекциях ПКА на рентген-ангиографическом аппарате Healthcare Innove 3100 IQ (General Electric, USA). Приоритетным для оценки сократительной функции ЛЖ при контрастной вентрикулографии является правая косая проекция (RAO), в то время, как для ЭхоКГ преимущественно используют положение левой косой проекции (LAO). КАГ картину наслаивали на полученные изображения ЭхоКГ четырехкамерной позиции по длинной оси. Следовательно, ПМЖВ, ДВ и ЗМЖВ (в зависимости от типа кровообращения - ПКА или ОВ) обеспечивают кровоснабжение

перегородки, а система ОВ, ВТК и ПкА (если вовлечена заднебоковая стенка) или ветвями ПМЖВ (переднебоковая стенка) выполняют трофику боковой стенки. Из вышесказанного следует, что кровоснабжение I, II и III сегментов относятся в основном к системе ПМЖВ и ДВ, в то время как кровоснабжение IV и V сегментов преимущественно на системе ОВ, ВТК и в основном ПкА (если участвует заднебоковая стенка) или ПМЖВ (если частично переднебоковая стенка).

2.5.3. Статистические методы исследования

Для статистической обработки проводили расчеты с использованием прикладного пакета основных статистических программ IBM SPSS Statistics v22 (IBM Corp., США) и Statistica v12.

Все полученные количественные параметры были проверены на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. Предполагалось, что исследуемое распределение не отличается от нормального распределения (нулевая гипотеза – что распределения одинаковые). При получении $p < 0.05$, нулевая гипотеза отвергается. Соответственно, исследуемое распределение отличается от нормального.

Числовые параметры, имеющие нормальное распределение, представлены в формате $M(SD)$, где M — среднее значение, SD — стандартное отклонение среднего значения. Параметры, имеющие распределение, отличное от нормального, представлены в формате $Me (Q 25\%; Q 75\%)$, где Me — медиана, а $Q 25\%$ и $Q 75\%$ — верхний и нижний квартили.

Качественные показатели представлены как в абсолютных, так и в относительных величинах (%).

Для нахождения различий между группами пациентов нормально распределенных числовых показателей использовали критерий ANOVA (для нескольких групп при равенстве дисперсий) и затем применяли попарное сравнение групп с помощью t -

критерия Стьюдента для 2-х независимых выборок с поправкой Бонферрони на непрерывность. В случае не подтверждения гипотезы о нормальном распределении для сравнения количественных данных применяли непараметрические методы Круаскала-Уоллиса (для нескольких групп) и затем осуществляли попарное сравнение групп с помощью U-критерия Манна-Уитни для несвязанных совокупностей. При множественных сравнениях применяли поправку Бонферрони.

Для сравнения дихотомических показателей между независимыми выборками использовали метод Хи-квадрат Пирсона с поправкой Йейтса на непрерывность (χ^2), точный критерий Фишера для небольших выборок. При невозможности применения критерия Хи-квадрат Пирсона (использовался Z-критерий (аналог t-критерия Стьюдента для долей), а для 0% и 100% - с поправкой для конечных точек.

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Корреляционный анализ проводился на основе непараметрической ранговой корреляции по Спирмену.

Перспектива нового метода была определена на основании вычисления его чувствительности и специфичности. «Золотым стандартом» в определении объемных показателей и ФВ ЛЖ является МРТ, однако, в нашей работе ни одному пациенту оно не проводилось. Диагностическую ценность проводили на основании сравнительного анализа данных регионарной функциональной активности с критерием SLS (Segmental longitudinal strain) после НГ с послеоперационными результатами.

Полученные данные: чувствительность, специфичность, положительное и отрицательное прогностическое значение, методом Вилсона определение точности теста с 95% доверительным интервалом.

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Контракtilьная функция миокарда ЛЖ и внутрисердечная гемодинамика у всех пациентов пяти групп до и после применения НГ

Сократительная функция миокарда ЛЖ, как общая, так и регионарная, определяют внутрисердечную гемодинамику и находятся в тесной связи с состоянием коронарного русла. Для оценки этой зависимости нами произведен анализ следующих показателей в общем по ЛЖ и по каждому из пяти сегментов отдельно, в каждой группе пациентов. Все 214 исследуемых разделены на пять групп в зависимости от выраженности функциональных изменений миокарда ЛЖ, подтвержденных на ЭКГ.

КДО выше нормы в 117 случаях (55%), из которых в 1 группе 31 случай (27% от 117 пациентов), во 2 группе – 10 (9%) случаев, в 3 – 45 (39%) пациента, в 4 группе – 5 пациентов (4%) и в 5 группе – 26 (22%) случаев. Средняя величина КДО увеличивается от 1 группы к 5 группе (рисунок 18) и выше заявленной нормы ($114 \pm 12,3$ мл) лишь в 5 группе ($170,58 \pm 20,59$ мл). В 1 группе среднее КДО составило $109 \pm 6,46$ мл, во 2 группе – $117,37 \pm 9,25$ мл, в 3 – $117,34 \pm 7,02$ мл и в 4 – $114,67 \pm 8,54$ мл. Достоверность различий по данному признаку выявляются между 1 и 5 ($p < 0,001$), 2 и 5 ($p < 0,001$), 3 и 5 ($p < 0,001$), 4 и 5 ($p < 0,001$). После медикаментозной пробы с НГ среднее значение КДО у 191 (89%) пациента из всех пяти групп имело тенденцию к снижению, а в 23 (11%) случаях – без изменений. Из 191 пациента со сниженным КДО 67 было из 1 группы, 14 пациентов из 2 группы, 77 – из 3, 8 исследуемых из 4 и 25 пациентов из 5 группы. Из 23 случаев с неизменным КДО 8 пациентов – в 1 группе, по 1 пациенту – во 2 и в 4 группах, 10 – из 3 группы и 3 пациентов из 5 группы.

КСО повышен в 183 (85%) случаях из 214, из которых в 1 группе у 51 пациента (24% от всех 214 пациентов), во 2 группе – у всех 15 пациентов (7%), в 3 – у 82 исследуемых (38%), в 4 группе - в 7 случаях (3%) и в 5 группе у всех 28 пациентов

(13%). Ни у одного исследуемого с клиническими признаками недостаточности кровообращения не было КСО в пределах нормы. Среднее значение КСО в 1 группе составило $42,62 \pm 9,27$ мл, во 2 группе – $52,17 \pm 11,92$ мл, в 3 – $54,65 \pm 10,33$ мл, в 4 – $51,77 \pm 9,37$ мл и в 5 группе – $95,86 \pm 10,27$ мл (рисунок 19).

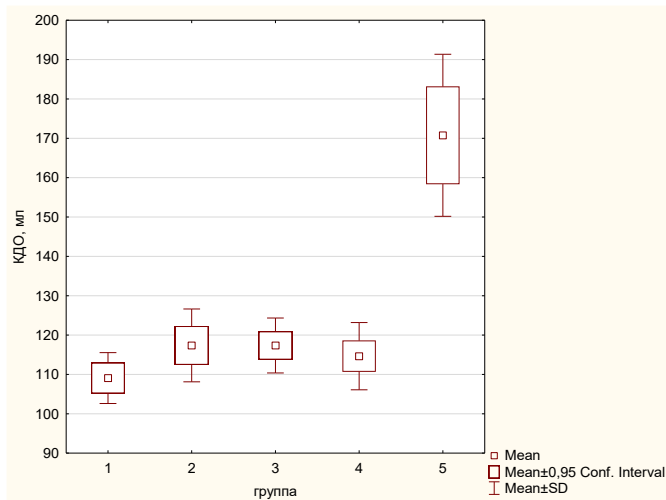


Рисунок 18. Динамика изменений общего КДО в зависимости от групп пациентов

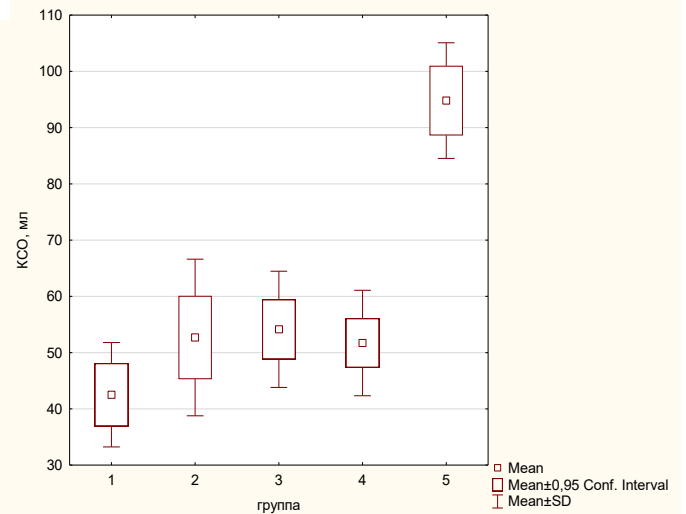


Рисунок 19. Динамика изменений общего КСО в зависимости от групп пациентов

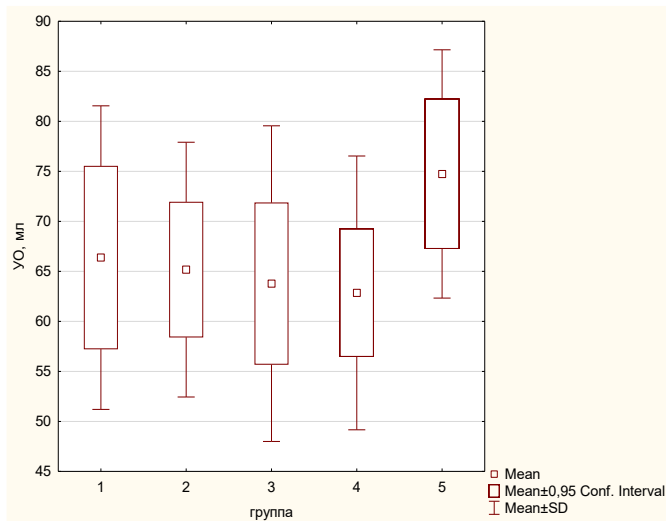


Рисунок 20. Динамика изменений общего УО в зависимости от групп пациентов

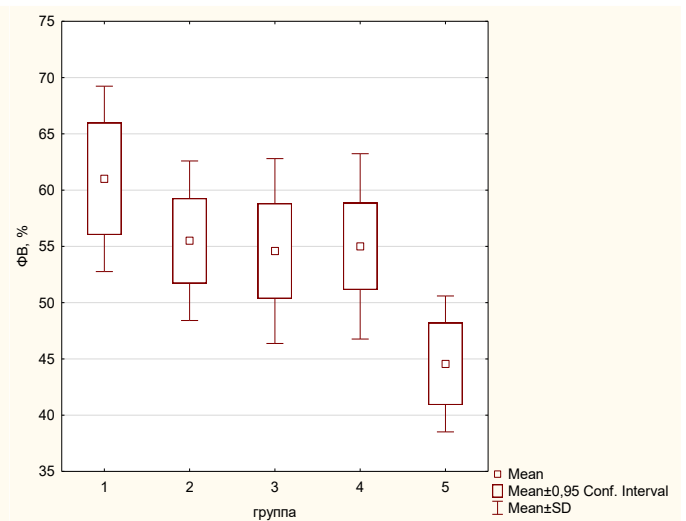


Рисунок 21. Динамика изменений общей ФВ в зависимости от групп пациентов

Достоверность различий по данному признаку также определяется между 1 и 5 ($p < 0,001$), 2 и 5 ($p < 0,001$), 3 и 5 ($p < 0,001$), 4 и 5 ($p < 0,001$) группами. После использования НГ средний КСО снизился в 166 случаях, из которых 74 из 1 группы,

14 пациентов из 2 группы, 41 – из 3, 9 исследуемых из 4 и 28 пациентов из 5 группы. В 22 случаях КСО не изменился, из которых по 1 пациенту – в 1 и во 2 группах и 20 пациентов из 3 группы.

Ударный объем был снижен в 163 (76%) случаях из 214, из которых в 1 группе был снижен у 60 пациентов (28% от 214), во 2 группе – у 12 исследуемых (6%), в 3 – у 71 (33%) пациентов, в 4 – у 6 (3%) больных и в последней 5 группе сниженный УО в 14 случаях (6%). Среднее значение от 1 к 5 группе составило: $66,39 \pm 10,17$ мл, $65,19 \pm 12,41$ мл, $63,77 \pm 13,78$ мл, $62,9 \pm 13,68$ мл и $74,73 \pm 12,41$ мл (рисунок 20). Сравнение различий общего УО между 1 и 5 группами ($p < 0,032$), 2 и 5 ($p < 0,027$), 3 и 5 ($p < 0,04$), 4 и 5 ($p < 0,016$) группами исследуемых достоверны. После применения НГ средний УО снизился в 143 (67%) случаях, из которых 55 из 1 группы, 10 пациентов из 2 группы, 54 – из 3, 7 исследуемых из 4 и 17 пациентов из 5 группы. В 42 случаях (20%) УО увеличился, где 11 случаев приходится на 1 группу, 4 пациента – из 2, 26 – из 3 группы и лишь 1 случай из 4 группы. В 29 случаях (13%) УО после НГ не изменился, из которых 9 – в 1 группе, по 1 пациенту – во 2 и в 4 группах, 7 – из 3 группы и 11 пациентов из 5 группы.

Общая ФВ была снижена в 197 случаях (92%), из которых в 1 группе у 61 пациента (29% от 214), во 2 группе – у 13 исследуемых (6%), в 3 группе – у 86 (40%), в 4 и 5 группах - у всех 9 (4%) и 28 (13%) исследуемых соответственно. Средняя величина ФВ 1 группы составила $61 \pm 8,23\%$, во 2 группе - $55,53 \pm 7,08\%$, в 3 группе - $54,55 \pm 8,21\%$, в 4 группе – $55 \pm 8,23\%$ и в 5 группе снижена до $44,5 \pm 6,04\%$ (рисунок 21). Определяется статистически значимые различия между 1 и 5 ($p < 0,001$), 2 и 5 ($p < 0,001$), 3 и 5 ($p < 0,001$), 4 и 5 ($p < 0,001$) группами. После НГ пробы общая ФВ имела тенденцию к увеличению в 161 (75% от 214) случаях, из которых 54 - из 1 группы, 13 пациентов - из 2 группы, 71 – из 3 группы, 3 пациента - из 4 группы и 20 исследуемых - из 5 группы. Динамика распределения всех исходных показателей представлена в виде диаграммы на рисунке 22 и после медикаментозной пробы с НГ на рисунке 23.

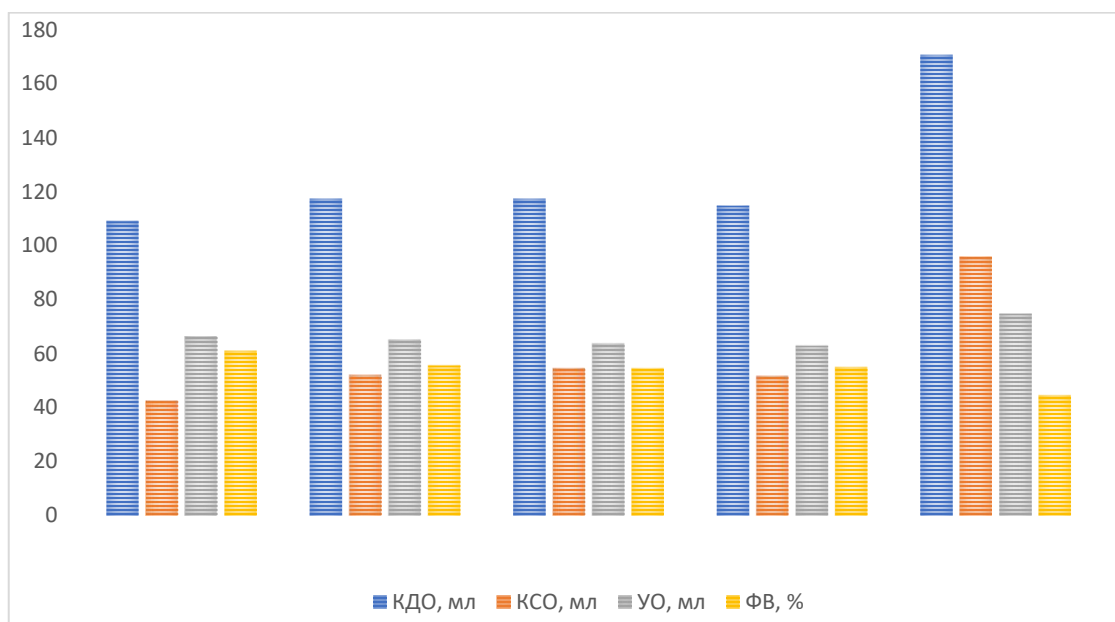


Рисунок 22. Распределение исходных показателей конечно-диастолического объема (КДО), конечно-систолического объема (КСО), ударного объема (УО) и фракции выброса (ФВ) ЛЖ от 1 к 5 группам пациентов

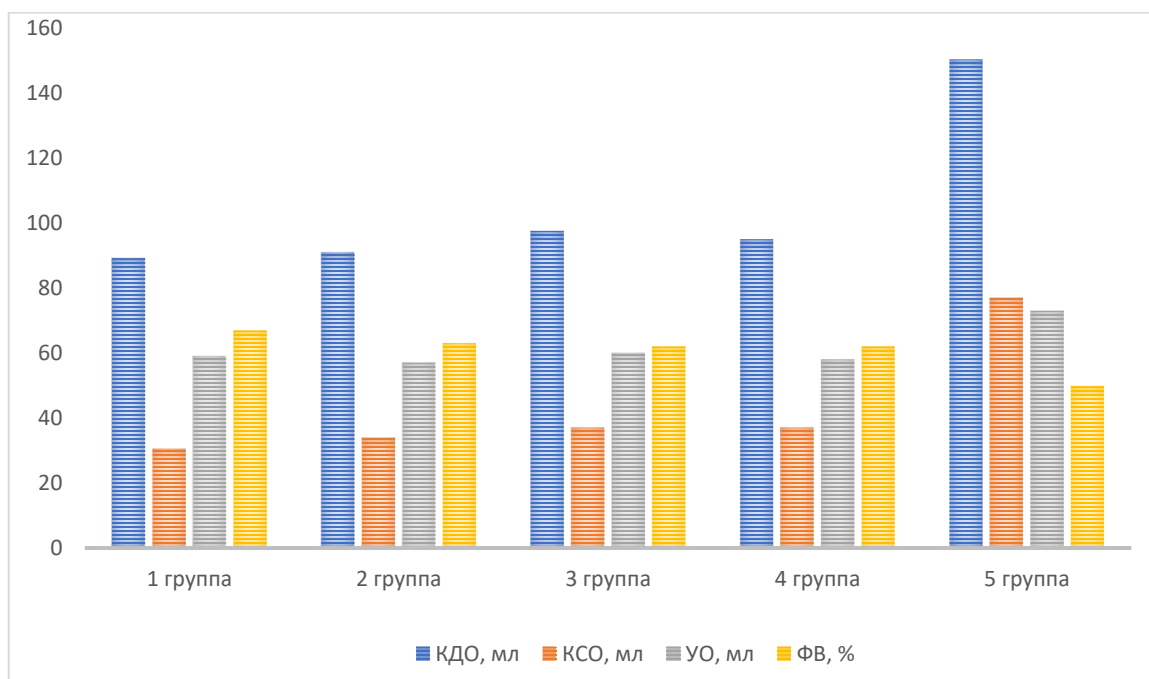


Рисунок 23. Распределение КДО, КСО, УО и ФВ среди пяти групп пациентов после медикаментозной пробы с НГ

КДО в сегментах варьировал от минимального 2,5 мл до максимального в группе пациентов с аневризмой 101,1 мл; КСО менялся от 48,25 мл до 1,25 мл. Сегментарный УО также был в широких пределах от -1,65 мл (в дискинетических сегментах) до +46,75 мл; и ФВ отмечена от -8,8% (в дискинетических сегментах) до +85% (в сегментах с компенсаторным механизмом).

Исходя из общего количества пациентов пяти групп (n=214), общая сумма рассматриваемых пяти сегментов составила 1070 (5 сегментов каждого из 214 пациентов). Сегменты с исходно нормальным значением КДО составили 581 (54%), а в остальных 489 (46%) сегментах выявлено различной степени его снижение. После применения НГ выявили снижение сегментарного объема в диастолу (КДО_с) в 710 сегментах (66%) от общего числа сегментов всех групп 1070), в 221 сегментах (21%) - увеличился, а в 139 (13%) сегментах КДО не изменился. До применения НГ выявлено, что КСО в 784 сегментах (73%) в норме, а в 286 сегментах (27%) оно снижено. После же медикаментозной пробы уменьшение сегментарного объема в систолу (КСО_с) выявлено в 838 (78%) сегментах, в 131 (12%) сегментах КСО_с увеличился, а в 101 (10%) сегментах - не изменился. Исходно в 387 (36%) сегментах был нормальный УО, в оставшихся 683 (64%) сегментах – снижен. Далее, после пробы, снижение УО определили в 571 (53%) сегментах, в 418 (39%) сегментах – увеличился, а в 80 (8%) сегментах – не изменился.

Изначально в 743 сегментах (69%) выявлена различной степени асинергия сегментарной ФВ (рисунок 24), при этом в большинстве сегментов (n=446) она была умеренная (60% от 743 асинергичных), где ФВ составила 75% от нормы; в 231 (31%) сегментах более выраженная асинергия, где ФВ составила 50-75% относительно должной нормы, в 52 (7%) из этих сегментов было выраженное снижение ФВ, и оно составило 25-50% от должной нормы конкретного сегмента. В 14 (1,3%) случаях сегментарная ФВ значительно снижена от нормы (более чем на 25%), из них в трех сегментах дискинез. Стоит отметить, что все 14 сегментов из пятой группы исследуемых, и в большинстве случаев (12 из 14) относились к зоне кровоснабжения ПМЖВ.

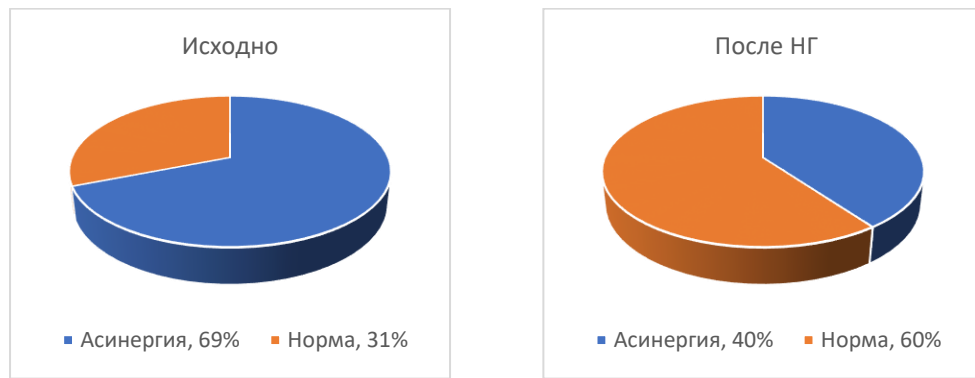


Рисунок 24. Распределение сегментов всех групп пациентов со сниженной сократительной способностью и в норме исходно и после НГ

После применения НГ ФВ восстановилась до нормы в 644 сегментах (60% от всей суммы сегментов данной группы $n=1070$), из которых 327 сегментов были с исходной нормой, а 317 сегментов восстановили ее полностью (30%). Сегменты, которые не восстановили свою сократительную способность до нормы, составили 426 (40%) сегментов. Логичным является расчет процента общей положительной функциональной динамики по всем пяти сегментам, который составляет 29%.

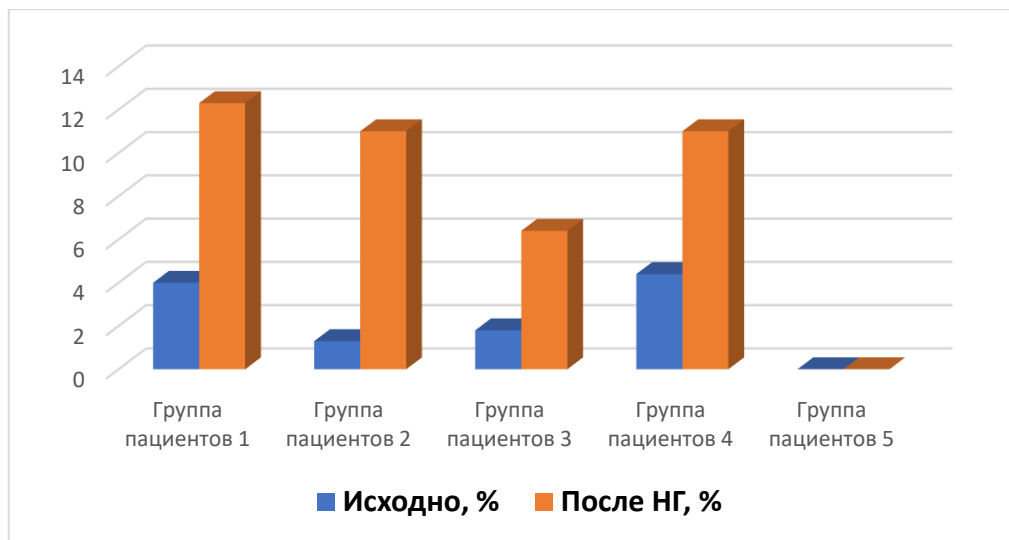


Рисунок 25. Распределение по группам сегментов с гиперфункциональной активностью на исходном этапе и после НГ

Сегменты с исходной гиперфункциональной активностью (рисунок 25), где ФВ была выше нормы на 10-25%, была выявлена в 26 случаях (2% от суммы всех сегментов $n=1070$). Распределение было таковым: 15 сегментов из первой группы, 1 сегмент из второй группы, 8 – из третьей группы, 2 – из четвертой группы пациентов и в пятой группе – не выявлено. Лишь один сегмент из 26 с исходной гиперфункцией был в бассейне ПКА и ОВ, остальные 25 сегментов - из зоны кровоснабжения ПМЖВ и ВТК. Гиперкинетическая активность увеличилась после НГ до 87 сегментов (8% от 1070), из которых к 1 группе относятся 46 сегментов, 8 участков - из 2 группы, 28 – из 3 группы, 5 сегментов – из 4, а в последней группе пациентов таковых не выявлено. Из 87 сегментов лишь 18 были из системы кровоснабжения ПКА и ОВ, а остальные 69 сегментов – из зоны кровоснабжения ПМЖВ и ДВ. Таким образом, в пятой группе исследуемых, где рубцовые поражения миокарда максимальные, не выявлено ни одного сегмента с гиперфункциональной активностью как на исходном этапе, так и после пробы с НГ. Также следует отметить, что ни в одном случае из всех групп пациентов не выявлено гиперкинетической активности по III сегменту.

Из общего количества исследуемых пяти групп ($n=214$), к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ относятся 642 сегмента, а к зоне кровоснабжения ПКА и ОВ – 428 оставшихся сегмента, которые в сумме составляют общее количество исследуемых зон всех пациентов ($n=1070$). Исходно по всем пяти группам пациентов выявлено 743 сегмента с функциональной недостаточностью, что составляет 69% от общей суммы сегментов, из которых 431 асинергичных сегмента в зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (67% от 642 сегментов данной зоны) и 312 сегментов в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ (73% от 428 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился соответственно по зонам до 246 (38%) и 180 (42%) сегментов, а в общем до 426 сегментов (40%). Логичным становится определение сегментов с исходной нормой функциональной способности, которых было выявлено 33% в бассейне кровоснабжения ПМЖВ и 27% - ПКА, ОВ, которые после НГ увеличились соответственно до 62% и 58% (рисунок 26).

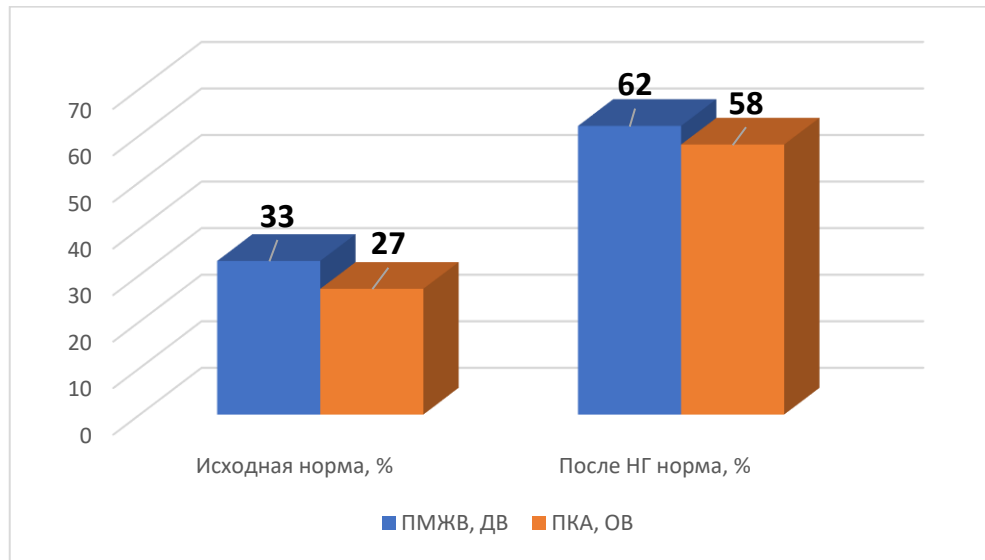


Рисунок 26. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью (норма ФВ) относительно бассейна кровоснабжения ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе и после НГ в общем по всем группам пациентов

Выявлена положительная функциональная динамика (ФВ), согласно зонам кровоснабжения КА – в I, II, III сегментах 29% и в IV, V сегментах 31%, так и общей ФВ по всем пяти сегментам (29%).

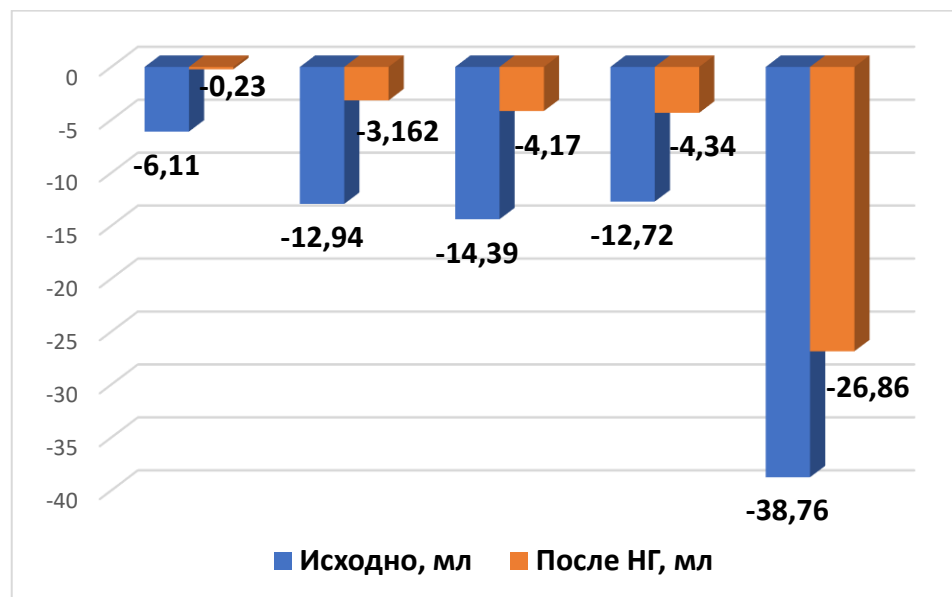


Рисунок 27. Распределение суммарного дефицита УО по группам исследуемых на исходном этапе и после НГ

Динамика изменений суммарного дефицита УО каждого сегмента в формировании общего ударного объема ($KDO_c * FB_c$) - ($KDO_c * FB_{c/норме}$) достоверно увеличивалась от 1 группы к 5, и распределение среднего показателя было следующим: $-6,11 \pm 0,01$ мл, $-12,94 \pm 4,42$ мл, $-14,39 \pm 7,12$ мл, $-12,72 \pm 3,07$ мл, $-38,76 \pm 11,27$ мл, а после пробы с НГ: $-0,23 \pm 1,1$ мл, $-3,162 \pm 1,1$ мл, $-4,17 \pm 1,1$ мл, $-4,34 \pm 4,4$ мл и $-26,86 \pm 10,68$ мл (рисунок 27). Достоверность различий по данному признаку выявляются между 1-5, 2-5, 3-5, 4-5 группами ($p < 0,001$) и сравнительно между собой в 1, 2, 3 и 4 группах ($p < 0,05$).

3.1.1. Обсуждение результатов всех пяти групп пациентов до и после НГ

Снижение преднагрузки свидетельствует об уменьшении венозного возврата благодаря задержке крови на периферии посредством венодилатирующего эффекта. Однако, необходимо брать во внимание тот факт, что все пациенты были с ИБС и диапазон поражений КК отмечен в разной степени. А также, благодаря неодинаковой податливости (ригидности) различных участков миокарда у данных пациентов (из-за рубцовых изменений, степени ишемии, различной толщины стенки, геометрической формы полости ЛЖ и др.) с одинаковым давлением наполнения полости ЛЖ объемная вместимость в различных его участках будет также не равномерной, как исходно, так и после НГ.

Соответственно вышесказанному, использование НГ приводит к разнонаправленным изменениям показателей внутрисердечной гемодинамики и контрактильной функции ЛЖ. Так, после медикаментозной пробы у 66% выявлено снижение сегментарного КДО, в 78% сегментах – снизился КСО, при этом сегментарный УО в 53% снизился, в 39% - увеличился, а в 8% - не изменился. В свою очередь, в периоде после НГ отмечена положительная функциональная динамика сегментарной ФВ на 29%, а именно: увеличивается число сегментов с нормальными значениями ФВ от исходных 31% до 60%.

При прослеживании динамики полученных результатов становится понятным, что сегментарный УО зависит от объемной вместимости в диастолу конкретного участка ($KDO_{\text{сег}}$) и его сократительной способности для обеспечения ударного выброса, чем и можно объяснить максимально отличающийся показатель УО пятой группы от остальных групп.

Благодаря результатам контрольной группы (таблица 4), были сформированы показатели регионарной и общей «допустимой нормы» для каждого критерия. Соответственно, представляется возможным расчет «должной нормы» общего УО, как произведение реально полученного КДО на ФВ «должную в норме» (из таблицы 4). Помимо прочего, количественно определяли сегментарный вклад в формирование общего УО, как произведение КДО сегмента на ФВ «должную в норме» конкретно данного сегмента ($KDO_c * FB_{\text{с/норме}}$).

Исходя из полученных результатов, проводили расчет «дефицита или компенсации» УО ЛЖ. Общий дефицит или компенсацию ударного объема ЛЖ рассчитывали, как разницу между «должным» УО ЛЖ и его реально полученным результатом. Если результат реального УО меньше должного - данная разница будет являться дефицитом кровотока и обозначена минусом в тексте для удобства. Ситуация, в которой реально полученный УО пациента превышает должный, разница показателя будет свидетельствовать о резерве ударного объема благодаря гиперфункциональной активности сегментов, выполняющих компенсаторную функцию восполнения «дефицита» кровотока.

На фоне медикаментозной пробы с НГ определили динамику общих и регионарных показателей гемодинамики. В 3 группе прооперированных пациентов проводили дополнительный расчет вышеуказанных критериев на этапе после реваскуляризации.

Благодаря усилению перфузии в 1 группе, где ИМ в анамнезе не зарегистрирован, дефицит УО минимальный, а после НГ практически исчезает ($-0,23 \pm 1,1$ мл). По всем остальным группам прослеживается сохранение дефицита (рисунок 27). В целом такая динамика изменений дефицита УО выразилось в том, что общая ФВ ЛЖ ниже

нормы во всех группах пациентов, однако с минимальным снижением в 1 группе и максимальным - в группе с аневризмой ЛЖ, клиническим подтверждением чему служит увеличение числа пациентов с недостаточностью кровообращения. После медикаментозной пробы по всем пяти группам пациентов отмечено достоверное снижение дефицита ударного объема ($p < 0,01$).

Подводя итоги, можно отметить, что наибольший функциональный резерв к сокращению выявлен у пациентов с ИБС и нарушением КК, где процент органических изменений миокарда наименьший. Соответственно, с увеличением рубцовых поражений будет уменьшаться функциональный резервный потенциал, что прослеживается от первой группы исследуемых к пятой (см. рисунок 22) и подтверждается сравнительными результатами после НГ (см. рисунок 23). А также, исходная гиперкинетическая активность сегментов, выявленных в 1, 2, 3 и 4 группах пациентов поддерживает общую интегральную функцию ЛЖ на достаточном уровне. Чего нельзя сказать о 5 группе пациентов, где отсутствие данного компенсаторного механизма приводит к результатам значительно ниже физиологических норм.

Среди пациентов, перенесших ИМ, решающее место занимает выбор подходящей тактики лечения, которая зависит от оценки соответствия функционального состояния различных зон миокарда с тяжестью поражения КА. Использование НГ позволяет оценить перспективу планируемого оперативного вмешательства. А именно: участие каждого сегмента ЛЖ в формировании его общей функции, а также определить ожидаемые улучшения благодаря каким сегментам и в каком количестве.

Как известно, результаты КГ позволяют выявить локализацию, степень и характер стеноза, в то время как наш метод направлен на количественное определение функционального состояния каждого сегмента в отдельности и в целом ЛЖ. В данной работе проводили сравнительный анализ функциональной активности различных сегментов с топографией стеноза, а именно. Сопоставили полученные данные и проследили характер их изменений согласно зонам кровоснабжения миокарда: локализация стеноза в ПМЖВ учитывалась как поражение I, II, III сегментов, а

суммарное поражение ПКА и ОВ – как изменения IV и V сегментов.

В первой группе пациентов без ИМ локализация стеноза распределилась в ПМЖВ, ОВ и ПКА по 80%, 60% и 72% соответственно (суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 66%), в то время как нами определено практически равномерное снижение функциональной активности в бассейне I, II, III сегментов (55%) и IV, V сегментов (53%). Согласно корреляционному анализу (см. таблицу 5) выявлена достоверная разница результатов в I, II, III сегментах между стенозами в ПМЖВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p=0,0035$) и недостоверная разница данных показателей в IV, V сегментах ($p=0,1246$).

Таблица 5. Корреляционный анализ полученных результатов стеноза КА, функциональной активности сегментов и вентрикулографии среди пяти групп пациентов

Группа	Критерии	Сегменты, %		Сегменты, %	
		I, II, III	P	IV, V	P
1	Ст.	80	0,0035	66	0,1246
	ФА	55		53	
2	Ст.	87	0,2021	60	0,0075
	ФА	76		83	
3	Ст.	70	0,7289	71	0,4191
	ФА	73		78	
4	Ст.	100	<0,001	89	1,0
	ФА	59		89	
5	Ст.	86	А-ФА 0,5614	68	А-ФА 0,0004
	ФА	81	В-ФА	98	В-ФА
	В.	83	0,7271	45	0,0059

Ст. – Стеноз в КА, ФА – Функциональная активность сегментов,
В – Вентрикулография

Во-второй группе пациентов с ИМ передней локализации данные КАГ соответственно вышесказанному (ПМЖВ, ОВ и ПКА) распределились 87%, 60%, 60%, а результаты нашего метода доказывают, наоборот, более выраженное снижение активности в бассейне IV и V сегментов (83%) по сравнению с I, II, III участками (76%). Суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 60%. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о достоверной разнице результатов в IV, V сегментах между стенозами ПКА, ОВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p=0,0075$) и недостоверная разница данных показателей в I, II, III сегментах ($p=0,2021$).

В третьей группе исследуемых с задним ИМ практически равномерное поражение венечных артерий на КГ (70%, 72% и 70% соответственно) схоже с результатами функциональной активности: 73% в I, II, III участках и 78% - в IV, V сегментах. Суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 71%. Результаты корреляционного анализа доказывают вышесказанное, а именно: выявлена недостоверная разница результатов как в I, II, III сегментах между стенозом ПМЖВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p=0,7289$), так и недостоверная разница данных показателей в IV, V сегментах ($p=0,4191$).

Отдельно из 3 группы стоит выделить две подгруппы из 25 человек и 40 пациентов с задним ИМ. В первой подгруппе 25 исследуемым было выполнено оперативное вмешательство на КА, соответственно исследование проводили на трех этапах: исходно, после НГ и после операции. Во второй подгруппе 40 пациентам проводили дополнительное исследование продольной сегментарной деформации (SLS), соответственно выполнили сравнительный анализ результатов функциональной активности сегментов с показателем SLS, с заключениями КАГ и нарушениями локальной сократимости сегментов, выявленных на ЭхоКГ.

В первой подгруппе из 25 человек 8 пациентам проводили ТЛБАП со стентированием (см. рисунок 40) и 17 исследуемым – АКШ, МКШ (см. рисунок 42). У пациентов с ЧКВ получены результаты снижения функциональной активности в

зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ и в зоне ПКА, ОВ на исходном этапе (58% и 62% соответственно), после НГ (50% и 31% соответственно) и после ТЛБАП (37% в обоих случаях) свидетельствуют о положительной динамике, ожидаемой после НГ (8% и 21% соответственно) и доказанной в послеоперационном периоде (31% и 25% соответственно). Результаты КАГ: 70% поражений ПМЖВ, ДВ и 71% - в зоне ПКА, ОВ подтверждают исходное снижение функциональной активности в данных зонах (58% и 62% соответственно). При ЭхоКГ оценке локальной сократимости сегментов в зоне ПКА, ОВ были выявлены 86% поражений, а в зоне ПМЖВ, ДВ лишь 8%, что достоверно отличается от результатов функциональной активности и заключений КАГ в ПМЖВ, и недостоверно в зоне ПКА, ОВ (рисунок 40).

У 17 пациентов с открытой операцией получены результаты снижения функциональной активности в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ и в зоне ПКА, ОВ на исходном этапе - 61% и 91% соответственно, после НГ - 31% и 71% и после АКШ, МКШ 47% и 79% соответственно. Положительная динамика носит равномерный характер: после НГ в бассейне ПМЖВ составила 30% и в зоне ПКА, ОВ - 20%, а после операции - 14% и 12% соответственно. Сравнивая с результатами КАГ (70%) поражения ПМЖВ, ДВ недостоверно отличаются от наших результатов снижения функциональной активности (61%) и достоверно отличаются в зоне ПКА, ОВ (71% и 91% соответственно). При ЭхоКГ оценке локальной сократимости сегментов в зоне ПКА, ОВ были выявлены 88% поражений, а в зоне ПМЖВ, ДВ - ни в одном сегменте, что достоверно отличается от результатов функциональной активности и заключений КАГ в ПМЖВ, ДВ и недостоверно в зоне ПКА, ОВ (рисунок 42).

Во второй подгруппе из всех 40 исследуемых 10 пациентам выполнили открытую операцию на сердце. Исходно среди 40 пациентов в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ выявлена сегменты со сниженной функциональной активностью в 54%, со сниженным показателем SLS в 63%, по результатам КАГ – в 70% и асинергия по данным ЭхоКГ – в 3%. В зоне ПКА, ОВ поражения выявлены в 91%, 78%, 71% и 88% соответственно (рисунок 28).

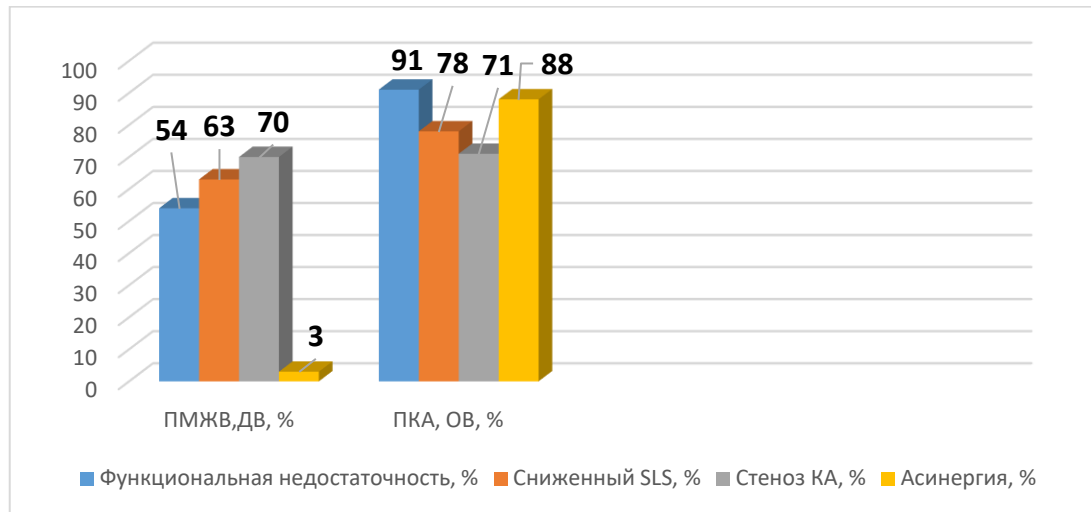


Рисунок 28. Процентное распределение сегментов с исходно сниженной функциональной активностью, стенозами в КА, асинергией по результатам ЭхоКГ и сниженным показателем SLS отдельно в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ у 40 пациентов третьей группы

Из 10 прооперированных пациентов данной подгруппы исходно в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ выявлена сегменты со сниженной функциональной активностью в 60%, со сниженным показателем SLS в 53%, по результатам КАГ – в 70% и асинергия по данным ЭхоКГ – в 0% (рисунок 29). В зоне ПКА, ОВ поражения выявлены в 90%, 80%, 71% и 90% соответственно.

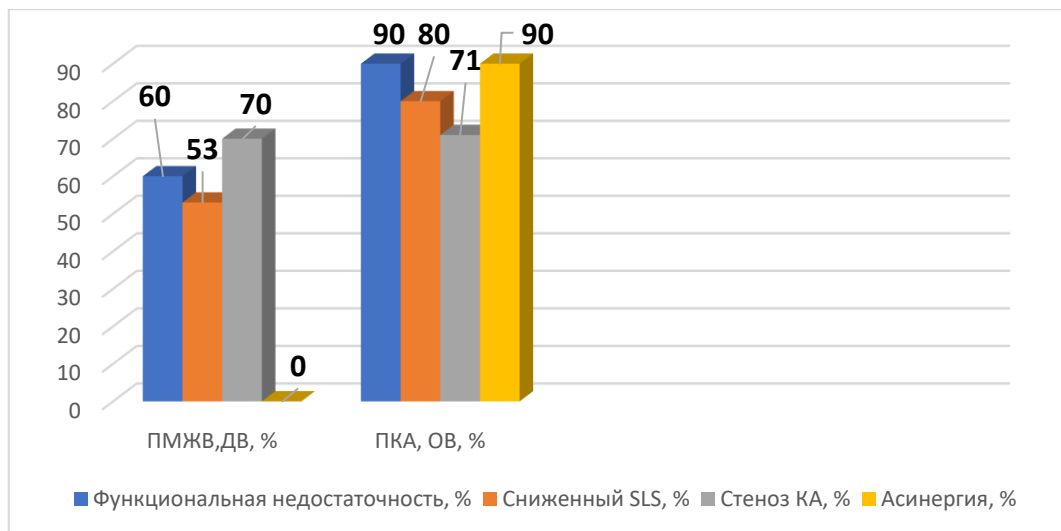


Рисунок 29. Процентное распределение сегментов с исходно сниженной функциональной активностью, стенозами в КА, асинергией по результатам ЭхоКГ и сниженным показателем SLS отдельно в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ у 10 пациентов третьей группы

Сравнивая SLS у 10 прооперированных пациентов третьей группы с результатами функциональной активности исходно (рисунок 48, 49), после НГ и после операции в обоих бассейнах кровоснабжения выявлена недостоверной разнице ($p < 0,62$). А именно: в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ сегменты со сниженной функциональной активностью в 60%, со сниженным показателем SLS в 53%, после НГ – 40% и 50%, а после операции – 43% и 47%. В зоне ПКА, ОВ сниженная функциональная активность выявлена в 90%, а сниженный SLS – в 80%, после НГ – 80% и 55%, а после операции – 85% и 50% соответственно.

В четвертой группе пациентов с ИМ смешанной локализации максимально выраженные поражения КА (100%, 78% и 100% соответственно) не нашли нашего подтверждения функциональной недостаточности в I, II, III сегментах (функциональная активность составила 59%), а результаты IV и V сегментов абсолютно равносильные. Суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 89%. Согласно корреляционному анализу выявлена достоверная разница результатов в I, II, III сегментах между стенозом ПМЖВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p < 0,001$) и отсутствие достоверной разницы данных показателей в IV, V сегментах ($p = 1,0$).

В пятой группе исследуемых с трансмуральным ИМ, осложненным аневризмой ЛЖ, также различаются наши результаты (81% в I, II, III и 98% в IV, V) от заключений КАГ (86%, 61% и 75% соответственно). Суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 68%. Учитывая, что всем пациентам данной группы по показаниям выполняли вентрикулографию во время селективной КАГ, нами проведен сравнительный анализ результатов стеноза КА с функциональной активностью сегментов и последующий анализ результатов вентрикулографии с функциональным состоянием сегментов. По результатам в I, II, III сегментах выявлена недостоверная разница между стенозом КА и функцией сегментов ($p = 0,5614$), а также между результатами вентрикулографии и

функциональной активностью ($p=0,7271$). В IV и V сегментах выявлена достоверная разница между вышеперечисленными показателями в обоих случаях $p=0,0004$ и $p=0,0059$ соответственно.

Количество зон асинергии, выявленных на ЭхоКГ, увеличивается от 1 группы к 5. А именно: в 1 группе у 10 пациентов выявили асинергию сегментов (13%), во 2 группе - у 9 из 15 исследуемых (60%), в 3 группе – 80 пациентов (92%), в 4 и 5 группах – в 100% случаях.

Представленный в таблице 6, сравнительный корреляционный анализ демонстрирует в первой группе пациентов асинергию 18 сегментов из всех 375, в то время, как функциональная недостаточность выявлена в 203 сегментах ($p<0,001$); сравнительные результаты в I, II, III сегментах и отдельно в IV и V сегментах составили 3% к 55%, 7% к 53% соответственно ($p<0,001$).

Результаты второй группы свидетельствуют о достоверной разнице выявленных зон асинергии в 20 сегментах с функциональными нарушениями в 59 сегментах ($p=0,001$), а в зоне I, II, III сегментов 33% к 76% ($p=0,002$) и в зоне IV и V сегментов 17% к 83% ($p<0,001$) соответственно.

Результаты третьей группы доказывают достоверную разницу между показателями выявленных зон асинергии в 153 сегментах с функциональными нарушениями в 326 сегментах ($p<0,001$), при этом в зоне I, II, III сегментов 2% к 73% ($p<0,001$) и в зоне IV и V сегментов 85% к 78% ($p=0,327$) соответственно.

Результаты четвертой группы демонстрируют недостоверную разницу между показателями выявленных зон асинергии в 25 сегментах с функциональными нарушениями в 32 сегментах ($p=0,124$), при этом в зоне I, II, III сегментов 52% к 59% ($p=0,366$) и в зоне IV и V сегментов 61% к 89% ($p=0,0035$) соответственно.

Таблица 6. Корреляционный анализ полученных результатов асинергии сегментов, их функциональной активности и вентрикулографии среди пяти групп пациентов

Гр.	Крит-рий	Сегменты, кол-во			Сегменты, %		Сегменты, %		ИНЛС
		Общ. кол-во сег-ов	Пораж. сегм-ы, кол-во	Р	I, II, III	Р	IV, V	Р	
1	Ас.	375	18	<0,001	3	<0,001	7	<0,001	1,032
	ФА		203		55		53		
2	Ас.	75	20	0,001	33	0,002	17	<0,001	1,16
	ФА		59		76		83		
3	Ас.	435	153	<0,001	2	<0,001	85	0,327	1,32
	ФА		326		73		78		
4	Ас.	45	25	0,124	52	0,366	61	0,0035	1,53
	ФА		32		59		89		
5	Ас.	140	97	А-ФА <0,001	83	А-ФА 0,636	48	А-ФА <0,001	2,014
	ФА		123	В-ФА	81	В-ФА	98	В-ФА	
	В.		95	<0,001	83	0,845	45	<0,001	2,04

Ас. – Асинергия, ФА – Функциональная активность сегментов,
В – Вентрикулография, ИНЛС – Индекс нарушения локальной сократимости

И в пятой группе были следующие результаты: асинергия выявлена в 97 сегментах и функциональная недостаточность в 123 сегментах ($p < 0,001$), а сравнительный анализ зон асинергии по результатам вентрикулографии в 95 сегментах с функциональной недостаточностью ($p < 0,001$). Сравнение результатов пятой группы асинергий с функциональной недостаточностью в зоне I, II, III сегментов 83% к 81% ($p = 0,636$) и в зоне IV и V сегментов 48% к 98% ($p < 0,001$) соответственно; и в сравнении асинергий по данным вентрикулографии с функциональной недостаточностью в зоне I, II, III сегментов 83% к 81% ($p = 0,845$) и в зоне IV и V сегментов 45% к 98% ($p < 0,001$) соответственно. Динамика ИНЛС от первой группы к

пятой подтверждает наши результаты: 1,032; 1,16; 1,32; 1,53; 2,014 и 2,04.

Следует отметить, что у пациентов без клинических признаков недостаточности кровообращения ФВ сохранялась в пределах физиологической нормы, за исключением двух пациентов из 3 группы, где ФВ была незначительно ниже нормы. В то время, как пациенты, имеющие в анамнезе ЭКГ подтвержденный ИМ, склонны к снижению общей сократительной функции ЛЖ с клиническими признаками проявления недостаточности кровообращения. Отсюда следует, что роль постинфарктного кардиосклероза в снижении интегральной функции ЛЖ крайне велика.

Наряду с вышесказанным возникает множество логичных вопросов: почему у пациентов без клинических признаков нарушения кровообращения, но с ЭКГ, подтвержденным ИБС, и признаками стеноза КА, показатели интегральной функции ЛЖ находятся в пределах физиологической нормы или выше нее? Что обеспечивает компенсацию снижения функции ЛЖ у больных с крупноочаговым ИМ и поддержание ее на достаточно высоком уровне среди некоторых исследуемых? Как меняется общая функции ЛЖ в зависимости от локализации стеноза КА? На сколько перспективно планируемое хирургическое вмешательство на венечном русле и как количественно его определить неинвазивно? Бесспорным является факт необходимости изучения резервного потенциала всех участков миокарда, как пораженных, так и непораженных, а также их оценка соответственно топографии поражения КА, что и послужило целью работы.

3.2. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС без перенесенного ИМ в анамнезе до и после применения НГ

КДО ЛЖ посегментарно изменялся в пределах 2,55 – 81,35 мл. Среднее значение КДО умеренно снижено и составило $109 \pm 6,46$ мл. При этом у 31 пациента средний КДО выше верхней границы нормы, а клинические признаки недостаточности

кровообращения выявлены у них в 16 случаях. После использования НГ среднее значение КДО достоверно снизилось ($p<0,05$) до $89,2\pm 2,4$ мл, при этом у 67 пациентов (89% от общего количества пациентов данной группы) выявлено снижение общего КДО в сравнении с исходными данными, и у 8 исследуемых (11%) КДО практически не изменился.

КСО ЛЖ посегментарно варьировал в пределах от 36,82 мл до 1,4 мл и в среднем он составил $42,62\pm 9,27$ мл. У 51 пациента исходно выявлен повышенный КСО, у 13 пациентов - приближен к заявленной норме и у 11 пациентов – ниже нормы. При этом признаки недостаточности кровообращения были в 52 случаях. После применения НГ среднее значение КСО достоверно снизилось ($p<0,05$) в 74 случаях и составило $30,53\pm 4,13$ мл, и лишь у одного пациента показатель не изменился.

УО менялся от 3,36 мл до 45,75 мл и среднее значение было $66,39\pm 10,17$ мл, а после применения НГ оно достоверно снизилось ($p<0,05$) до $59,06\pm 5,12$ мл. У 15 пациентов УО в норме, а у остальных 60 исследуемых показатель снижен. После медикаментозной пробы динамика изменений проявилась следующим образом: в 55 (73%) случаях УО был снижен, у 11 пациентов (15%) повышен и у 9 (12%) пациентов - без изменений.

Сегментарная ФВ варьировала в пределах 30% и 75%. Среднее значение ФВ исходно составило $61\pm 8,23\%$ и было ниже нормы ($67,2\pm 7,12\%$) в 65 случаях, а у 10 пациентов оставалось в норме. После применения НГ среднее значение ФВ достоверно увеличилось ($p<0,05$) до $66,6\pm 7,41\%$, при этом у 54 (72%) пациентов повысился до границ нормы и выше, у 1 пациента (1,3%) снизилась ФВ и у 20 исследуемых (26,7%) - не изменилась.

У всех 75 пациентов данной группы под воздействием НГ выявили достоверное снижение ($p<0,05$) среднего артериального давления (с $107\pm 8,27$ мм рт. ст. до $93\pm 5,62$ мм рт. ст.). ЧСС составила исходно $74\pm 2,3$ удара в минуту и после пробы медикаментозной – $77\pm 5,21$ удара в минуту.

Исходя из количества пациентов ($n=75$), общая сумма рассматриваемых сегментов данной группы составила 375. Исходное количество сегментов с нормальным значением КДО составило 174, а в остальных 201 сегментах выявлено различной степени его снижение. После применения НГ выявили снижение сегментарного объема в диастолу ($КДО_c$) в 252 сегментах, в 73 сегментах - увеличился, а в 50 сегментах КДО не изменился. До применения НГ выявлено, что КСО в 230 сегментах в норме, а в 145 сегментах оно снижено. После же медикаментозной пробы уменьшение сегментарного объема в систолу ($КСО_c$) выявлено в 286 сегментах, в 36 сегментах $КСО_c$ увеличился, а в 53 сегментах - не изменился. Исходно в 135 сегментах был нормальный УО, в оставшихся 240 сегментах – снижен. Далее, после пробы, снижение УО определили в 197 сегментах, в 134 сегментах – увеличился, а в 44 сегментах – не изменился.

Изначально в 203 сегментах (54% от суммы всех сегментов 375 данной группы) выявлена различной степени асинергия сегментарной ФВ, при этом в большинстве сегментов ($n=166$) она была умеренная, где ФВ составила 75% от нормы; в 32 сегментах - более выраженная асинергия, где ФВ составила 50-75% относительно должной нормы и лишь в 5 из этих сегментов было выраженное снижение ФВ, и оно составило 25-50% от заявленной нормы конкретного сегмента (рисунок 30).

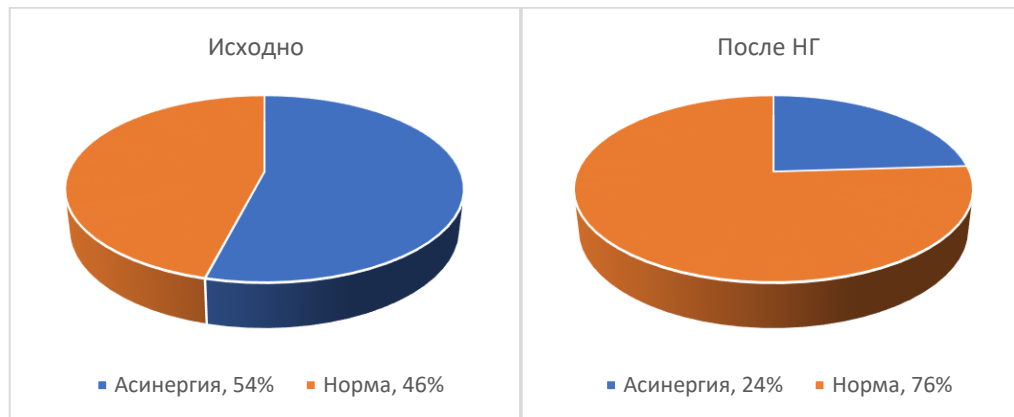


Рисунок 30. Распределение сегментов первой группы пациентов со сниженной сократительной способностью и в норме исходно и после НГ

После применения НГ общее количество асинергичных участков снизилось до 88 сегментов (24%), а восстановленных (или даже выше нормы) выявлено 287 сегментов (76% от всей суммы сегментов данной группы $n=375$), из которых 172 сегмента были с исходной нормой, а 115 сегментов восстановили ее полностью. Процент нормализации общей ФВ по всем пяти сегментам составил 30%.

Отдельно стоит отметить сегменты, ФВ которых более чем на 25% выше нормы, таковые были в количестве 15 (4% от всех 375 сегментов данной группы); из которых 14 сегментов были из системы кровоснабжения ПМЖВ и ДВ и лишь 1 – из системы ПКА и ОВ. После НГ количество сегментов с гиперфункциональной активностью увеличились до 46 (12,3%); из которых 40 сегментов были из системы кровоснабжения ПМЖВ и ДВ, а 6 – из системы ПКА и ОВ.

3.2.1. Обсуждение результатов группы пациентов с ИБС без перенесенного ИМ в анамнезе

Учитывая, что общее количество сегментов всех пациентов данной группы составляет 375, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (I, II и III сегменты) относится 225 сегментов, а к ПКА и ОВ (IV и V сегменты) – оставшиеся 150 сегментов.

Исходно с функциональной недостаточностью выявлено 123 сегмента в зоне ПМЖВ и ДВ (55% от 225 сегментов) и 80 сегментов в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ (53% от 150 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился соответственно до 53 сегментов (24%) и 35 сегментов (23%), а в общем до 88 сегментов (24%). Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 45%, а в ПКА и ОВ – 47%, а после НГ увеличился до 76% и 77% соответственно. Представленные результаты (рисунок 31) свидетельствуют о положительной динамике функциональной активности в бассейне ПМЖВ и ДВ на 31%, а в зоне кровоснабжения ПКА, ОВ – на 30%.

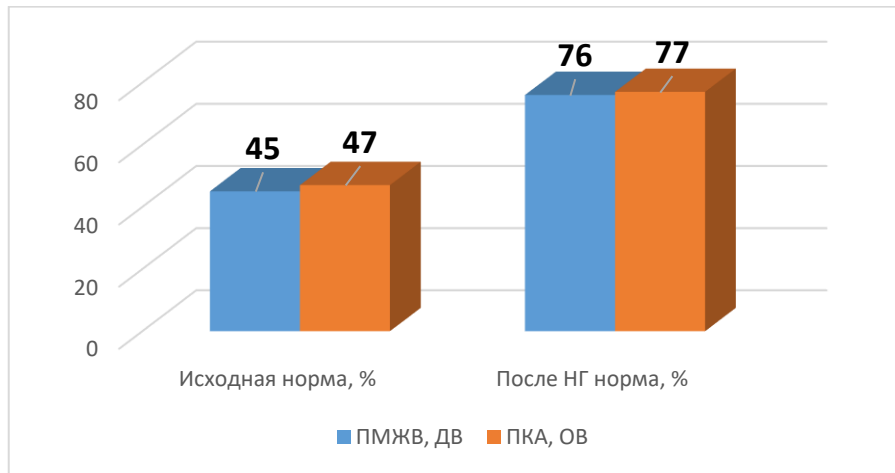


Рисунок 31. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе и после НГ в первой группе пациентов

Как говорилось ранее (см. таблицу 3), в 1 группе поражение ПМЖВ составило 80%, в бассейне - ОВ 60% и ПКА – 72%, а суммарное поражение ПКА и ОВ – в 66%. Исходя из особенностей локализации поражений в КА, максимальное снижение функциональной активности будет ожидаемо в I, II, III сегментах, далее - в V и IV. Несмотря на отсутствие органических изменений миокарда, исходно зарегистрированные ишемические нарушения у 50 исследуемых практически равномерно распределены по всем пяти сегментам, о чем свидетельствуют исходные результаты нашего метода. А именно: 55% - в I, II и III сегментах и 53% - в IV и V, что не подтверждает ожидаемые результаты анализа распространенности и локализации стеноза на КГ, сравнительный анализ которых демонстрирует достоверную разницу результатов в I, II, III сегментах между стенозом ПМЖВ, ДВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p=0,0035$) и недостоверную разницу данных показателей в IV, V сегментах ($p=0,1246$).

ИНЛС в данной группе составил 1,032, при этом нарушения локальной сократимости при анализе зон асинергии на ЭхоКГ (рисунок 32) были выявлены у 10 пациентов из всех 75 (13%). В 18 сегментах выявлена гипокинезия, из которых 7 сегментов из системы ПМЖВ и ДВ (I, II, III) и 11 сегментов из системы

кровооснабжения ПКА и ОВ (IV, V), что в процентном соотношении составляет 3% от общей суммы I, II, III сегментов данной группы (n=225) и 7% от общей суммы IV, V сегментов (n=150). Результаты нашего метода доказывают исходное снижение функциональной активности в 203 сегментах (54%), из которых 123 сегмента относятся к системе ПМЖВ и ДВ (55%) и 80 сегментов – из системы ПКА и ОВ (53%). Сравнительный анализ сегментов с функциональной недостаточностью и асинергией подтверждает достоверную разницу показателей ($p<0,001$), как между общим количеством пораженных сегментов, так и сравнительно в I, II, III сегментах и отдельно в IV и V сегментах ($p<0,001$).



Рисунок 32. Сравнительный анализ результатов нарушения функциональной активности сегментов, поражения КА и выявленных зон асинергии на ЭхоКГ в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ в первой группе пациентов

Динамика количественных изменений внутрисердечной гемодинамики и сократительной функции миокарда до и после применения НГ представлена в таблице 7. Изменения КДО и КСО максимально выражены в IV и V сегментах, это объясняет меньшее увеличение их сократительной способности в сравнении с остальными сегментами. Так, ударный объем I, II и III сегментов практически не изменился в сравнении с исходными данными и в сумме составил после НГ -1,27мл, в то время, как УО в IV и V сегментах суммарно составил -5,673мл, при этом суммарная контрактильная функция в I, II III сегментах (19,4%) больше чем в IV и V (10,5%).

Таблица 7. Регионарная функция ЛЖ у пациентов первой группы до и после приема НГ

Сегменты до и после НГ		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %
I	До	17,38±5,62	8,17±2,04	9,2±3,05	53,0±6,42
	После	14,87±4,32	6,29±2,34	8,58±4,21	57,7±7,95
	Раз-ца	-2,506±2,44	-1,88±2,05	-0,62±1,12	+4,66±2,01
II	До	8,601±2,36	2,57±0,78	6,03±1,23	70,1±6,52
	После	7,13±2,48	1,58±0,85	5,55±4,2	77,9±9,32
	Раз-ца	-1,469±1,23	-0,99±1,14	-0,48±1,4	+7,8±2,2
III	До	14,51±4,56	5,95±2,31	8,57±2,22	59,03±9,23
	После	12,66±3,89	4,3±2,41	8,4±1,2	66±5,36
	Раз-ца	-1,84±0,2	-1,65±1,23	-0,17±1,7	+6,9±7
IV	До	23,098±3,25	6,8±3,22	16,3±6,82	70,5±7,51
	После	18,401±1,45	4,2±1,21	14,2±5,34	77±5,85
	разн-ца	-4,697±0,28	-2,6±0,78	-2,1±1,1	+6,5±3,8
V	До	44,807±5,64	19,21±1,22	25,590±7,7	57±6,23
	После	36,12±4,37*	14,11047	22,017±7,65	61±7,21
	Раз-ца	-8,68±2,29*	-5,10±1,79	-3,573±1,22	+4±1,22

* $p < 0,05$ по сравнению с исходными значениями

Учитывая заявленные нормативы ФВ каждого сегмента ЛЖ и в целом (см. таблицу 4), возможным становится определение для каждого пациента должного УО каждого сегмента (индивидуально) по формуле $(\text{КДО}_{\text{сегмента}} * \text{ФВ}_{\text{долж. норма сегм-а}}) / 100\%$. Определив показатели должного УО и реально полученного УО, вычислили общий дефицит УО ЛЖ в целом и в каком количестве за счет какого сегмента, как разницу между должным УО и реально полученным. Суммарный дефицит УО ЛЖ в данной группе пациентов от 0 до максимальных $-22,43 \pm 5,17$ мл и в среднем по группе составил $-6,11 \pm 0,01$ мл, а после пробы с НГ снизился до $-0,23 \pm 1,1$ мл (рисунок 27). Исходный суммарный дефицит УО ($-6,11 \pm 0,01$ мл) сформировали: дефицит УО в I сегменте -

1,541 мл, во II сегменте -0,094 мл, в III сегменте -0,3174 мл, в IV сегменте -1,0235 мл и в V сегменте -3,13 мл. После НГ суммарный показатель дефицита УО уменьшился до $-0,23 \pm 1,1$ мл благодаря: дефициту УО в I сегменте -0,6097 мл, во II сегменте +0,47 мл, в III сегменте +0,646 мл, в IV сегменте +0,4 мл и в V сегменте -1,136 мл.

3.3. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней локализации до и после применения НГ

КДО ЛЖ посегментарно изменялся в пределах от минимального 4,4 мл до максимального 62,95 мл. Среднее значение КДО ($p > 0,05$) выше заявленной нами нормы ($114 \pm 12,3$ мл) и составило $117,37 \pm 9,25$ мл. При этом у 10 пациентов из 15 средний КДО выше верхней границы нормы. После использования НГ среднее значение КДО снизилось ($p < 0,05$) до $91,08 \pm 7,84$ мл, при этом у 14 пациентов (93,3%) выявлено снижение общего КДО, и лишь в одном случае (6,7%) КДО практически не изменился.

КСО ЛЖ посегментарно варьировал в пределах от 29,28 мл до 1,54 мл, и среднее его значение было у всех пациентов выше физиологической нормы ($37,6 \pm 6,8$ мл) и составило $52,17 \pm 11,92$ мл. После применения НГ среднее значение КСО снизилось ($p < 0,05$) до $34,06 \pm 7,14$ мл, при этом лишь у 4 пациентов (26,7%) КСО оставался выше заявленной нормы ($37,6 \pm 6,8$ мл). По сравнению с исходными данными у 14 (93,3%) пациентов КСО снизился и лишь у одного (6,7%) пациента практически не изменился.

УО менялся от 2,25 мл до 41,59 мл, и среднее значение было ниже заявленной нормы ($76,8 \pm 9,12$ мл) и составило $65,19 \pm 12,41$ мл, а после применения НГ оно достоверно снизилось ($p < 0,05$) до $57,02 \pm 8,6$ мл. Из всех пациентов по сравнению с исходным УО наблюдали тенденцию к снижению в 10 (66,6%) случаях, у 4 пациентов (26,7%) - к повышению и у 1 (6,7%) пациента - без изменений.

Сегментарная ФВ варьировала в пределах 22% и 84% (в сегментах с гиперфункциональной активностью, проявляющих компенсаторный механизм).

Среднее значение ФВ составило $55,53 \pm 7,08\%$ и было ниже нормы ($67,2 \pm 7,12\%$) у 13 пациентов. После применения НГ среднее значение ФВ увеличилось ($p < 0,05$) до $63,4 \pm 6,64\%$, при этом у 13 (86,67%) пациентов повысился в сравнении с исходным и у двоих (13,3%) практически не изменился.

У всех 15 пациентов второй группы под воздействием НГ выявили статистически значимое снижение ($p < 0,05$) среднего артериального давления (с $115,2 \pm 14,3$ мм рт. ст. до $89 \pm 6,78$ мм рт. ст.). ЧСС составила исходно $75 \pm 4,11$ удара в минуту и после пробы медикаментозной – $78 \pm 6,84$ удара в минуту.

Исходя из количества пациентов с передним ИМ ($n=15$), общая сумма рассматриваемых сегментов данной группы составила 75. Исходное количество сегментов с нормальным значением КДО составило 40, а в остальных 35 сегментах выявлено различной степени его снижение. После применения НГ определили снижение сегментарного объема в диастолу (КДОс) в 48 сегментах, в 22 сегментах - увеличился, а в 5 сегментах КДО не изменился. До применения НГ выявлено, что КСО в 63 сегментах в норме, а в 12 сегментах оно снижено. После же медикаментозной пробы уменьшение сегментарного объема в систолу (КСОс) выявлено в 58 сегментах, в 14 сегментах КСОс увеличился, а в 3 сегментах - не изменился. Исходно в 28 сегментах был нормальный УО, в оставшихся 47 сегментах – снижен. Далее, после пробы, УО снизился в 38 сегментах, в 31 сегменте – увеличился, а в 6 сегментах – не изменился.

Изначально в 59 сегментах выявлено различной степени снижение сегментарной ФВ (79% от суммы всех сегментов данной группы ($n=75$)), при этом в большинстве сегментов ($n=46$) была умеренная асинергия с ФВ порядка 75% от нормы, в 12 сегментах - более выраженное снижение ФВ, где она составляет 50-75% относительно должной нормы и лишь в 1 из этих сегментов ФВ составляет 25-50% от заявленной нормы. После применения НГ количество асинергичных участков снизилось практически вдвое - до 32 сегментов (43%), причем наиболее часто восстанавливались легкие формы нарушения сократительной функции. В целом ФВ в норме выявлена в

43 сегментах (57%), из которых 16 сегментов были таковыми исходно, а 27 сегментов восстановили ее до нормы полностью. Процент нормализации общей ФВ по всем пяти сегментам составляет 36%.

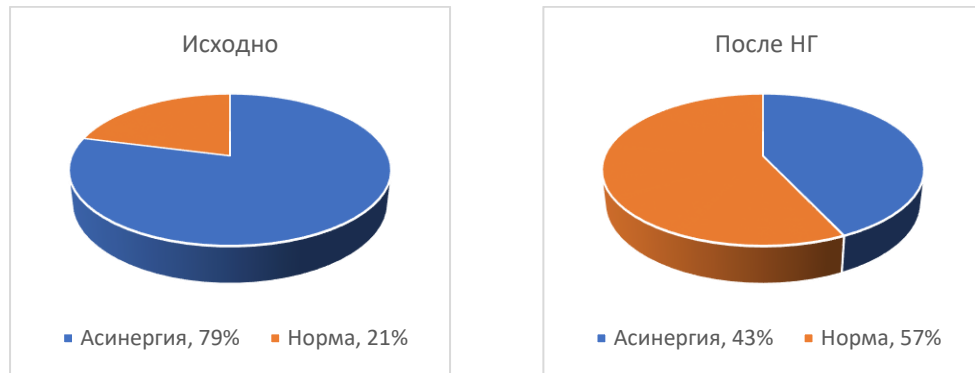


Рисунок 33. Распределение сегментов второй группы пациентов со сниженной сократительной способностью и в норме исходно и после НГ

Сегменты, ФВ которых более чем на 25% выше нормы исходно, были лишь в одном количестве из системы кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (1,3% от всех 75 сегментов данной группы). После НГ сегменты с гиперфункциональной активностью увеличились до 8 (11%), из которых 7 сегментов были из системы кровоснабжения ПМЖВ и ДВ, а 1 – из системы ПКА и ОВ.

3.3.1. Обсуждение результатов группы пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ передней локализации

Учитывая общее количество сегментов 15 пациентов данной группы составляет 75, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (I, II и III сегменты) относится 45 сегментов, а к ПКА и ОВ (IV и V сегменты) – 30 сегментов.

Исходно выявлено 34 асинергичных сегмента с функциональной недостаточностью из зоны кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (76% от 45 сегментов данной области кровоснабжения) и 25 сегментов - в зоне ПКА и ОВ (83% от 30 сегментов). После применения НГ (рисунок 34) данный показатель снизился соответственно до 19

(42%) и 13 (43%) сегментов, а в общем до 32 сегментов (43%). Данные результаты свидетельствует о большом резервном потенциале у пациентов с крупноочаговым кардиосклерозом передней локализации за счет околорубцовых участков миокарда и в большей степени в IV и V сегментах за счет более выраженной динамики именно в данной области исследования. Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, которые в зоне ПМЖВ и ДВ составили 24% и в ПКА, ОВ – 17%, а после НГ увеличился до 58% и 57% соответственно.

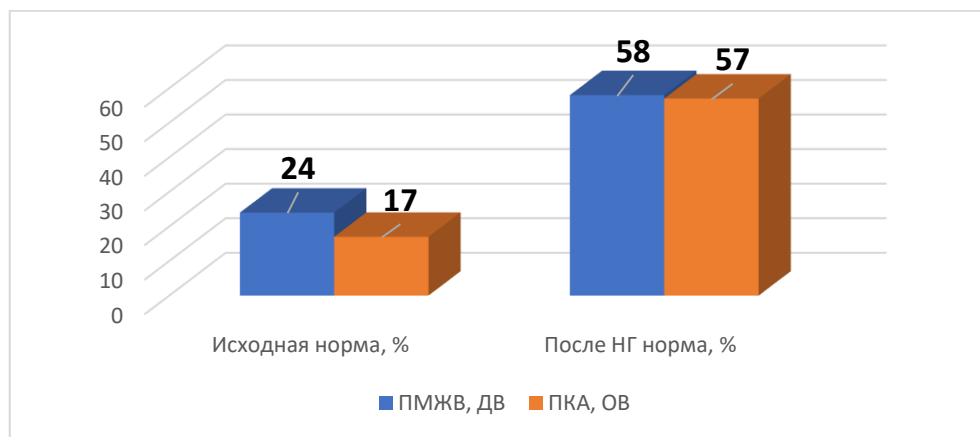


Рисунок 34. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе и после НГ во второй группе пациентов

Учитывая распределение стеноза КА во 2 группе пациентов суммарное поражение ПМЖВ составило 87%, в бассейне ОВ 60% и ПКА – также 60%. Результаты локализаций стеноза позволяют предположить, что функциональная активность в I, II и III сегментах будет максимально выражена и компенсаторное поддержание общей контрактильной функции на должном уровне возьмут на себя IV и V сегменты. Ссылаясь на результаты распределения (76% сегментов в бассейне ПМЖВ, ДВ и 83% в зоне ПКА и ОВ), можно отметить разноречивые мнения. А именно: по нашим данным 83% суммы IV и V сегментов с исходной функциональной недостаточностью кровоснабжения, несмотря на то, что в анамнезе ИМ передней локализации, в то

время, как по данным КАГ всего 60% суммарного поражения в бассейне КА, ответственных за их кровоснабжение. Что касается I, II, III сегментов, то по нашим заключениям исходная их функциональная несостоятельность выявлена в 76%, а по результатам КАГ стенозы зарегистрированы в 87% случаях, сравнительный анализ которых свидетельствует о достоверной разнице результатов в IV, V сегментах ($p=0,0075$) и недостоверной разнице данных показателей в I, II, III сегментах ($p=0,2021$).



Рисунок 35. Сравнительный анализ результатов нарушения функциональной активности сегментов, поражения КА и выявленных зон асинергии на ЭхоКГ в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ во второй группе пациентов

Наши результаты свидетельствуют более выраженное снижение исходной функциональной активности в бассейне ПКА и ОВ в сравнении с ПМЖВ и ДВ, при этом по данным КГ (таблица 3), наоборот, наиболее частое поражение стенозами отмечено в ПМЖВ и ДВ. Объяснением вышеизложенному можно предположить следующее: в компенсаторных условиях на непораженные IV и V сегменты возлагается дополнительная нагрузка и стенозы даже 1 степени приобретают более выраженный гемодинамический характер. А также, выраженная сеть анастомозов в пораженной некрозом, зоне кровоснабжения I, II, III сегментов частично поддерживает их функцию, чего не скажешь по IV и V сегментам, где обильной сети коллатералей не выявлено.

Как известно, зоны некроза носят необратимый характер для восстановления своей функциональной деятельности. Однако, можно ожидать улучшения общей интегральной функции миокарда ЛЖ не только за счет гиперфункциональной активности непораженных соседних сегментов, но и благодаря тому, что помимо необратимых изменений в зоне ПМЖВ и ДВ также имеются ишемизированные участки, которые при благоприятных условиях будут функционировать. Таким образом, положительная динамика результатов нашей методики в бассейне ПМЖВ, ДВ составила 34%, а в бассейне ПКА и ОВ – компенсаторная функция с более выраженным положительным результатом (40%).

Из всех 15 пациентов данной группы у 9 (60%) исследуемых с ИНЛС 1,16 были выявлены зоны асинергии в 20 сегментах (27% от общей суммы сегментов данной группы $n=75$). Из которых в I, II, III сегментах асинергия выявлена в 15 случаях (33% от 45 сегментов данной зоны кровоснабжения) и в IV, V сегментах – в 5 случаях (17% от 30 сегментов). Снижение функциональной активности суммарно выявлено в I, II, III сегментах в 76% случаев и в IV, V – в 83%, что существенно отличается от вышеуказанных результатов с достоверной разницей в первом случае $p=0,002$ и во втором случае - $p<0,001$. Рассматривая общее количество асинергичных сегментов с ($n=20$) и нарушением функциональной активности ($n=59$) выявлена достоверная разница ($p=0,001$).

Результаты гемодинамических изменений в каждом сегменте 15 пациентов с передним ИМ до и после применения медикаментозной пробы представлены в таблице 8. Согласно полученным данным, выявили более выраженное снижение УО после НГ в IV и V сегментах, который составил в сумме $-8,67 \pm 7,6$ мл с соответственным увеличением сократительной способности данных участков (на $13,43 \pm 3,34\%$ и $8,07 \pm 2,22\%$).

Однако, в данных сегментах зон некроза не зарегистрировано по заключениям ЭКГ и группа пациентов с зафиксированным ИМ передней локализации. Ожидаемые нарушения кровообращения в бассейне ПМЖВ и ДВ оправданы благодаря

симметричному снижению КДО и КСО. Более выраженное снижение данных показателей в I и III сегментах обеспечивает прирост УО с увеличением их сократительной способности на 6,4% и 13,4%, соответственно. Во II сегменте небольшое уменьшение КДО с практически прежним показателем КСО привели к тому, общая сократительная способность после пробы снизилась на $2,5 \pm 0,75\%$.

Таблица 8. Регионарная функция ЛЖ у пациентов второй группы до и после приема НГ

Сегменты до и после НГ		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %
I	До	17,13 $\pm$ 6,23	8,79 $\pm$ 4,12	8,348 $\pm$ 3,45	49,9 $\pm$ 8,12
	После	16,14 $\pm$ 5,29	7,44 $\pm$ 3,69	8,708 $\pm$ 3,15	56,3 $\pm$ 13,1*
	Раз-ца	-0,988$\pm$0,54	-1,352$\pm$0,75	+0,36$\pm$0,012	+6,4$\pm$2,4
II	До	8,93 $\pm$ 4,7	2,98 $\pm$ 1,12	5,95 $\pm$ 2,12	67,3 $\pm$ 13,5
	После	8,06 $\pm$ 5,6	2,587 $\pm$ 1,3	5,479 $\pm$ 2,47	64,8 $\pm$ 11,2
	Раз-ца	-0,867$\pm$0,22	-0,394$\pm$0,7	-0,4754$\pm$0,224	-2,5$\pm$0,75
III	До	14,51 $\pm$ 9,1	7,123 $\pm$ 4,35	7,3883 $\pm$ 3,26	49,7 $\pm$ 4,61
	После	12,65 $\pm$ 4,5	4,661 $\pm$ 2,27	7,999 $\pm$ 4,11	63,1 $\pm$ 7,95*
	Раз-ца	-1,853$\pm$0,78	-2,462$\pm$1,74	+0,61$\pm$0,02	+13,4$\pm$4,31
IV	До	28,32 $\pm$ 12,85	9,617 $\pm$ 5,61	18,711 $\pm$ 8,41	64,7 $\pm$ 6,7
	После	18,15 $\pm$ 11,0*	4,26 $\pm$ 2,36*	13,894 $\pm$ 7,12	78,13 $\pm$ 9,2*
	Раз-ца	-10,168$\pm$7,5	-5,35$\pm$3,12	-4,817$\pm$1,22	+13,43$\pm$3,34
V	До	48,461 $\pm$ 8,62	23,659 $\pm$ 11,45	24,80 $\pm$ 8,12	50,53 $\pm$ 6,1
	После	36,05 $\pm$ 4,78*	15,107 $\pm$ 7,42*	20,94 $\pm$ 6,48	58,6 $\pm$ 5,54*
	Раз-ца	-12,4$\pm$7,5	-8,552$\pm$5,2	-3,85$\pm$1,12	+8,07$\pm$2,22

* $p < 0,005$ статистически значимые изменения по сравнению с исходными значениями

Дефицит УО в различных сегментах данной группы пациентов с кардиосклерозом передней локализации изменялся от 0 до -21,65 $\pm$ 7,17 мл. Исходный суммарный дефицит УО составил -12,94 $\pm$ 4,42 мл благодаря дефициту УО: в I сегменте на -2,238 мл, во II сегменте -0,408 мл, в III сегменте -1,4991 мл, в IV сегменте -2,529 мл и в V сегменте -6,264 мл. После НГ суммарный показатель дефицита УО уменьшился до -

3,162±1,1 мл благодаря дефициту УО в I сегменте -1,2665 мл, во II сегменте -0,2597 мл, в III сегменте +0,251 мл, в IV сегменте +0,2815 мл и в V сегменте -2,1681 мл.

3.4. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации до и после применения НГ

КДО сегментов варьировал в пределах 2,85-74,05 мл и в среднем составил 117,34±7,02 мл, что незначительно выше заявленной нами нормы (114±12,3 мл). При этом у 45 пациентов из 87 средний КДО выше верхней границы нормы. После использования НГ средний КДО ($p<0,05$) снизился до 96,39±8,12 мл, при этом у 77 пациентов (89%) он снизился и у 10 исследуемых (11%) не изменился.

КСО посегментарно изменился от 35,2 до 1,25 мл и в среднем составил 54,65±10,33 мл, что выше нормы (37,6±6,8 мл). При этом у 5 пациентов он незначительно снижен (меньше чем на 5-10% от нормы), а в остальных 82 случаях – увеличен. После применения НГ КСО средний снизился ($p<0,05$) до 37,34 мл, при этом в 20 случаях (23%) оставался в пределах заявленной нормы (37,6±6,8 мл), у 41 исследуемого (47%) - ниже нормы, а у 26 пациентов (30%) – остался выше нормы.

УО в сегментах менялся от минимальных 2,41 мл до максимальных 40,65 мл, и в среднем составил 63,77±13,78 мл, что ниже заявленной нормы (76,8±9,12 мл). Исходно УО был ниже нормы у 71 исследуемого. После применения НГ средний УО снизился ($p<0,05$) до 59,05±5,85 мл, при этом у 54 человек (62% от всех 87 пациентов данной группы) он снизился, в 26 случаях (30%) – увеличился и у 7 пациентов (8%) – не изменился.

Сегментарная ФВ изменялась от 26% до 84%, а в среднем составила 54,55±8,21% (ниже нормы 67,2±7,12%). Из 87 пациентов исходная средняя ФВ была в норме лишь у одного пациента (2,1%), а остальных 86 (97,9%) – ниже нормы. После использования НГ средняя ФВ достоверно изменилась ($p<0,05$) в сторону увеличения от 54,55±8,21% до 61,58±6,88%, из которых у 71 исследуемого (81%) – увеличился и у 16 (19%) не

изменился.

У всех пациентов зарегистрировали статистически значимое ($p < 0,05$) снижение среднего АД с $112,6 \pm 7,14$ мм рт. ст. до $92,7 \pm 5,1$ мм рт. ст. ЧСС исходно составил $81 \pm 6,48$ удара в минуту и после пробы снизился до $75 \pm 5,15$ удара в минуту.

Учитывая количество пациентов данной группы (87 человек), общее число исследуемых сегментов составило 435. Исходно в 226 сегментах КДО в пределах нормы, а в 207 сегментах – показатель снижен. После использования НГ выявили уменьшение КДОс в 274 сегментах, увеличение – в 83 сегментах, а в 78 – КДОс не изменился. КСО исходно в 331 сегментах в норме и снижен он в 104 сегментах. Уменьшение КСОс после пробы выявлено в 335 сегментах, увеличение – в 57 и в 43 – без изменений. Исходно ударный объем был в норме в 146 сегментах и в 289 – снижен. После медикаментозной пробы УОс снизился в 231 сегментах, в 183 сегментах увеличился и в 20 – не изменился.

Исходно в 326 сегментах выявлено различной степени снижение ФВ (75%). Из них в 167 сегментах было умеренное снижение ФВс (ФВс была выше 75% от заявленной нормы), ФВс 135 сегментов находилась в диапазоне 50-75% от нормы, а более выраженное снижение ФВс (25-50% ниже заявленной нормы) выявили в 24 сегментах. Резко выраженного нарушения сократимости (менее 25% от нормы) ни в одном сегменте не выявлено. Отдельно стоит отметить, что все сегменты с умеренно выраженной асинергией в количестве 167 восстановили свою сократительную способность до нормы после медикаментозной пробы. Общее количество сегментов, не восстановивших свою сократительную способность до нормы, составили 183 (42%) участка. В целом ФВ в норме после НГ выявлена в 252 сегментах (58% от всей суммы сегментов данной группы $n=435$), из которых 109 сегментов (25%) были с исходной нормой, а 143 сегмента восстановили ее полностью, что соответствует 33% положительной функциональной динамики общей ФВ по всем пяти сегментам.

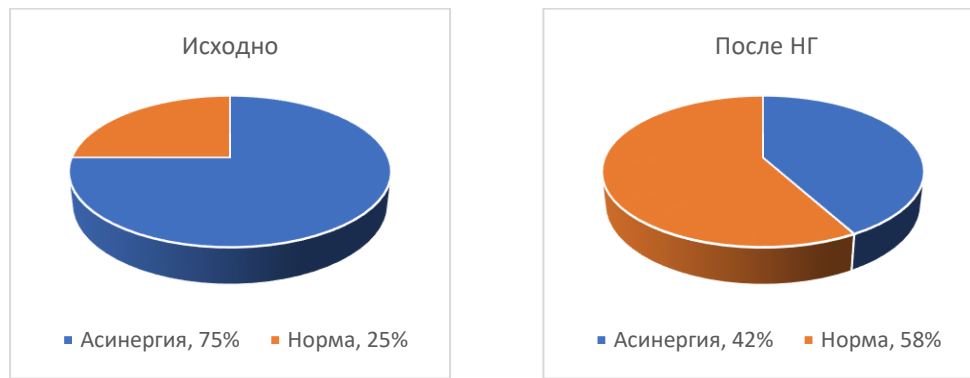


Рисунок 36. Распределение сегментов третьей группы пациентов со сниженной сократительной способностью и в норме исходно и после НГ

Сегменты с гиперфункциональной активностью, ФВ которых более чем на 25% выше нормы, были только из бассейна ПМЖВ и ДВ в количестве 8 (1,7% от всех 435 сегментов данной группы), которые увеличились после 6,4% от всех 435 сегментов данной группы). После НГ количество сегментов с гиперфункциональной активностью увеличилось до 28 сегментов, из которых 17 - были из системы кровоснабжения ПМЖВ и ДВ, а 11 сегментов – из системы ПКА и ОВ.

3.4.1. Обсуждение результатов группы пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации

Учитывая, что общее количество сегментов всех пациентов данной группы составляет 435, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (I, II и III сегменты) относится 261 сегментов, а к ПКА и ОВ (IV и V сегменты) – оставшиеся 174 сегментов.

Исходно выявлено 190 сегментов с функциональной недостаточностью из бассейна ПМЖВ и ДВ (73% от 261 сегмента) и 136 сегментов в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ (78% от 174 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился соответственно до 104 (40%) и 79 (45%) сегментов, а в общем до 183 сегментов (42%). Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 27%, а в ПКА и ОВ – 22%, а после НГ увеличился до 60% и 55% соответственно.

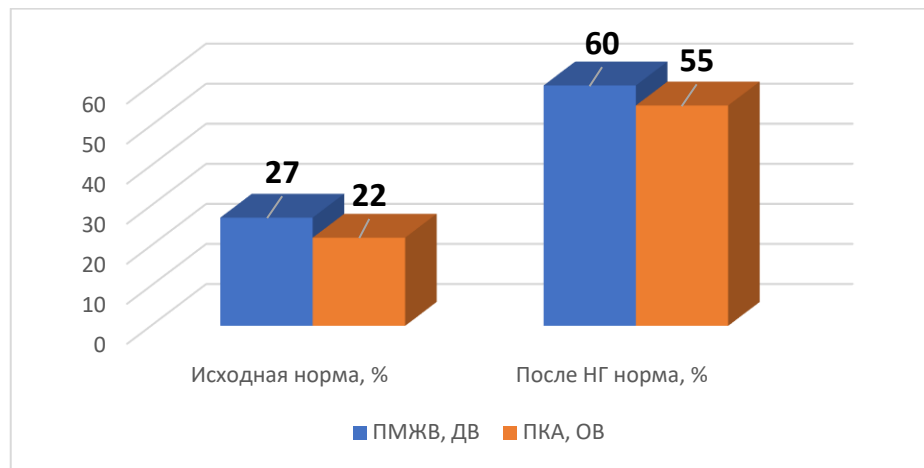


Рисунок 37. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе и после НГ в третьей группе пациентов

Полученные результаты (рисунок 37) свидетельствуют об одинаковой положительной динамике функциональной активности в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ, которая составила 33%.

Исходные показатели нарушения функции в I, II и III сегментах (73%) и IV и V сегментах (78%) соответствуют практически равномерному распределению суммарного поражения и в КА данной группы пациентов (таблица 3): ПМЖВ (70%), в бассейне ОВ (72%) и ПКА (70%), с небольшим преобладанием поражения в зоне кровоснабжения IV и V сегментов. Данные корреляционного анализа доказывают вышесказанное, где выявлена недостоверная разница результатов в обоих случаях ($p=0,7289$ и $p=0,4191$ соответственно). Перспектива реваскуляризации бассейна всех зон кровоснабжения составляет 33%, что доказывают результаты после пробы с НГ.

ИНЛС в данной группе исследуемых составил 1,32. У 80 (92%) пациентов из всех 87 в данной группе выявлены нарушения локальной сократимости при анализе зон асинергии на ЭхоКГ. Общее количество асинергичных сегментов было выявлено в количестве 153 (35% от 435 сегментов), из которых 148 сегментов из системы кровоснабжения ПКА и ОВ (IV и V сегменты) и лишь 5 сегментов из системы ПМЖВ и ДВ (I, II, III сегментов). В процентном эквиваленте составляет 85% (от суммы IV и

V сегментов $n=174$) и 2% (от общей суммы I, II, III сегментов данной группы $n=261$) соответственно (рисунок 38).



Рисунок 38. Сравнительный анализ результатов нарушения функциональной активности сегментов, поражения КА и выявленных зон асинергии на ЭхоКГ в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ в третьей группе пациентов

Наши результаты снижения функциональной активности I, II, III сегментов в 73% и лишь на 5% ниже результатов по IV и V сегментов (78%), в отличие от результатов субъективной оценки зон асинергии, где разница весьма существенная. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о достоверной разнице ($p<0,001$) показателей в I, II, III сегментах и недостоверной разнице в IV и V сегментах ($p=0,327$). Сравнительный анализ общего количества асинергичных сегментов с ($n=153$) и нарушением функциональной активности ($n=327$) выявлена достоверная разница ($p<0,001$).

Динамика гемодинамических показателей данной группы на исходном этапе и после медикаментозной пробы носит практически равномерный характер распределения (таблице 9).

Изменения среднего КДО в I, II и III сегментах составили 3,12мл, а в зоне IV и V сегментов – 5,776мл. Учитывая, что изменения КДО схожи с динамикой КСО, это объясняет минимальные изменения УО и динамику сегментарной сократительной способности. А именно: за счет суммарного снижения УО в I, II и III сегментах на 1,9мл - средний прирост ФВ после медикаментозной пробы составил 8,6%, и в зоне

IV и V сегментов – 8,95% за счет снижения такого же результата суммарного УО (0,9мл). Данное соотношение вполне удовлетворяет ранее полученный одинаковый процент положительной функциональной активности в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ, который составил 33%.

Таблица 9. Регионарная функция ЛЖ у пациентов третьей группы до и после приема НГ

Сегменты до и после НГ		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %
I	До	21,184±7,58	11,1±5,7	10,08±3,45	47,6±8,5
	После	17,23±4,41	7,84±4,3	9,39±2,17	54,5±9,43
	разн-ца	-3,95±1,58	-3,26±1,2	-0,69±0,4	+6,9±1,85
II	До	10,93±5,82	3,47±2,0	7,47±3,4	68,3±9,87
	После	8,018±2,12	2,1±0,9	5,9±2,85	73,8±11,8
	разн-ца	-2,912±1,01	-1,37±0,75	-1,57±0,47	+5,5±2,14
III	До	15,08±5,65	7,35±2,12	7,733±3,52	51±6,87
	После	12,57±4,51	4,48±1,45	8,1±2,85	64,4±10,6
	разн-ца	-2,51±1,52	-2,87±1,04	+0,36±0,01	+13,4±4,73
IV	До	24,032±9,5	9,4±3,3	14,64±2,5	60,9±13,95
	После	18,93±6,8	5,02±2,12	13,91±4,74	73,5±15,2
	разн-ца	-5,102±3,4*	-4,38±1,12	-0,73±0,01	+12,6±6,1
V	До	46,10±10,5	22,73±8,12	23,37±8,15	50,7±9,52
	После	39,65±7,8	17,44±14,5	22,2±9,12	56±10,7
	разн-ца	-6,45±6,8	-5,29±3,1	-1,17±0,8*	+5,3±2,64

* $p < 0,005$ статистически значимые изменения по сравнению с исходными значениями

Определив показатели должного УО и реально полученного УО, вычислили общий дефицит УО ЛЖ в целом и в каком количестве за счет какого сегмента, как разницу между должным УО и реально полученным. Суммарный дефицит УО ЛЖ в данной группе пациентов с кардиосклерозом задней локализации варьировал от минимальных $-0,4 \pm 0,04$ до максимальных $-36,7 \pm 9,54$ мл и в среднем по группе составил $-14,39 \pm 7,12$ мл, а после пробы с НГ снизился до $-4,17 \pm 1,1$ мл. Исходный

суммарный дефицит УО сформировали: в I сегменте дефицит УО -3,00924 мл, во II сегменте -0,31216 мл, в III сегменте -1,5035 мл, в IV сегменте -3,384 мл и в V сегменте -6,1801 мл. После НГ средний показатель дефицита УО уменьшился до $-4,17 \pm 1,1$ мл благодаря дефициту УО в I сегменте -1,25814 мл, во II сегменте +0,1912 мл, в III сегменте +0,401 мл, в IV сегменте -0,2875 мл и в V сегменте -3,21565 мл.

3.4.2. Регионарная и общая функции ЛЖ прооперированных пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации

Группу послеоперационных пациентов ИМ задней локализации составили 25 человек, из которых 8 проводили ТЛБАП со стентированием КА, а оставшимся 17 исследуемым выполнялось АКШ и МКШ. Для удобства анализа полученных результатов исследуемые будут разделены и рассмотрены отдельно. Динамическое ЭхоКГ наблюдение осуществляли в 3 этапа: исходные данные, после пробы с НГ и на третьи сутки после операции.

3.4.2.1. Динамика результатов после ТЛБАП со стентированием

Исходя из количества исследуемых пациентов после операции ТЛБАП со стентированием ($n=8$) общее количество сегментов составляет 40. Исходно в 24 сегментах выявлено различной степени снижение ФВ, что составляет 60% от общей суммы всех сегментов. После НГ данный показатель снизился до 17 сегментов (42%), а после операции составил 15 сегментов (37%). Исходно ФВ в норме была выявлена в 16 сегментах (40%), после НГ увеличилась до 23 сегментов (58%), а после операции выявлена в 25 сегментах (63%). Полученные результаты свидетельствуют о положительной функциональной динамике общей ФВ по всем пяти сегментам на 18% после медикаментозной пробы и на 23% после операции в сравнении с исходными данными.

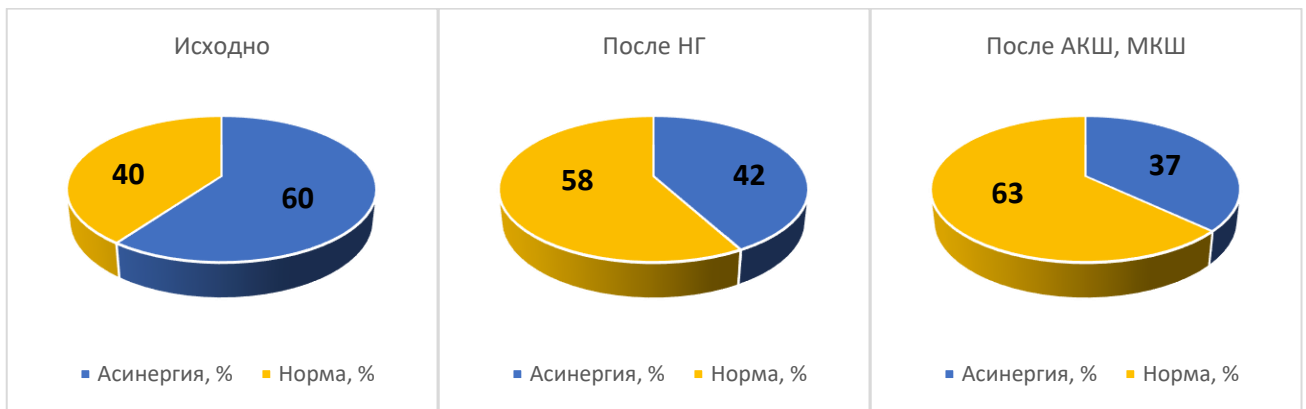


Рисунок 39. Процентное распределение сегментов со сниженной сократительной способностью и в норме третьей группы пациентов на исходном этапе, после НГ и после операции ТЛБАП со стентированием

Учитывая, что общее количество сегментов всех пациентов данной группы составляет 40, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ относится 24 сегмента, а к ПКА и ОВ – оставшиеся 16 сегментов. Исходно в бассейне ПМЖВ и ДВ выявлена функциональная недостаточность в 14 сегментах (58% от 24 сегментов данной зоны) и 10 сегментов в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ (62% от 16 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился до 12 (50%) и 5 (31%) сегментов соответственно, а после операции – до 9 (37%) и 6 (37%) соответственно. Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 42%, а в ПКА и ОВ – 38%, после НГ увеличился до 50% и 69% соответственно и после операции – по 63% в обоих случаях.

Как видно из полученных результатов, представленных на рисунке 40, динамика сегментов с функциональной активностью в норме в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ после НГ пробы увеличилась всего на 8%, а после операции – на 21%. В зоне кровоснабжения ПКА и ДВ разница была менее отличной – 31% и 25% соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о достоверном отличии ожидаемых после пробы с НГ в сравнении с реально полученными после операции ТЛБАП в зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ ($p < 0,01$), однако с тенденцией к

положительной динамике. В бассейне ПКА и ДВ не выявлено достоверной разницы полученных результатов после медикаментозной пробы и операции с положительной динамикой в обоих случаях ($p < 0,68$).

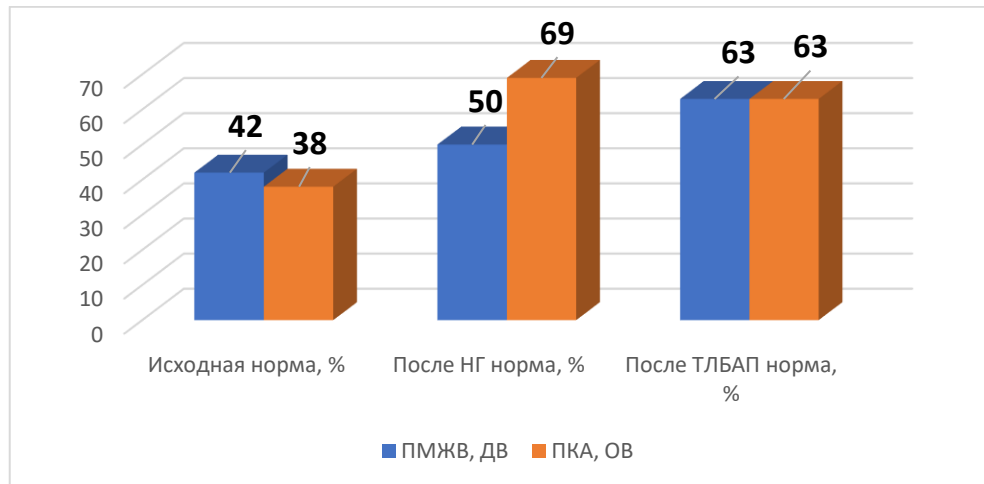


Рисунок 40. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе, после НГ и после операции ТЛБАП со стентированием в третьей группе пациентов

Динамика изменений регионарного КДО, КСО и УО в I, II и III сегментах идентична ожидаемым после медикаментозной пробы с НГ (таблица 10). Постепенное снижение КДО от исходных данных к результатам после НГ пробы и после операции обеспечивают едва заметную динамику УО в I, II и III сегментах с минимальным приростом ФВ данной зоны (в I сегменте - на 1% после пробы с НГ и на 4% в периоде после операции, во II сегменте – на 5% снижение после НГ и на 2% - после операции и в III сегменте – на 3% и на 9%, соответственно).

Более выраженная динамика КДО и КСО в IV сегменте по сравнению с I, II и III сегментами обеспечивает прирост сегментарной ФВ в периоде после НГ на 10%, как и после операции (9%). После НГ пробы выявлено незначительное снижение УО в IV сегменте (исходно 19,87мл и п/НГ 17,31мл), а после ТЛБАП со стентированием наоборот – незначительное увеличение (20,82мл), предположительно по причине недостаточной эффективности сублингвальной дозировки НГ при проведении медикаментозной пробы.

Таблица 10. Исходные регионарная и общая функции ЛЖ у пациентов третьей группы, после НГ и после операции ТЛБАП со стентированием

Сегменты исх., п/НГ, п/о		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %
I	Исход	22,43±7.78	11,34±4,36	11,09±4,36	49±4,94
	п/НГ	21,81±6.90	10,96±5,80	10,85±2,91	50±4,39
	п/о	20,9±3.42	9,8±1,83	11,0±2,91	53±7,92
II	Исход	11,3±6.51	2,68±1,90	8,6±5,99	76±19,21
	п/НГ	10,06±5.40	3±0,92	7,06±4,79	71±19,71
	п/о	9,33±6.51	2,4±1,22	6,9±3,07	74±12,51
III	Исход	17,84±2.63	7,66±1,57	10,18±2,24	57±9,40
	п/НГ	14,95±2.76	6,01±0,65	8,94±1,93	60±7,71
	п/о	15±1,68*	5,15±0,66*	9,86±1,45	66±4,98
IV	Исход	28,08±8,52	8,21±3,67*	19,87±7,84	71±8,52
	п/НГ	21,36±4.98	4,05±1,78*	17,31±5,02	81±8,31*
	п/о	26±4.16	5,2±2,10	20,82±3,93	80±9,40*
V	Исход	51,93±14.66	24,97±7,69	26,96±8,45	52±6,12
	п/НГ	47,11±8.22	18,6±±5,92	28,51±5,03	61±8,15
	п/о	50,3±11.93	19,84±7,12	30,46±8,45	61±7,77
Общ ее знач -е	Исход	131,57±25.87	54,85±11,99	76,72±17,31	58±9,40
	п/НГ	115,29±6.90*	42,62±12,85*	72,67±13,27	63±4,99*
	п/о	121,54±14.58	42,39±9,22*	79,13±8,72	65±4,94*

*p<0,05 по сравнению с исходными значениями

Увеличение УО V сегмента в послеоперационном периоде и после НГ, а также уменьшение его КДО и КСО обеспечивают прирост регионарной ФВ данного участка на 9% (до 61% в обоих случаях). Благодаря динамике поведения показателей гемодинамики IV и V сегментов ФВ данной зоны миокарда, как после НГ, так и после операции подтверждают полученные результаты (рисунок 40).

Отдельно стоит отметить исходную гиперфункциональную сократительную активность II сегмента (76%, а норма 71,2%), компенсаторная способность которого недостаточна для восполнения дефицита по остальным четырем сегментам, в результате чего общая ФВ ЛЖ снижена до 58% (норма 67,2%). Как после пробы, так и после операции ФВ II сегмента снижается до 71% и 74%, соответственно, что вероятно говорит о достижении его порогового значения, после которого активное напряжение стенки данного участка миокарда начало снижаться.

Рассчитав должный регионарный и общий УО исходно, после НГ и после операции определили дефицит УО ЛЖ в целом и в каком количестве за счет какого сегмента, как разницу между должным УО и реально полученным. Исходно суммарный дефицит УО составил $-10,48 \pm 4,62$ мл, а именно: в I сегменте дефицит УО составил $-2,77174$ мл, во II сегменте $+0,5544$ мл, в III сегменте $-0,747$ мл, в IV сегменте $-1,19$ мл и в V сегменте $-6,32713$ мл. После НГ средний показатель дефицита УО уменьшился до $-3,35 \pm 2,12$ мл: в I сегменте $-2,62858$ мл, во II сегменте $+0,10272$ мл, в III сегменте $-0,216875$ мл, в IV сегменте $+1,29$ мл и в V сегменте $-1,68751$ мл. И после операции суммарный дефицит УО $-1,3 \pm 3,44$ мл: $-1,7162$ мл, во II сегменте $+0,25704$ мл, в III сегменте $+0,6725$ мл, в IV сегменте $+1,32$ мл и в V сегменте $-1,7823$ мл соответственно.

Заключения КГ описаний данной группы пациентов с ИМ заднебоковой локализации составляют поражения ПМЖВ, ДВ в 70% случаев и стенозы ОВ и ПКА – в 71% случаев (см. таблицу 3), что соответствует практически равномерному снижению исходной функциональной активности в I, II и III сегментах в 58% и в IV и V сегментах – в 62% (рисунок 40).

Из 8 пациентов асинергию при ЭхоКГ выявили в 2 сегментах из зоны кровоснабжения ПМЖВ, ДВ, что составляет 8% от общей суммы сегментов, относящихся к данной зоне ($n=24$); в зоне ПКА, ОВ – в 14 сегментах (86% от общей суммы данной зоны=16 сегментов). Локализация нарушений регионарной функции ожидаема в бассейне ПКА и ОВ (IV и V сегменты). Однако гипокинезию в области ПМЖВ, ДВ в 8% с достоверной разницей ($p<0,01$) подтверждают 70% случаев стеноза

ПМЖВ, выявленных после КГ. Сравнение с результатами функциональной активности в зоне ПМЖВ (58%) также с достоверной разницей ($p<0,01$), как и в зоне ПКА, ОВ (62%, $p<0,05$).

3.4.2.2. Динамика результатов после АКШ и МКШ

Учитывая общее количество пациентов после операции АКШ и МКШ ($n=17$), общее число исследуемых сегментов данной группы составило 85 (по 5 сегментов у каждого пациента). Исходно в 62 сегментах выявлено различной степени снижение ФВ, что составляет 73% от общей суммы всех сегментов. После НГ данный показатель снизился до 40 сегментов (47%), а после операции составил 51 сегмент (60%).

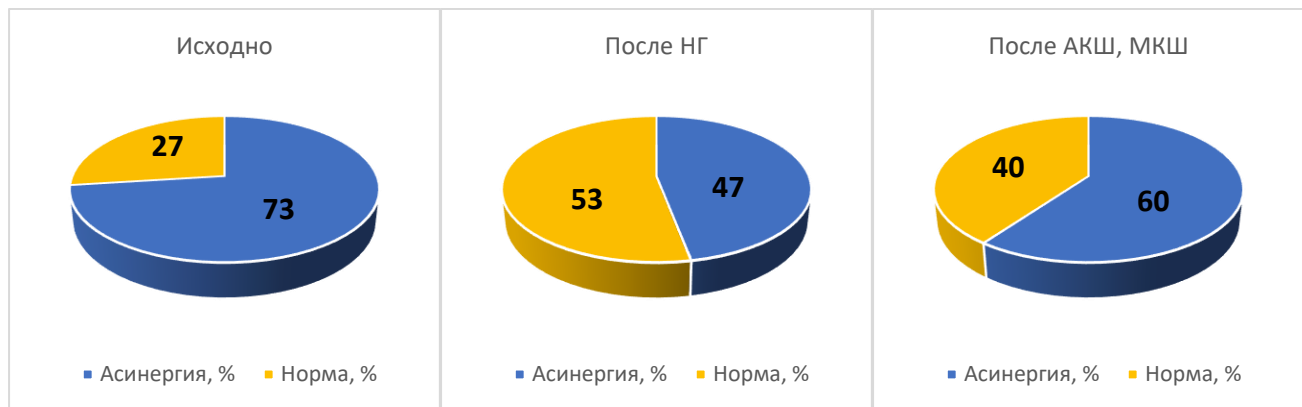


Рисунок 41. Процентное распределение сегментов со сниженной сократительной способностью и в норме третьей группы пациентов на исходном этапе, после НГ и после операции АКШ, МКШ

Исходно ФВ в норме была выявлена в 23 сегментах (27%), после НГ увеличилась до 45 сегментов (53%), а после операции выявлена в 34 сегментах (40%). Полученные результаты свидетельствуют о положительной функциональной динамике общей ФВ по всем пяти сегментам на 26% после медикаментозной пробы и на 13% после операции в сравнении с исходными данными.

Учитывая, что общее количество сегментов всех пациентов данной группы составляет 85, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (I, II и III сегменты) относится 51

сегмент, а к ПКА и ОВ (IV и V сегменты) – оставшиеся 34 сегмента. Исходно в бассейне ПМЖВ и ДВ выявлена функциональная недостаточность в 31 сегментах (61% от 51 сегмента) и столько же - в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ (91% от 34 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился до 16 (31%) и 24 (71%) сегментов соответственно, а после АКШ и МКШ – до 24 (47%) и 27 (79%) сегментов соответственно. Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 39%, а в ПКА и ОВ – 9%, после НГ увеличился до 69% и 29% соответственно и после операции – 53% и 21% соответственно.

На рисунке 42 представлена динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью относительно бассейна исследования.

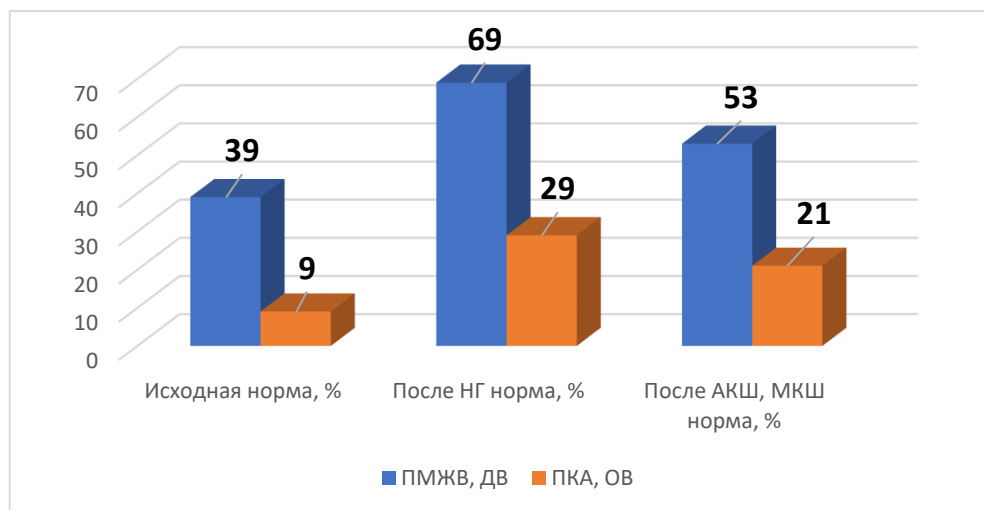


Рисунок 42. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе, после НГ и после операции АКШ, МКШ в третьей группе пациентов

Динамика сегментов с функциональной активностью в норме в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ после НГ пробы увеличилась на 30%, а в сравнении с результатами после операции практически вдвое меньше - на 14%. В зоне кровоснабжения ПКА и ДВ разница составила 20% и 12% соответственно.

Практически равномерное распределение полученных данных свидетельствует о перспективе реваскуляризации в обеих зонах кровоснабжения миокарда с небольшим преимуществом в зоне I, II и III сегмента.

Таблица 11. Исходные региональная и общая функции ЛЖ у пациентов третьей группы, после НГ и после операции АКШ, МКШ

Сегменты исх., п/НГ, п/о		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %
I	Исход	24,125±7.95	9,67±4,35	14,5±4,14	60±3,94
	п/НГ	19,23±5.60*	8,91±4,36	10,3±5,80*	54±4,63*
	п/о	20,08±6.56	8,95±4,16	11±3,47	55±5,10
II	Исход	14,08±6.05	2,91±1,85	11,12±3,12	79±4,22
	п/НГ	9,9±5.64*	2,06±1,80	7,82±2,56*	79±9,05
	п/о	10,29±2.41	3,35±0,97*	7,6±2,33*	74±8,15*
III	Исход	14,33±3,95	7,11±2,12	7,2±2,15	50±6,88
	п/НГ	12,96±4.19	4,8±1,96*	8,17±3,57	63±7,22*
	п/о	14,05±3.95	6,9±2,05	7,17±3,22	51±6,61
IV	Исход	22,27±3.69	7,87±2,54	14,5±5,17	65±4,98
	п/НГ	23,24±11.41	7,59±2,57	15,6±6,28	67±5,44
	п/о	22,22±7.70	7,59±1,68	14,67±8,52	66±9,20
V	Исход	42,97±8.56	23,19±8,14	19,3±5,13	46±4,45
	п/НГ	35,64±7.29*	18,76±6,74*	16,8±4,89	47±5,21
	п/о	39,38±8.34	16,51±8,64*	22,8±9,68*	58±4,78*
Общ ее знач -е	Исход	117,78±26.77	51±11.99	66,62±11,25	57±5,04
	п/НГ	100,97±16.58*	42,3±12.85*	58,69±11,30*	58±4,33
	п/о	106±14,62*	43,3±9.22*	63±9,47	59±5,12

*p<0,05 по сравнению с исходными значениями

В I, II и III сегментах плавное снижение КДО от исходных данных к результатам после НГ пробы и после операции обеспечивают практически симметричное изменение суммарного УО (таблица 11). Данные результаты обеспечивают прирост

суммарной ФВ данной зоны на 6,3% после пробы с НГ, который снижается периоде после операции до 3,7%. Подтверждением полученных результатов является динамика положительной функциональной активности в зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (рисунок 42) с процентом нормализации, который в периоде после НГ пробы составил 30%, а после операции 14%.

Исходное снижение ФВ в IV и V сегментах доказывает максимально выраженное количество сегментов (91%) со сниженной функциональной активностью в данной зоне (рисунок 42). Распределение показателей в IV сегменте без выраженной динамики, соответственно практически весь потенциал положительной функциональной активности после операции и после медикаментозной пробы обеспечивает V сегмент. Увеличение УО V сегмента в послеоперационном периоде, а также уменьшение его КДО и КСО обеспечивают прирост регионарной ФВ данного участка на 12% (до 58%). Максимально выраженная положительная динамика данного сегмента обеспечивает поддержание положительной динамики общей ФВ, которая составляет всего 2% после операции.

Отдельно стоит отметить исходную гиперфункциональную сократительную активность II сегмента (79%, а норма 71,2%), компенсаторная способность которого недостаточна для восполнения дефицита по остальным сегментам, в результате чего общая ФВ ЛЖ снижена до 57% (норма 67,2%). Тенденция динамики в данном сегменте соответствует результатам пациентов после ТЛБАП со стентированием (см. таблицу 10), где активное напряжение стенки II сегмента умеренно снижается, достигнув порогового значения.

Рассчитав должный регионарный и общий УО исходно, после НГ и после операции определили дефицит УО ЛЖ в целом и в каком количестве за счет какого сегмента, как разницу между должным УО и реально полученным. Динамика изменений суммарного дефицита УО в данной группе меняется ($p < 0,05$) от $-11,34 \pm 3,14$ мл, $-8,45 \pm 2,1$ мл до $-7,25 \pm 4,4$ мл, соответственно периоду исследования. Исходно суммарный дефицит УО составил $-11,34 \pm 3,14$ мл, а именно: в I сегменте дефицит УО

составил -0,40825 мл, во II сегменте +1,095 мл, в III сегменте -1,577 мл, в IV сегменте -2,2025 мл и в V сегменте -8,244 мл. После НГ средний показатель дефицита УО уменьшился до $-8,45 \pm 2,1$ мл: в I сегменте -2,62858 мл, во II сегменте +0,7712 мл, в III сегменте -0,232 мл, в IV сегменте -1,83 мл и в V сегменте -6,045 мл. И после операции суммарный дефицит УО $-7,25 \pm 4,4$ мл: -1,40944 мл, во II сегменте +0,27352 мл, в III сегменте -1,43563 мл, в IV сегменте -1,995 мл и в V сегменте -2,443 мл соответственно.

Учитывая заключения КГ описаний, данную группу пациентов с ИМ заднебоковой локализации составляют поражения с небольшим преимуществом ПКА и ОВ в 71% случаев и ПМЖВ, ДВ – в 70% (см. таблицу 3), что соответствует исходному снижению функциональной активности в IV и V сегментах в 91% ($p < 0,05$) и в I, II, III сегментах – 61% ($p < 0,05$).

Результаты оценки зон асинергии на ЭхоКГ выявлены у 15 пациентов, из которых в зоне ПКА, ОВ асинергия выявлена в 30 сегментах, что составляет 88% от общей суммы сегментов данной зоны ($n=34$), а в зоне ПМЖВ – таковых не выявлено. В сравнении с результатами функциональной активности и заключениями КАГ в зоне ПКА, ОВ (91% и 71% соответственно) и ПМЖВ (61% и 70% соответственно), выявлена недостоверная разница в первом случае и достоверная разница во втором.

Вышеизложенные результаты оценки регионарной и общей функции ЛЖ по всем прооперированным ($n=25$) пациентам, как после АКШ и МКШ, так и после ТЛБАП со стентированием, предложенным авторами способом, доказывают ожидаемые после КГ. Однако, в 2 случаях в группе после операции ТЛБАП со стентированием при ЭхоКГ оценке зон асинергии, последние выявлены не были, тем не менее функциональная недостаточность нами была доказана, как и ожидаемо было после КГ.

3.4.3. Сравнительный анализ результатов регионарной и общей функций ЛЖ с показателем SLS в группе пациентов с ИБС и перенесенным в анамнезе ИМ задненижней локализации

Из 87 пациентов с ИМ задней локализацией 40 пациентам помимо вышеперечисленного было проведено исследование регионарной функции современным методом в ЭхоКГ. Вовремя сердечного цикла проводили полуавтоматическую обработку данных на УЗИ аппарате Philips EPIQ CVx (Нидерланды) методом 2D отслеживания перемещения частиц (2D Speckle tracking imaging) с количественным анализом QLAB. Как было отмечено ранее, исходные результаты общей и регионарной функциональной активности получали при 2D-ЭхоКГ в режиме четырехкамерной позиции сердца по длинной оси. Соответственно, для сравнительного анализа полученных данных с показателями пространственного смещения серых пятен также использовали четырехкамерную позицию. Референсным диапазоном регионарной продольной деформации считали интервал от -18% до -20%.

Учитывая общее количество пациентов данной группы (n=40), общее число исследуемых сегментов составило 200. Исходно в 138 сегментах выявлено различной степени снижение ФВ, что составляет 69% от общей суммы всех сегментов. После НГ данный показатель снизился до 122 сегментов (61%). Исходно ФВ в норме была выявлена в 62 сегментах (31%) и после НГ увеличилась до 78 сегментов (39%). Полученные результаты свидетельствуют о положительной функциональной динамике общей ФВ по всем пяти сегментам на 8% после пробы с НГ.

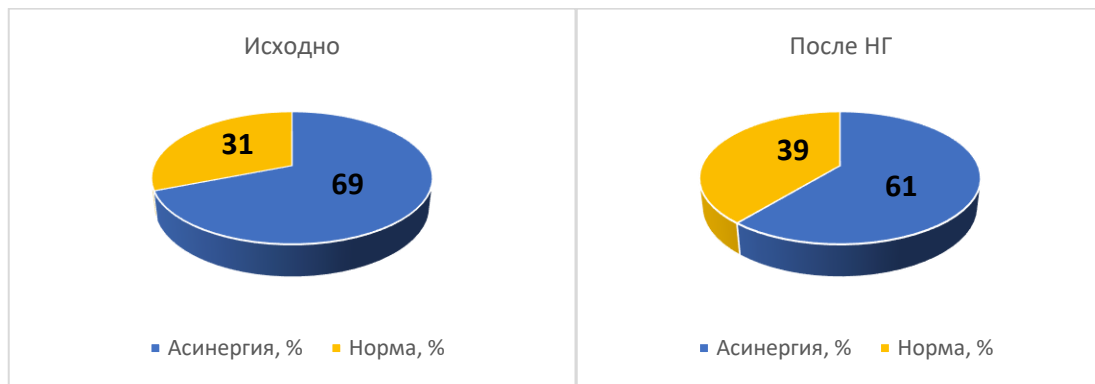


Рисунок 43. Процентное распределение сегментов со сниженной сократительной способностью и в норме 40 пациентов третьей группы на исходном этапе и после НГ

Полученные результаты SLS были следующими: 138 сегментов с исходно сниженным результатом SLS (69%), а после пробы с НГ снизился до 100 сегментов (50%). Соответственно, в норме SLS исходно выявлен в 62 сегментах (31%), а после НГ - в 100 сегментах (50%). Процент нормализации данного показателя составил 19%. Полученные результаты без достоверной разницы с показателем функциональной активности на исходном этапе и после НГ пробы.

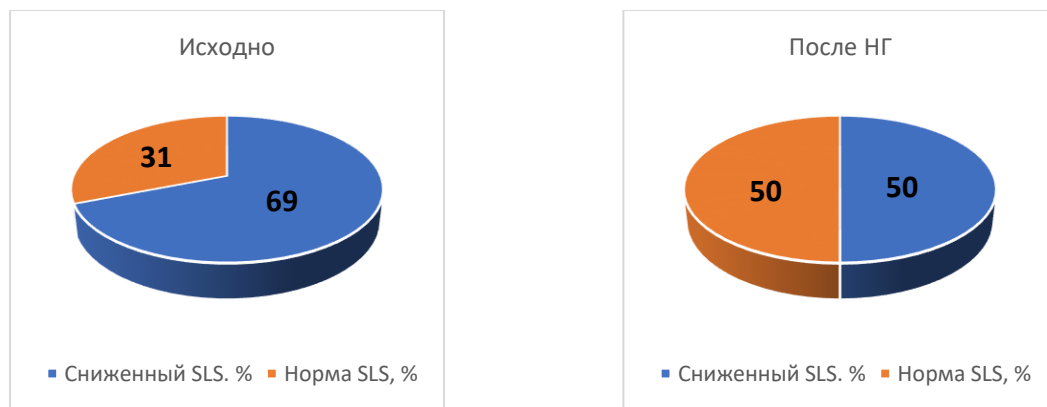


Рисунок 44. Процентное распределение сегментов со сниженной SLS и в норме третьей группы пациентов с на исходном этапе и после НГ

Из общего количества исследуемых сегментов ($n=200$) к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ относится 120 сегментов, а к ПКА и ОВ – оставшиеся 80 сегментов. Исходно в бассейне ПМЖВ и ДВ выявлена функциональная недостаточность в 65 сегментах (54% от 120 сегментов) и в 73 сегментах из зоны кровоснабжения ПКА и ОВ (91% от 80 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился до 55 (46%) и 67 (84%) сегментов соответственно.

Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 46%, а в ПКА и ОВ – 9%, после НГ увеличился до 54% и 91% соответственно (рисунок 45).

В зоне ПМЖВ, ДВ исходно выявлено 76 сегментов со сниженным показателем SLS (63% от 120 сегментов), который после НГ уменьшился до 52 сегментов (43%). В зоне ПКА, ОВ сниженный SLS выявлен в 62 сегментах (78% от 80 сегментов), а после НГ – в 48 сегментах (60%). Динамика сегментов с нормальными значениями SLS в зоне ПМЖВ, ДВ составила 37% исходно и 57% после НГ, а в зоне ПКА, ОВ – 22% и 40% соответственно. Процент нормализации в I, II, III сегментах составил 20%, а в IV, V сегментах – 18%, что соответствует практически равномерной перспективе положительного результата в обоих бассейнах кровоснабжения с минимальным преимуществом в ПМЖВ, ДВ.

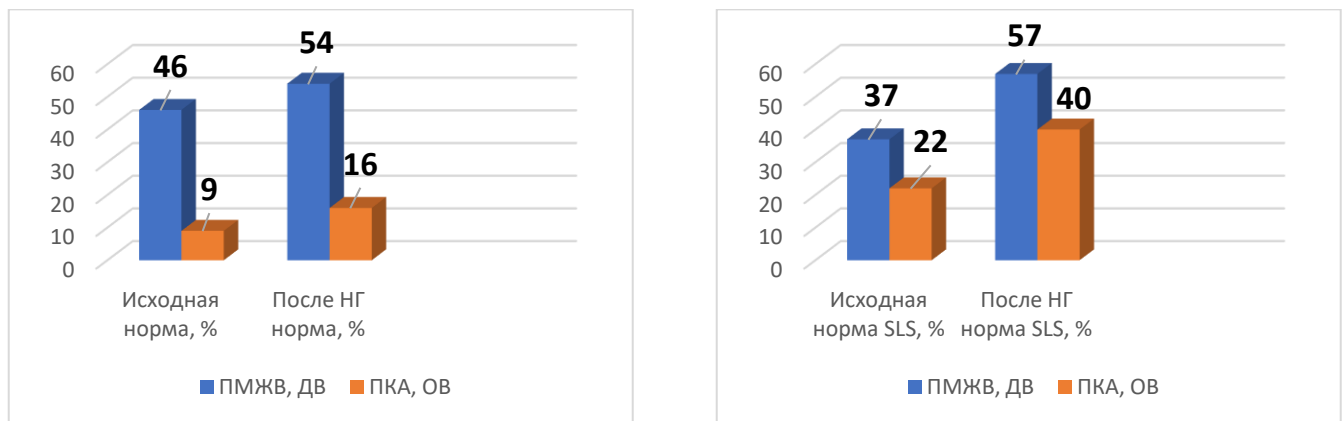


Рисунок 45. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью и показателем SLS в норме в бассейнах ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ с на исходном этапе и после НГ у 40 пациентов третьей группы

Как видно из полученных результатов, представленных на рисунке 45, динамика сегментов с функциональной активностью в норме в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ после НГ пробы увеличилась на 8%, а в зоне кровоснабжения ПКА и ДВ разница составила 7%. Практически равномерное распределение полученных данных свидетельствует об равноценной перспективе реваскуляризации в обоих зонах кровоснабжения миокарда с минимальным преимуществом в I, II и III сегментах, что

соответствует результатам SLS. * $p < 0,05$ по сравнению с исходными значениям

Равномерное снижение объемных показателей от исходных к результатам после НГ пробы обеспечивают практически симметричное распределение УО. А именно: в I, II и III сегментах суммарная разница УО составила 1,7мл, а в IV и V сегментах - 1,35мл (таблица 12), что доказывает практически равномерную динамику положительной функциональной активности соответствующих сегментов (рисунок 45). Данные результаты обеспечивают прирост общей ФВ на 3% после пробы с НГ (исходно 55%, после пробы с НГ – 58%).

Таблица 12. Динамика изменений регионарной функции ЛЖ и SLS у 40 пациентов третьей группы до и после приема НГ (* $p < 0,05$ по сравнению с исходными значениям)

Сегменты до и после НГ		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %	SLS, %
I	До	18,95±4,2	8,3±5,8	10,6±5,8	56±7,4	-13,08±2,12
	После	17,59±3,82	7,4±5,9	10,2±2,1	58±9,3	-15,39±7,7
	разн-ца	-1,36±0,71	-0,91±1,2	-0,4±2,4	+2±1,5	2,31±1,8
II	До	10,78±4,4	3,0±2,7	7,76±5,87	72±9,7	-10,25±7,8
	После	9,3±2,13	2,41±4,1	6,88±2,8	74±5,8	-13,07±4,2
	разн-ца	-1,48±1,1	-0,58±0,57	-0,88±3,1	+2±2,4	2,82±2,4
III	До	13,97±5,7	6,3±5,8	7,68±3,2	55±6,97	-10,06±12,7
	После	12,74±7,2	5,48±1,4	7,26±2,8	57±7,5	-14,86±8,2
	разн-ца	-1,23±1,5	-0,82±1,4	-0,42±0,1	+2±4,3	4,8±9,3
IV	До	24,55±5,8	10,6±5,8	13,99±12,5	57±8,95	-9,92±11,4
	После	22,11±7,1	8,21±2,1	13,9±8,74*	63±10,2	-12,12±8,2
	разн-ца	-2,44±4,1*	-2,41±1,2	-0,06±0,01	+6±4,1	2,2±9,1
V	До	42,7±11,7	21,8±5,12	20,9±8,1	49±8,8	-18,64±7,14
	После	37,72±6,8	18,11±1,75	19,61±8,4	52±6,78	-19,53±8,8
	разн-ца	-4,98±5,6	-3,69±3,5	-1,29±0,6*	+3±4,2	0,89±2,6
Общее	До	110,95±7,85	49,97±9,4	60,98±8,4	55±9,2	-11,87±8,6
	После	99,46±4,9	41,83±4,9	57,63±8,2	58±11,7	-14,94±11,2
	разн-ца	-11,49±5,1	-8,41±3,7	-3,1±0,1*	+3±2,7	3,07±2,23

Исходное снижение функциональной активности I, III и IV сегментов подтверждают результаты SLS. В V сегменте результат SLS составляет -18,64%, что соответствует норме, однако сократительная способность при этом снижена (49%). Во II сегменте функциональная активность сохраняется в норме (72%), что также подтверждают результаты после пробы с НГ (74%), при этом результаты SLS свидетельствуют об обратном (-10,25%).

Динамика изменений суммарного дефицита УО в данной группе меняется ($p > 0,05$) от $-12,8 \pm 3,34$ мл до $-8,2 \pm 2,1$ мл. Исходно суммарный дефицит УО составил $-12,8 \pm 3,34$ мл, а именно: в I сегменте дефицит УО составил -1,11 мл, во II сегменте $+0,085$ мл, в III сегменте $-0,8766$ мл, в IV сегменте $-4,4225$ мл и в V сегменте $-6,471$ мл. После НГ суммарный показатель дефицита УО уменьшился до $-8,2 \pm 2,1$ мл: в I сегменте $-0,671$ мл, во II сегменте $+0,2584$ мл, в III сегменте $-0,54325$ мл, в IV сегменте $-2,6825$ мл и в V сегменте $-4,56852$ мл.

В целом динамика результатов функциональной активности и SLS на исходном этапе и после НГ пробы имеет схожий характер. А именно, несмотря на положительную динамику общей ФВ, она остается ниже должной нормы (67,2%, см. таблицу 4), подтверждением чему служат результаты сниженной SLS (исходно - 11,87% и после НГ -14,94%).

При анализе локальной сократимости на ЭхоКГ асинергия выявлена в зоне ПМЖВ, ДВ в трех сегментах, что составляет 3% от общей суммы сегментов данной зоны ($n=120$), а в ПКА, ОВ в 70 сегментах (88% от общей суммы сегментов данной зоны=80). При сравнении полученных данных асинергии в зоне ПКА, ОВ (88%) с результатами КАГ (71%), функциональной активностью (91%) и SLS (78%) достоверной разницы не выявлено. В зоне ПМЖВ, ДВ выявлена достоверная разница результатов асинергии (3%) с КАГ (70%), функциональной активностью (54%) и SLS (63%).

3.4.3.1. Сравнительный анализ результатов регионарной и общей функций ЛЖ с показателем SLS в прооперированной группе пациентов

Учитывая, что группу после операции АКШ, МКШ с динамическим наблюдением SLS составили 10 пациентов, общее число исследуемых сегментов данной группы составило 50. Исходно в 36 сегментах выявлено различной степени снижение ФВ, что составляет 72% от общей суммы всех сегментов. После НГ данный показатель снизился до 28 сегментов (56%), а после операции составил 30 сегментов (60%). Исходно ФВ в норме была выявлена в 14 сегментах (28%), после НГ увеличилась до 22 сегментов (44%), а после операции выявлена в 20 сегментах (40%). Полученные результаты свидетельствуют о положительной функциональной динамике общей ФВ по всем пяти сегментам на 16% после медикаментозной пробы и на 12% после операции в сравнении с исходными данными.

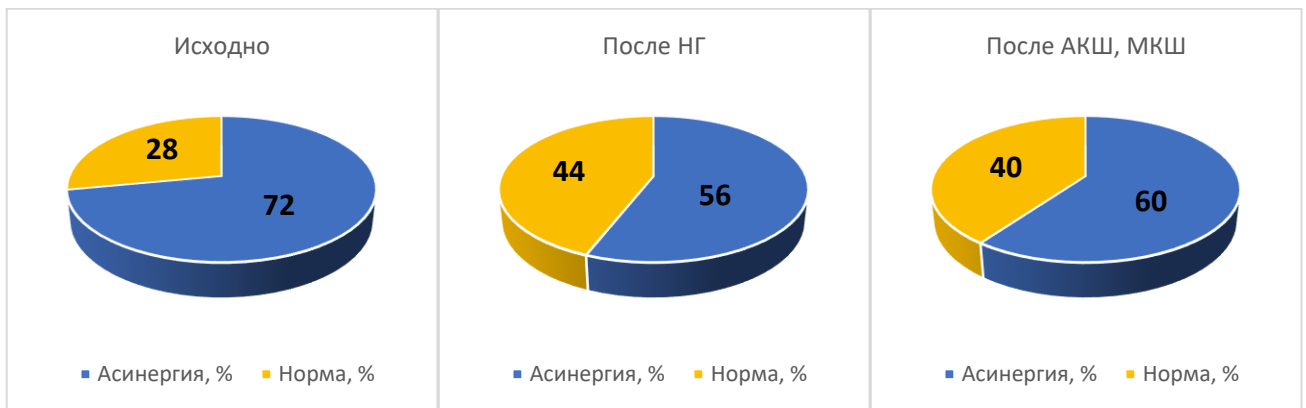


Рисунок 46. Процентное распределение сегментов со сниженной сократительной способностью и в норме третьей группы пациентов на исходном этапе, после НГ и после операции АКШ, МКШ

Проведя анализ распределения регионарной продольной деформации этих же пациентов были выявлены следующие результаты: 32 сегмента с исходно сниженным результатом SLS (64%), после пробы с НГ незначительно снизился до 26 сегментов (52%) и в послеоперационном периоде – до 24 сегментов (48%).

Соответственно, в норме SLS исходно выявлена в 18 сегментах (36%), после НГ -

в 24 сегментах (48%), а после операции – в 26 сегментах (52%). Процент нормализации данного показателя составил после медикаментозной пробы 12%, а в послеоперационном периоде – 16%. Анализ полученных результатов свидетельствует о недостоверной разнице ($p < 0,62$) распространения исходных данных сегментов со сниженной функциональной активностью и в норме в сравнении с результатами SLS.

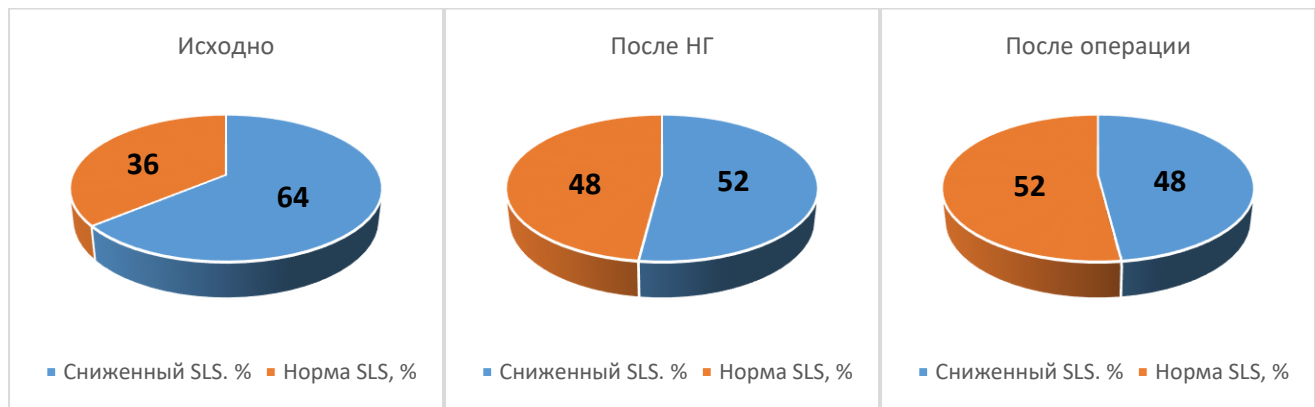


Рисунок 47. Процентное распределение сегментов со сниженной SLS и в норме третьей группы пациентов с на исходном этапе, после НГ и после операции АКШ, МКШ

Учитывая, что общее количество сегментов всех пациентов данной группы составляет 50, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ относится 30 сегментов, а к ПКА и ОВ – 20 сегментов. Продемонстрируем распределение полученных результатов функциональной активности сегментов предложенным авторами способом и отдельно динамику SLS.

Исходно в бассейне ПМЖВ и ДВ выявлена функциональная недостаточность в 18 сегментах (60% от 30 сегментов) и столько же в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ (90% от 20 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился до 12 (40%) в первом случае, а в зоне кровоснабжения ПКА, ОВ составил 16 сегментов (80%). После операции тенденция к снижению данного показателя в обоих случаях, который составил 13 (43%) и 17 (85%) сегментов соответственно. Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 40%, а в ПКА и ОВ – 10%, после НГ увеличился

до 60% и 20%, а после операции увеличился до 57% и 15% соответственно.

Как видно из полученных результатов, представленных на рисунке 48, динамика сегментов с функциональной активностью в норме в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ после НГ пробы увеличилась на 20%, а в зоне кровоснабжения ПКА и ДВ – на 10%. В послеоперационном периоде в I, II, III сегментах положительная динамика функциональной активности составила 17% от исходных, а в IV, V сегментах – 5%, что несомненно доказывает более выраженную перспективу реваскуляризации в зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ, которая была предположительной согласно результатам, после НГ пробы.

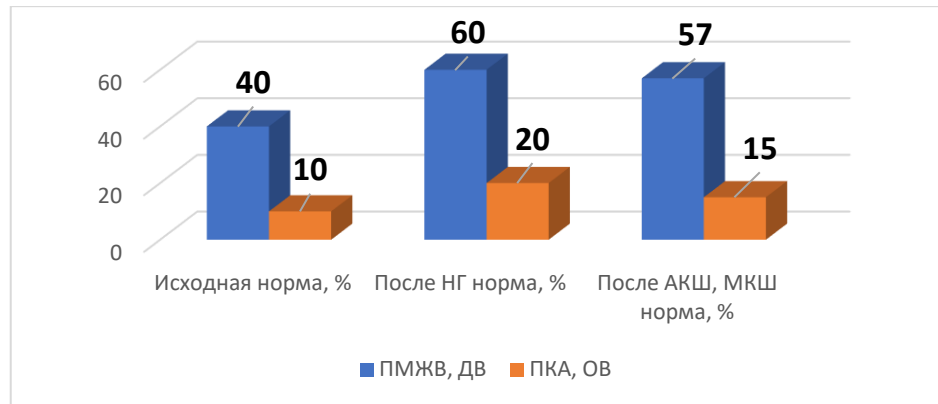


Рисунок 48. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе, после НГ и после операции АКШ, МКШ в третьей группе пациентов с SLS

Проследивая динамику показателя SLS получили следующие данные: исходно в бассейне ПМЖВ и ДВ выявлено снижение в 16 сегментах (53% от 30 сегментов) и в 16 сегментах из зоны кровоснабжения ПКА и ОВ (80% от 20 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился до 15 (50%) и до 11 сегментов (55%) соответственно, а после операции - 14 (47%) и 10 (50%) сегментов соответственно. Логичным становится расчет изменений в сегментах с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 47%, а в ПКА и ОВ – 20%, после НГ увеличился до 50% и 45% соответственно, а после операции увеличился до 53% и 50% соответственно.

Представленная на рисунке 49 положительная динамика I, II и III сегментах после пробы с НГ составляет 3%, а в послеоперационном периоде увеличивается до 6%, в IV и V сегментах же после медикаментозной пробы 25% и 30% соответственно. Полученные данные показателей SLS и результатов функциональной активности исходно, после НГ и после операции в обоих бассейнах кровоснабжения свидетельствуют о недостоверной разнице ($p < 0,62$).

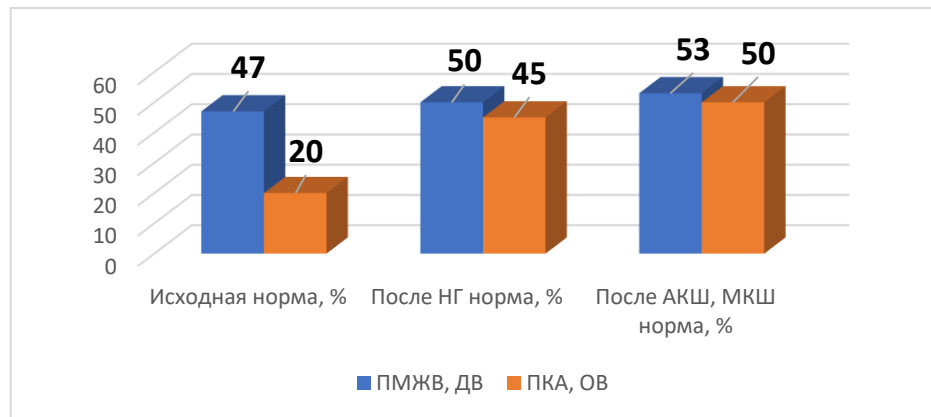


Рисунок 49. Динамика распределения сегментов с нормальной SLS в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе, после НГ и после операции АКШ, МКШ в третьей группе пациентов

Учитывая заключения КГ описаний, данную группу пациентов с ИМ заднебоковой локализации составляют суммарное поражение ПКА и ОВ в 71% случаев, а ПМЖВ - в 70% (см. таблицу 3). Выявлена достоверная разница в бассейне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ с результатами SLS (53%) и недостоверная разница с результатами функциональной активности I, II и III сегментов (60%). В бассейне ПКА и ОВ достоверная разница данных КГ с результатами функциональной активности (90%) и SLS (80%).

Нарушение локальной сократимости на ЭхоКГ (задней, заднебоковой и нижней стенок ЛЖ) выявлено у 9 пациентов. Полученные данные свидетельствуют об асинергии в бассейне ПКА и ОВ в 90% случаев, как и наши результаты SLS и функциональной недостаточности в IV, V сегментов (80% и 90% соответственно). В сравнении с данными КАГ (71%) выявлена достоверная разница. Однако, в бассейне

кровообращения ПМЖВ, ДВ не выявлено нарушений локальной сократимости, что свидетельствует о достоверной разнице с результатами КАГ (70%), функциональной активностью (60%) и SLS (53%) в данной зоне исследования.

Распределение гемодинамических показателей представлено в таблице 13. В I сегменте динамика КДО, КСО и УО на исходном этапе, после НГ пробы и после операции носит равнозначный характер, результатом чего является прирост ФВ данного сегмента на 5% и 6% соответственно. Несмотря на положительную динамику ФВ, она все равно ниже должной нормы I сегмента (норма=61,8%, см. таблицу 4) на всех этапах исследования. Исходные результаты SLS (-15,64%) соответствуют сниженной ФВ, как и после НГ -17,45%, однако после операции данный показатель увеличивается до нормы и составляет -20,39%.

Динамика показателей во II сегменте равносильна I сегменту за исключением ФВ, которая остается в норме на всех этапах исследования, показатели SLS при этом ниже нормы.

В III сегменте после НГ КДО и УО увеличиваются, благодаря снижению КСО, что обеспечивает прирост ФВ данного сегмента до 58% (норма 61,25%), что подтверждают результаты SLS данной зоны (-16,81%). Как и ФВ, так и показатель SLS на исходном этапе, после НГ и после операции остаются ниже нормы: ФВ 50%, 58%, 54% и SLS -15,23%, -16,81%, -14,84%).

Равномерное распределение объемов в IV сегменте обеспечивают прирост ФВ на всех этапах исследования, с более выраженной положительной динамикой после медикаментозной пробы. Тем не менее ФВ остается ниже должной нормы (см. таблицу 4), подтверждением чему служат показатели SLS (-11,7%, -12,82% и -12,28%).

В V сегменте динамика послеоперационных результатов соответствует таковым после пробы с НГ. ФВ остается ниже нормы (норма=64,1%) на всех этапах исследования, что поддается логическому объяснению, учитывая локализацию ишемического процесса данной группы исследуемых. Полученные результаты SLS (-21,4%, -20,78% и -16,64%) свидетельствуют об обратном.

Представленная в таблице 13 динамика распределения объемных показателей в каждом сегменте обеспечивает прирост общей сократительной способности на 4% в периоде после пробы с НГ и на 2% после операции, что также подтверждают результаты SLS (-15,33%, -17,33% и -15,97%).

Таблица 13. Динамика изменений регионарной функции ЛЖ и SLS у прооперированных пациентов третьей группы до/после приема НГ и в послеоперационном периоде

Сегменты до и после НГ		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %	SLS, %
I	До	20,28±3,3	9,94±9,2	10,34±8,8	51±7,12	-15,64±1,11
	После	18,29±7,2	8,05±7,1	10,2±2,41	56±7,64	-17,45±2,15
	П/о	15,25±1,64	6,56±4,1	8,7±5,8	57±5,4	-20,39±3,45
II	До	12,3±4,12	3,44±5,2	8,86±5,8	72±8,8	-13,15±7,1
	После	10,7±2,1	2,25±4,7	8,45±8,12	79±7,1	-14,53±6,56
	П/о	7,72±4,4	1,54±1,78	6,18±3,47	80±2,14	-13,97±8,2
III	До	13,58±5,8	6,79±5,12	6,8±3,85	50±6,7	-15,23±4,75
	После	14,34±4,8	6,03±1,7	8,3±2,81	58±5,5	-16,81±6,98
	П/о	11,69±1,8	5,38±4,2	6,3±4,7	54±7,8	-14,84±9,1
IV	До	23,75±5,8	9,74±5,9	14,0±10,5	59±8,4	-11,7±10,1
	После	24,73±7,8	8,66±2,6	16,1±8,7	65±5,5	-12,82±10,2
	П/о	23,73±8,1	9,5±7,4	14,24±4,7	60±4,7	-12,28±6,89
V	До	42,98±7,7	22,0±5,2	21,1±5,5	49±6,8	-21,4±7,16
	После	39,49±6,8	20,5±1,58	18,96±4,79	48±6,76	-20,78±11,2
	П/о	35,05±10,6	18,23±4,8	16,8±3,6	48±4,1	-16,64±7,26
Общее	До	112,89±7,5	51,9±6,2	61±8,2	54±9,54	-15,33±9,85
	После	107,54±5,9	45,49±8,1	62,01±8,78	58±8,12	-17,33±8,7
	П/о	93,44±5,9	41,22±3,0	52,22±1,12	56±7,4	-15,97±9,56

Динамика изменений суммарного дефицита УО в данной группе меняется ($p>0,05$) от $-13,97\pm5,54$ мл (исходно) до $-10,0\pm6,7$ мл (после НГ) и до $-10,0\pm4,1$ мл (после операции). Исходно суммарный дефицит УО составил $-13,97\pm5,54$ мл, а именно: в I сегменте дефицит УО составил $-2,193$ мл, во II сегменте $+0,1024$ мл, в III сегменте $-1,51775$ мл, в IV сегменте $-3,8125$ мл и в V сегменте $-6,45$ мл. После НГ показатель дефицита УО уменьшился до $-10\pm6,7$ мл: в I сегменте $-1,103$ мл, во II сегменте $+0,8316$ мл, в III сегменте $-0,48325$ мл, в IV сегменте $-2,4475$ мл и в V сегменте $-6,353$ мл. После операции показатель дефицита УО равносителен таковому в периоде после НГ пробы ($-10\pm7,4$ мл), однако распределение по сегментам несколько иное: в I сегменте $-0,7245$ мл, во II сегменте $+0,6834$ мл, в III сегменте $-0,86$ мл, в IV сегменте $-3,5575$ мл и в V сегменте $-5,6671$ мл.

3.5. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС, перенесших ИМ передней и задней локализации, до и после применения НГ

КДО ЛЖ посегментарно изменялся в пределах $4,08 - 60,65$ мл. Среднее значение КДО соответствует заявленной норме ($114\pm12,3$ мл) и составило $114,67\pm8,54$ мл. При этом у 5 пациентов из 9 средний КДО выше верхней границы нормы. После использования НГ среднее значение КДО достоверно снизилось ($p<0,05$) до $94,68\pm10,12$ мл, при этом у 8 пациентов (89%) выявлено снижение общего КДО в сравнении с исходными данными и лишь в одном (11%) случае показатель практически не изменился.

КСО ЛЖ посегментарно варьировал в пределах от $29,03$ мл до $1,69$ мл и в среднем оно составило $51,77\pm9,37$ мл. У 7 пациентов исходно выявлен повышенный КСО, у 1 пациента - приближен к заявленной норме и у 1 пациента –ниже нормы. При этом признаки недостаточности кровообращения были во всех случаях. После применения НГ среднее значение КСО достоверно снизилось ($p<0,05$) во всех 9 случаях и составило $36,59\pm5,85$ мл.

УО менялся от 3,25 мл до 39,4 мл и среднее значение было ниже заявленной нормы ($76,8 \pm 9,12$ мл) и составило $62,9 \pm 13,68$ мл, а после применения НГ оно снизилось ($p < 0,05$) до $58,05 \pm 9,52$ мл. У 6 пациентов отмечено снижение УО и у 3 – выше нормы, а после нагрузочной пробы наблюдали тенденцию к снижению в 7 (78%) случаях, у 1 пациента (11%) к повышению и у 1 (11%) пациента - без изменений.

Сегментарная ФВ варьировала в пределах 10% и 83% (в сегментах с гиперфункциональной активностью, проявляющих компенсаторный механизм). Среднее значение ФВ исходно составило $55 \pm 8,23\%$ и было ниже нормы ($67,2 \pm 7,12\%$) во всех 9 случаях. После применения НГ среднее значение ФВ достоверно увеличилось ($p < 0,05$) до $62 \pm 6,95\%$, при этом лишь у 3 (33%) пациентов повысился до границ нормы, а у оставшихся 6 исследуемых (67%) был снижен.

У всех 9 пациентов данной группы под воздействием НГ выявили снижение ($p < 0,05$) среднего артериального давления (с $112 \pm 9,82$ мм рт. ст. до $85,7 \pm 7,54$ мм рт. ст.). ЧСС составила исходно $78 \pm 5,8$ удара в минуту и после медикаментозной пробы – $81 \pm 7,2$ удара в минуту.

Исходя из количества пациентов с ИМ смешанной локализации ($n=9$), общая сумма рассматриваемых сегментов данной группы составила 45. Исходное количество сегментов с нормальным значением КДО составило 24, а в остальных 21 сегментах выявлено различной степени его снижение. После применения НГ определили снижение сегментарного объема в диастолу ($КДО_c$) в 32 сегментах, в 7 сегментах - увеличился, а в 6 сегментах КДО не изменился. До применения НГ выявлено, что КСО в 30 сегментах в норме, а в 15 сегментах оно снижено. После же медикаментозной пробы уменьшение сегментарного объема в систолу ($КСО_c$) выявлено в 36 сегментах, в 7 сегментах $КСО_c$ увеличился, а в 2 сегментах - не изменился. Исходно в 18 сегментах был нормальный УО, в оставшихся 27 сегментах – снижен. Далее, после пробы, снижение УО определили в 18 сегментах, в 17 сегментах – он увеличился, а в 10 сегментах – не изменился.

Изначально в 32 сегментах выявлено различной степени снижение сегментарной ФВ (71%), при этом в большинстве сегментах (n=21) была умеренная асинергия с ФВ составляющей 75% от нормы, в 9 сегментах ФВ - около 50-75% относительно должной нормы и лишь в 2 из этих сегментов выраженное снижение ФВ, и она составляет 25-50% от нормы сегмента (рисунок 50). После применения НГ количество асинергичных участков снизилось до 22 сегментов (49%). В целом ФВ в норме выявлена в 23 сегментах (51% от всей суммы сегментов данной группы n=45), из которых 13 сегментов были с исходной нормой, а 10 сегментов восстановили ее полностью. Логичным становится расчет процента положительной функциональной динамики общей ФВ по всем пяти сегментам, который составил 22%.

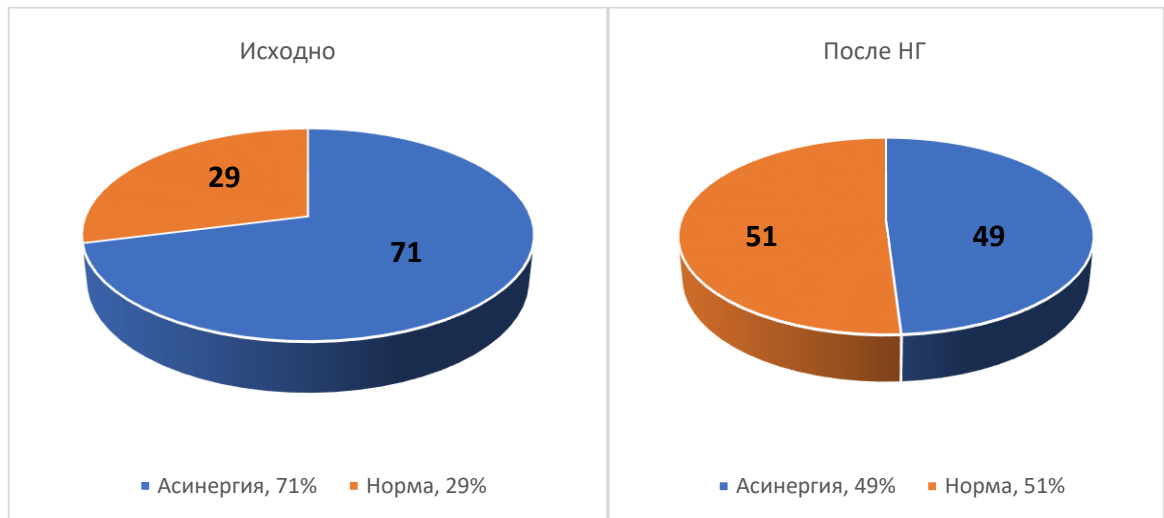


Рисунок 50. Распределение сегментов четвертой группы пациентов со сниженной сократительной способностью и в норме исходно и после НГ

Сегменты, ФВ которых более чем на 25% выше нормы, были выявлены в количестве 2 и все из зоны кровоснабжения ПМЖВ (4,4% от всех 45 сегментов данной группы). После НГ их количество увеличилось до 5, и также все были из системы кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (11% от всех 45 сегментов данной группы).

3.5.1. Обсуждение результатов в группе пациентов с ИБС, перенесших ИМ передней и задней локализаций

Учитывая, что общее количество сегментов 9 пациентов данной группы составляет 45, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (I, II и III сегменты) относится 27 сегментов, а к ПКА и ОВ (IV и V сегменты) – оставшиеся 18 сегментов.

Исходно в зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ 16 сегментов со сниженной функциональной активностью (59% от 27 сегментов) и столько же в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ (89% от 18 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился соответственно до 12 (44%) и 10 (56%) сегментов. Значительно более выраженная положительная динамика результатов в бассейне ПКА и ОВ (33%) свидетельствуют о больших резервных потенциалах данной зоны в сравнении с зоной кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (15%). Логичным становится расчет сегментов с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 41% и в ПКА, ОВ – 11%, а после НГ увеличился до 56% и 44% соответственно (рисунок 51).

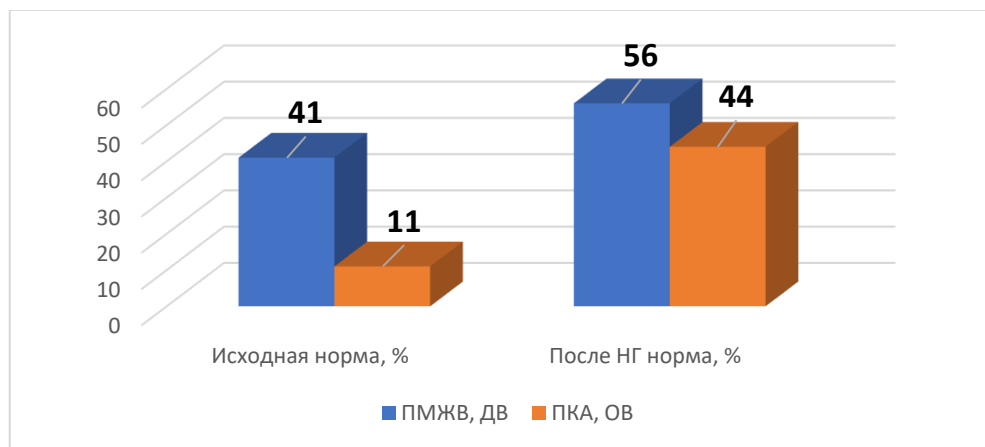


Рисунок 51. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе и после НГ в четвертой группе пациентов

Суммарная тяжесть стенотического поражения КА 4 группы пациентов - самая выраженная, а именно: ПМЖВ в 100% случаев, ОВ – в 78% и ПКА – 100%, а средний показатель по ПКА и ОВ – 89%. Логичными являются вышеуказанные результаты КГ, так как в данной группе - пациенты со смешанным по локализации ИМ, а значит и площадь пораженного миокарда также будет больше. Ожидаемыми будут сниженная функциональная способность по всем пяти сегментам, однако по нашему заключению, исходная суммарная асинергия выявлена в 89% IV и V сегментов, как и в случаях стеноза ($p=1,0$), а в 59% - в зоне I, II и III сегментов с достоверным отличием от случаев стеноза ($p<0,001$).



Рисунок 52. Сравнительный анализ результатов нарушения функциональной активности сегментов, поражения КА и выявленных зон асинергии на ЭхоКГ в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ в четвертой группе пациентов

У всех 9 пациентов выявлены зоны асинергии миокарда и ИНЛС составил 1,53. Общее количество пораженных сегментов составляет 25 (56% от общего числа сегментов группы $n=45$), из которых 14 сегментов из системы кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (52% от общей суммы сегментов данной зоны $n=27$) и 11 сегментов из системы ПКА и ОВ (61% от 18 сегментов данной зоны). Результаты функциональной оценки активности составили 59% и 89% соответственно. Корреляционный анализ выше представленных параметров с недостоверной разницей в зоне I, II и III сегментов ($p=0,366$) и достоверной разницей в зоне IV и V сегментов ($p=0,0035$), а в общем по всем сегментам выявлена недостоверная разница ($p=0,124$).

Параметры каждого конкретного сегмента группы пациентов с подтвержденным ЭКГ ИМ смешанной (передней и задней) локализации представлены в таблице 14, где сократительная способность IV сегмента максимально увеличивается (на 16,6%) благодаря слабой динамике КДО и, наоборот, более выраженному снижению КСО, что в результате приводит незначительному приросту УО (+0,788 мл).

Таблица 14. Регионарная функция ЛЖ у пациентов четвертой группы до и после приема НГ

Сегменты до и после НГ		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %
I	До	19,904±6,85	9,681±3,31	10,22±6,61	53,2±12,7
	После	16,742±5,46	8,16±4,2	8,57±3,32	51,9±10,2
	Разн-ца	-3,161±1,11	-1,5161±0,18	-1,646±1,0	-1,3±0,72
II	До	11,42±6,17	3,645±1,10	7,8433±3,52	64,76±11,95
	После	8,17±4,12	1,76±0,17	6,4172±2,12	75±14,3*
	Разн-ца	-3,25±1,91	-1,88±0,19	-1,4261±1	+10,24±4,6
III	До	14,11±7,2	6,33±2,23	7,773±4,23	54±10,95
	После	11,864±6,85	4,405±2,0	7,458±3,85	62,7±8,52*
	Разн-ца	-2,246±0,89	-1,9311±0,02	-0,315±0,01	+8,7±3
IV	До	20,661±10,54	8,730±3,17	11,93±7,85	55±6,34
	После	17,90±7,85	5,18±2,94	12,71±6,8	71,6±8,14*
	Разн-ца	-2,759±1,1	-3,547±1,64	+0,788±0,01	+16,6±6,93
V	До	48,56±9,85	23,35±9,51	25,21±12,3	53±13,3
	После	39,988±8,56*	16,99±4,5*	22,99±10,33	57,6±8,25
	Разн-ца	-8,577±3,13	-6,35±2,22	-2,22±1,1	+4,6±2,2

*p<0,005 статистически значимые изменения сравнительно с исходными значениями

Учитывая, что КДО и КСО более выражено снижаются и по остальным V, II, III и I сегментам, ударный выброс при этом уменьшается после НГ максимально в V (-2,22±1,1 мл), затем I (-1,646±1,0 мл), во II (-1,4621±1,0 мл) и минимально в III (-0,315±0,01 мл) сегментах. Соответственно, сократительная способность IV и II сегментов максимально увеличивается, затем в III и V, а в I сегменте - тенденция к

снижению. Как и говорилось ранее, в IV и V сегментах ожидаемые улучшения функциональной активности после НГ пробы выше и составляют 33%. Подтверждением чему служит динамика гемодинамических показателей данных сегментов, представленная в таблице 14.

Несмотря на результаты КГ: поражение ПМЖВ и ПКА по 100%, а в бассейне ОВ 78% (таблица 3), по нашим результатам у пациентов со смешанным ИМ более оправданна перспектива реваскуляризации ПКА и ОВ.

Рассчитав должный регионарный и общий УО исходно и после НГ определили дефицит УО ЛЖ в целом и в каком количестве за счет какого сегмента, как разницу между должным УО и реально полученным. Динамика изменений суммарного дефицита УО в данной группе меняется от исходного $-12,72 \pm 3,07$ мл до $-4,34 \pm 4,4$ мл после НГ. Исходно суммарный дефицит УО составили дефицит УО: в I сегменте - 2,081 мл, во II сегменте -0,28774 мл, в III сегменте -0,8694 мл, в IV сегменте -3,56575 мл и в V сегменте -5,91696 мл. После НГ показатель дефицита УО уменьшился до $-4,34 \pm 4,4$ мл: в I сегменте -1,777 мл, во II сегменте +0,6 мл, в III сегменте -0,1913 мл, в IV сегменте -0,715 мл и в V сегменте -2,6423 мл.

3.6. Регионарная и общая функции ЛЖ в группе пациентов с ИБС и постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ до и после применения НГ

КДО ЛЖ посегментарно изменялся в пределах 6,7 – 101,1 мл. Среднее значение КДО достоверно выше ($p < 0,001$) нормы ($114 \pm 12,3$ мл) и составило $170,58 \pm 20,59$ мл. При этом лишь в двух случаях средний КДО незначительно ниже нормы (не более чем на 10% снижен), ну а в оставшихся 26 случаях КДО выше верхней границы нормы, а клинические признаки недостаточности кровообращения выявлены у всех 28 пациентов. После использования НГ среднее значение КДО достоверно ($p < 0,05$) снизилось до $150,4 \pm 10,14$ мл, при этом у 25 пациентов (89%) выявлено снижение

общего КДО в сравнении с исходными данными и в 3 случаях (11%) не изменился.

КСО ЛЖ посегментарно варьировал в пределах от 48,25 мл до 4,2 мл и в среднем составил $95,86 \pm 10,27$ мл. У всех 28 пациентов выявлено повышение общего КСО, как и признаки недостаточности кровообращения. После применения НГ среднее значение КСО достоверно ($p < 0,05$) снизилось во всех 28 случаях и составило $77,4 \pm 10,1$ мл.

УО менялся от -1,65 мл (в дискинетичных сегментах) до 46,75 мл и среднее значение было незначительно ($p > 0,05$) снижено ($74,73 \pm 12,41$ мл) в сравнении с заявленной нормой ($76,8 \pm 9,12$ мл), а после применения НГ оно недостоверно ($p > 0,05$) снизилось до $72,94 \pm 11,9$ мл. У половины пациентов ($n=14$) отмечено снижение УО, а у другой половины – выше нормы. После медикаментозной пробы наблюдали тенденцию к снижению в 17 (61%) случаях, а у 11 (39%) пациентов – без изменений.

Сегментарная ФВ варьировала в пределах -8,8% (в дискинетичных сегментах) до +69% (в IV сегменте у 3 пациентов и у 1 пациента в V сегменте). Надо отметить, что исходно ни у одного исследуемого не было выявлено сегментов с гиперкинетической активностью, что объясняет наиболее выраженное снижение интегральной функции ЛЖ данной группы пациентов в сравнении с другими группами ($p < 0,001$). Среднее значение ФВ исходно составило $44,5 \pm 6,04\%$ и было ниже нормы ($67,2 \pm 7,12\%$) у всех 28 исследуемых, а после медикаментозной разгрузки ($p < 0,001$) увеличилось до $49,8 \pm 9,14\%$. При этом у 8 (29%) пациентов показатель общей ФВ не изменился, а у 20 исследуемых (71%) увеличился, но оставался по-прежнему ниже нормы.

Под воздействием НГ у всех 28 исследуемых выявили ($p < 0,05$) снижение среднего артериального давления (с $106 \pm 10,12$ мм рт. ст. до $87 \pm 6,9$ мм рт. ст.). ЧСС составила исходно $74 \pm 9,5$ удара в минуту и после пробы – $82 \pm 7,4$ удара в минуту.

Учитывая количество пациентов ($n=28$), общая сумма рассматриваемых сегментов данной группы составила 140. Исходно было 117 сегментов с КДО, приближенны к верхней границе нормы или выше нее, а в остальных 23 сегментах выявлено различной степени его снижение. После применения НГ определили снижение

сегментарного объема в диастолу (KDO_c) в 104 сегментах, в 36 сегментах - увеличился. До применения НГ общий КСО в 130 сегментах был в норме или выше нее, а в 10 сегментах показатель снижен. После же медикаментозной пробы уменьшение сегментарного объема в систолу (KCO_c) выявлено в 123 сегментах, а в 17 сегментах - увеличение. Исходно в 60 сегментах был нормальный УО, в оставшихся 80 сегментах – снижен (при этом из них 3 дискинетических сегмента). После пробы с НГ в 87 сегментах выявлена тенденция к снижению УО, а в 53 сегментах – увеличился. Стоит отметить, что исходные 3 дискинетических сегмента остались прежними и после пробы с НГ, но с уменьшением показателя недостаточности УО.

Изначально в 123 сегментах выявлено различной степени снижение сегментарной ФВ (88% от суммы общего количества сегментов данной группы $n=140$), из которых в 46 сегментах была умеренная асинергия с ФВ, составляющей примерно 75% от нормы, в 43 сегментах ФВ составляла 50-75% относительно должной нормы и в 20 сегментах более выраженная асинергия, где ФВ составляет 25-50% от нормы. ФВ менее 25% от нормы и приближенная к нулю, выявлена в 14 сегментах, причем большинство из них (12 сегментов, три из которых находились в дискинезе) относились к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (рисунок 53).

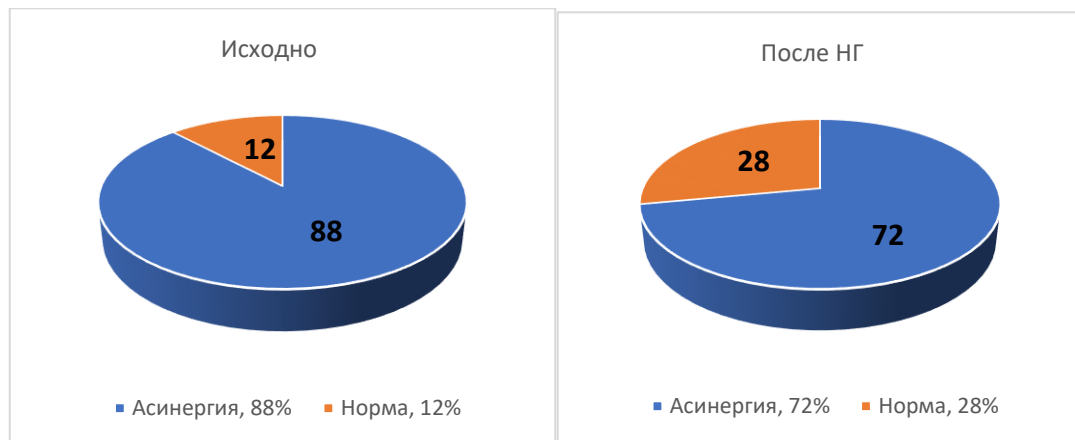


Рисунок 53. Распределение сегментов пятой группы пациентов со сниженной сократительной способностью и в норме исходно и после НГ

Выраженная асинергия сегментов, относящихся к ПКА и ОВ, составила 2 сегмента, причем оба случая выявлены в IV сегменте. Выраженной асинергии V сегмента не выявлено ни в одном случае. После применения НГ из исходных 14 сегментов с резко выраженной сниженной сегментарной сократимостью ни один участок не восстановился до нормы. А также, лишь у 4 сегментов из всех сегментов зоны кровоснабжения ПКА и ОВ сократительная способность увеличилась не более чем на 10% от нормы (3% от всех 140 сегментов), из которых три случая в IV сегменте и один – в V сегменте.

Количество асинергичных участков после медикаментозной пробы снизилось до 101 сегмента (72%), а ФВ в норме выявлена в 39 сегментах (28% от всех сегментов), из которых 17 сегментов были с исходной нормой, а 22 сегмента восстановили ее полностью. Процент положительной функциональной динамики общей ФВ по всем пяти сегментам составляет 16%.

3.6.1. Обсуждение результатов в группе пациентов с ИБС и постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ

Учитывая, что общее количество сегментов 28 пациентов данной группы составляет 140, к зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ (I, II и III сегменты) относится 84 сегментов, а к ПКА и ОВ (IV и V сегменты) – оставшиеся 56 сегментов.

Исходно выявлено 68 сегментов с функциональной недостаточностью в бассейне ПМЖВ и ДВ (81% от 84 сегмента), а в зоне кровоснабжения ПКА и ОВ 55 сегментов (98% от 56 сегментов). После применения НГ данный показатель снизился соответственно до 58 (69%) и 43 (77%) сегментов.

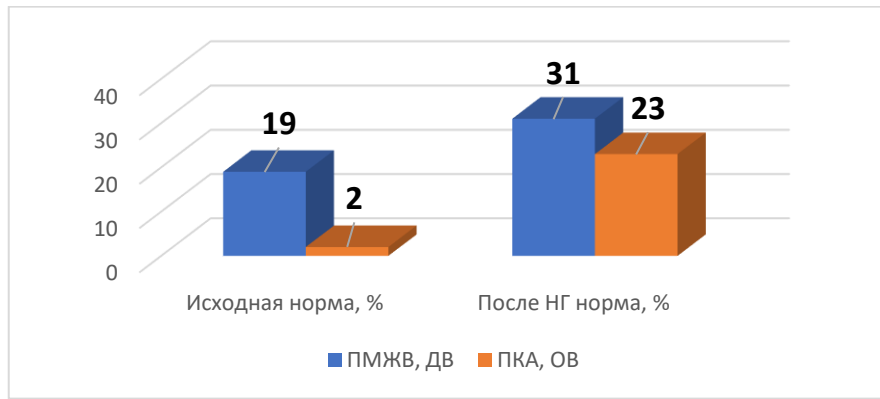


Рисунок 54. Динамика распределения сегментов с нормальной функциональной активностью в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ на исходном этапе и после НГ в пятой группе пациентов

Логичным становится расчет сегментов с положительной функциональной динамикой, который исходно в зоне ПМЖВ и ДВ составил 19%, а в ПКА и ОВ – лишь 2%, а после НГ увеличился до 31% и 23% соответственно (рисунок 54). Более выраженная положительная динамика в бассейне ПКА, ОВ свидетельствует о значительном резервном потенциале данной зоны кровоснабжения, в сравнении с ПМЖВ, ДВ.

Учитывая результаты локализации стенозов в КА (см. таблицу 3), максимальное поражение выявлено в ПМЖВ в 86%, а среднее в бассейне ПКА и ОВ в 68%. Наши результаты свидетельствуют о более выраженных функциональных изменениях в бассейне кровоснабжения ПКА (в 98%), а в зоне ПМЖВ и ДВ – в 81%. Корреляционный анализ выше перечисленных параметров в зоне I, II, III сегментов с недостоверной разницей ($p=0,5614$), в то время как в зоне IV и V сегментов – с достоверной разницей ($p=0,0004$).

ИНЛС в данном исследовании составил 2,043. Результаты нарушения зон асинергии выявлены у всех пациентов, что нашло свое подтверждение в наших результатах (рисунок 55). Сумма асинергичных сегментов составляет 97 (69% из общего количества всех сегментов группы $n=140$), из которых поражение I, II, III сегментов выявлено в 70 случаях из всех 84 данной зоны кровоснабжения (83%), а

поражение IV и V – в 27 сегментах (48% от всех 56 сегментов данной зоны). Функциональная активность снижена в зоне кровоснабжения ПМЖВ и ДВ на 81%, а в зоне ПКА и ОВ – на 98%. Как видно результаты оценки функциональной активности I, II, III сегментов схожи с оценкой зон асинергии ($p=0,636$), а результаты определения локальной сократимости по IV и V сегментам существенно ниже нами полученных ($p<0,001$).

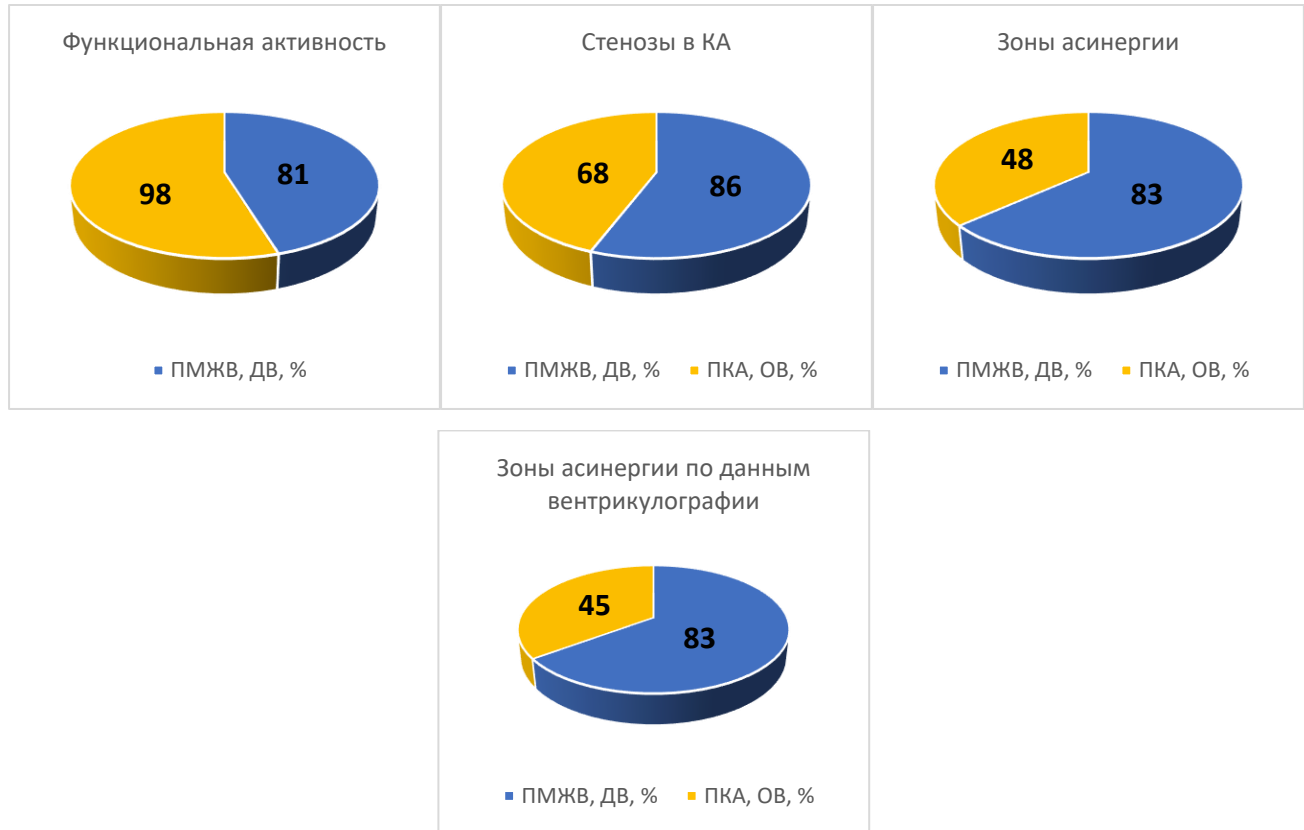


Рисунок 55. Сравнительный анализ результатов нарушения функциональной активности сегментов, поражения КА, выявленных зон асинергии на ЭхоКГ и заключений вентрикулографии на КАГ в бассейне ПМЖВ, ДВ и ПКА, ОВ в пятой группе пациентов

Отдельно провели сравнительный анализ полученных результатов регионарной функциональной активности с оценкой зон асинергии при вентрикулографии ЛЖ, которая была выполнена по показаниям всем 28 пациентам данной группы (рисунок 55). Полученные результаты свидетельствуют нарушение функции I, II, III сегментов

в 70 случаях из всех 84 сегментов данной зоны (83%) и IV, V сегментов в 25 случаях из 56 (45%). Корреляционный анализ результатов свидетельствует о недостоверной разнице в зоне I, II, III сегментов ($p=0,845$) и наоборот, о достоверной разнице в зоне IV и V сегментов ($p<0,001$). Как видно результаты схожи с ЭхоКГ оценкой локальной сократимости миокарда ЛЖ, где данные по IV и V сегментам также значительно ниже полученных нами. Рассматривая общее количество сегментов с выявленной асинергией по результатам вентрикулографии ($n=95$) и нарушением функциональной активности ($n=123$) выявлена достоверная разница ($p<0,001$).

Как известно, форма ЛЖ от 1 группы пациентов к 5 группе трансформируется от эллипсоидной к сфероидной, что влечет за собой рост напряжения стенок миокарда. Учитывая достоверное увеличение КДО сегментов ($p<0,001$), вовлеченных в аневризму, логичным является возложенная компенсация общей контрактильной функции на соседние сегменты, не пораженные аневризмой. А значит и степень растяжения стенок этих сегментов также будет увеличиваться, чтобы стремиться сохранить КДО в пределах должной нормы. Если бы закон Франка - Старлинга работал в данных условиях, то общий ударный объем увеличился бы. Но известно, что у таких пациентов удлинение мышечного волокна сокращающихся сегментов достигает своего порогового значения, после чего начинает уменьшаться, а значит и активное напряжение снижается и сократительная функция данного участка.

У пациентов, с перенесенным трансмуральным ИМ осложненным аневризмой, зона кровоснабжения ПМЖВ распределение суммарного поражения КА составила: ПМЖВ - 86%, ОВ – 61% и ПКА – 75%. Максимальные органические нарушения выпали на долю ПМЖВ и ДВ, с максимальным поражением III сегмента, и динамика показателей внутрисердечной гемодинамики и сократительной функции миокарда данный факт доказывает (таблица 15).

Как видно, общий ударный объем после НГ лишь в V сегменте из дефицита (минуса) перерос в запас кровотока (в плюс), и эта разница УО составила $+1,138 \pm 0,89$ мл. Сократительная способность его увеличилась на 6% благодаря тому, что в крайние

фазы сердечного цикла объемы этого сегмента уменьшились, а именно: КДО - на $6,117 \pm 3,11$ мл и КСО - на $7,25 \pm 2,44$ мл.

Объемные показатели в IV и I сегментах также снизились, что является положительной динамикой, и это обеспечило увеличение их ФВ, причем в IV сегменте наиболее выражено. Логичным является компенсаторная роль V, IV и I сегментов в поддержании общей функции ЛЖ.

Таблица 15. Регионарная функция ЛЖ у пациентов пятой группы до и после приема НГ

Сегменты до и после НГ, мл		КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %
I	До	$27,65 \pm 12,7$	$14,78 \pm 5,45$	$12,88 \pm 9,55$	$48,4 \pm 12,5$
	После	$24,3 \pm 11,0$	$12,848 \pm 6,2$	$11.458 \pm 8,45$	$50,2 \pm 10,2$
	Разн-ца	$-3,35 \pm 2,2$	$-1,931 \pm 0,44$	$-1.421 \pm 1,00$	$+1,8 \pm 0,84$
II	До	$13,88 \pm 6,2$	$7,268 \pm 3,5$	$6,616 \pm 3,45$	$48 \pm 7,73$
	После	$12,057 \pm 4,5$	$6,49 \pm 2,26$	$5,691 \pm 3,54$	$47 \pm 5,94$
	Разн-ца	$-1,825 \pm 0,78$	$-0,777 \pm 0,05$	$-0.925 \pm 0,45$	$+1 \pm 0,02$
III	До	$21,656 \pm 5,16$	$16,4 \pm 4,51$	$5,293 \pm 3,33$	$28 \pm 8,57$
	После	$19,68 \pm 5,33$	$14,37 \pm 6,11$	$5.2167 \pm 3,45$	$28 \pm 8,6$
	Разн-ца	$-1,967 \pm 0,25$	$-2,024 \pm 1,026$	$-0,076 \pm 0,025$	0
IV	До	$40,48 \pm 8,16$	$20,47 \pm 5,46$	$20,01 \pm 8,46$	$48 \pm 12,5$
	После	$33,51 \pm 8,33$	$14,041 \pm 8,88$	$19.477 \pm 6,54$	$58,5 \pm 10,7^*$
	Разн-ца	$-6,964 \pm 2,41$	$-6,431 \pm 3,94$	$-0.533 \pm 0,26$	$+10,5 \pm 2,5$
V	До	$66,866 \pm 5,89$	$36,97 \pm 7,46$	$29,895 \pm 8,55$	$45 \pm 7,55$
	После	$60,748 \pm 6,84$	$29,719 \pm 5,82^*$	$31.03 \pm 9,41$	$51 \pm 9,24$
	Разн-ца	$-6,117 \pm 3,11$	$-7.25 \pm 2,44$	$+1,138 \pm 0,98$	$+6 \pm 2,3$

* $p < 0,005$ статистически значимые изменения по сравнению с исходными значениями

Во II и III сегментах классические изменения, характерные для пациентов с трансмуральным ИМ, осложненным развитием аневризмы верхушечной/передне-перегородочной локализации. А именно: КДО и КСО практически без изменений, как и ударный объем. Прирост сократительной способности II сегмента на 1%, хотя и

несущественный, но является доказательством присутствия в данном участке околорубцовой ишемизированной ткани, потенциальный резерв к сокращению которой составляет 1%, чего не выявлено в III сегменте, где прирост отсутствует, подтверждая полное замещение миокарда данного участка рубцовой тканью.

Общий дефицит по сегментарному УО в данной группе пациентов с ИМ, осложненным аневризмой, изменялся с $-9,5 \pm 2,24$ до $-110,5$ мл и в среднем по группе составил $-38,76 \pm 11,27$ мл. Максимальный дефицит в размере $-110,5$ мл выявлен у пациента с общим КДО 321,15 мл, в остальных случаях данный показатель не превышает $-67,85 \pm 12,2$ мл. После пробы с НГ показатель общего дефицита снизился (на $-11,9 \pm 9,4$ мл) от исходного $-38,76 \pm 11,27$ мл до $-26,86 \pm 10,68$ мл ($p < 0,05$). Исходный суммарный дефицит УО составили: дефицит I сегмента $-4,2077$ мл, во II сегменте $-3,26656$ мл, в III сегменте $-7,9713$ мл, в IV сегменте $-10,35$ мл и в V сегменте $-12,966$ мл. После НГ показатель дефицита УО уменьшился до $-26,86 \pm 10,68$ мл: в I сегменте $-3,5594$ мл, во II сегменте $-2,8936$ мл, в III сегменте $-6,8373$ мл, в IV сегменте $-5,656$ мл и в V сегменте $-7,9095$ мл.

3.7. Диагностическая ценность метода

Результаты полученных 2D-ЭхоКГ данных регионарной и общей функции ЛЖ в определенных клинических ситуациях были отличными от ожидаемых. Данные факты требовали вычисления показателей специфичности и чувствительности исследования, как самостоятельного метода с определением его диагностической ценности.

Золотым стандартом в определении объемных показателей и ФВ ЛЖ является МРТ, однако, в нашей работе ни одному пациенту оно не проводилось. На основании сравнительного анализа данных функциональной активности с критерием SLS после НГ с послеоперационными результатами вычислили критерии достоверности. Нами был проведен непараметрический корреляционный анализ Спирмена, выявлена

сильная отрицательная зависимость между процентом пораженных сегментов, определенных методом функциональной активности и показателем SLS ($R=-0,781$ $p=0,0077$).

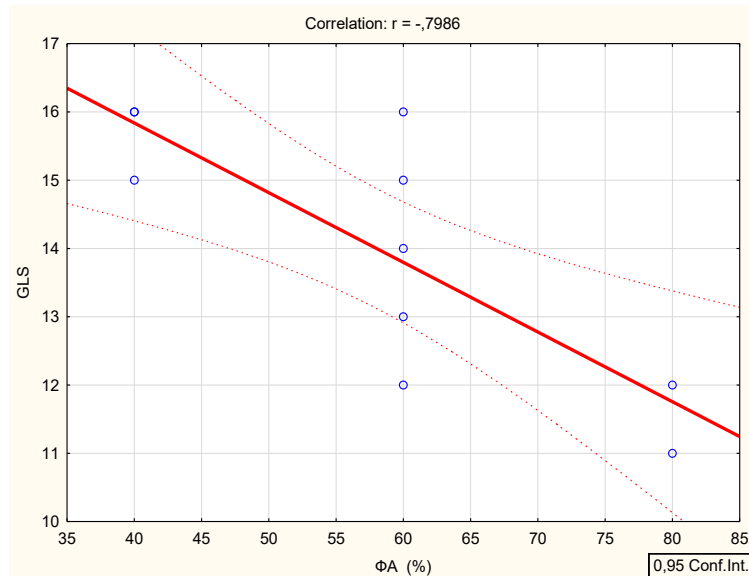


Рисунок 56. Соответствие между процентом пораженных сегментов, определенных методом ФА и показателем SLS

Из общего количества исследуемых пациентов ($n=214$) и соответствующих им сегментов (общее количество 1070 сегментов) нами были сопоставлены результаты после НГ пробы (см. таблицу 16) выявленных проблем в различных зонах с таковыми после операции (см. таблицу 18). Было подсчитано количество совпадающих и несовпадающих результатов, после чего данные были внесены в таблицу 16.

Таблица 16. Совпадающие и несовпадающие результаты сегментарных данных после пробы с НГ

	Подтвержден		не подтвержден		
Всего, сегментов	781	%	289	%	P
Есть изменения	704	90,2	33	11,5	$<0,001$
Нет	38	9,8	294	88,5	

Отдельно оценивали регионарные КДО, КСО, УО и ФВ и в сочетании с общими результатами на ЭхоКГ исходно, после пробы с НГ и в послеоперационном периоде. Для определения чувствительности и специфичности нового метода мы использовали четырехпольную таблицу.

Таблица 17. Чувствительность и специфичность метода оценки регионарной и общей функции ЛЖ после пробы с НГ

	95% д. и.		
Метод Вилсона для 95% д.и.		От	До
Чувствительность	90,24%	87,68%	92,31%
Специфичность	88,51%	83,80%	91,98%
Положительное прогностическое значение	95,50%	93,53%	96,89%
Отрицательное прогностическое значение	77,04%	71,66%	81,65%
Точность	89,77%	87,45%	91,70%

По полученным результатам во время оценки степени сегментарных нарушений ЛЖ, предложенным авторами 2D-ЭхоКГ оригинальным методом были получены совпадающие и несовпадающие результаты сегментарных данных:

Таблица 18. Совпадающие и несовпадающие результаты сегментарных данных после операции

	Подтвержден		не подтвержден		
Всего, сегментов	635	%	235	%	P
Есть изменения	565	89,0	25	10,6	<0,001
Нет	70	11,0	210	89,4	

При сравнении послеоперационных данных с вышеизложенными результатами, были получены высокие показатели диагностической ценности метода (таблица 19).

Таблица 19. Чувствительность и специфичность метода оценки регионарной и общей функции ЛЖ после операции

	95% д. и.		
Метод Вилсона для 95% д.и.		От	До
Чувствительность	88,98%	82,35%	93,32%
Специфичность	89,36%	77,41%	95,37%
Положительное прогностическое значение	95,76%	90,46%	98,18%
Отрицательное прогностическое значение	75,00%	62,31%	84,48%
Точность	89,08%	83,19%	93,08%

Таким образом, выявленные изменения в показателях позволяют с чувствительностью 88,98%, специфичностью 89,36% и точностью 89,08% прогнозировать перспективу планируемого вмешательства в бассейне различных КА, с положительным и отрицательным прогностическим значением 95,76% и 75%, соответственно.

ГЛАВА IV. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Практически все расчетные количественные показатели общей и сегментарной функций ЛЖ перенесены на ЭхоКГ из работ по анализу рентгеноконтрастных методов исследования функции миокарда ЛЖ (количественный анализ вентрикулограмм) по Н.А.Чигогидзе (1983г.) [48], где подтверждена высокая степень достоверности математических расчетов. Анализ контрастной вентрикулографии в основном производился из правой косой проекции [13], а 2D-ЭхоКГ изображение - из позиции левой проекции. Согласно вышесказанному, есть определенная разница между результатами анализа вентрикулограмм и 2D-ЭхоКГ данных, хотя методологически они идентичны. Для решения данного вопроса необходимо определение референтной точки отсчета, которая максимально удачно получена в работе деления вентрикулограмм на сегменты по Hood et all (1977г.), где объем ЛЖ является суммой объемов двух его половин, каждая из которых получена путем вращения на 180° относительно своей длинной оси [14]. Для достижения поставленной задачи нами были использованы снимки четырехкамерной позиции сердца, что является отличительным моментом от классического варианта деления по Hood et all., где за основу берутся снимки пятикамерной позиции. Следовательно, все представленные расчеты объемных показателей проводили относительно МК, когда в классическом варианте – АоК. В работе участвовали пациенты с ограниченными возможностями для 2D-ЭхоКГ исследования в силу вынужденного положения после открытой операции на сердце со срединной стернотомией. Максимальное качество изображения было получено в основном из четырехкамерной позиции по длинной оси, что и послужило выбором в качестве предпочтения.

Эхо-КГ является самым распространенным методом исследования сердечно-сосудистой патологии, который носит общедоступный характер. В представленной

работе продемонстрирована ценность стандартного исследования 2D-ЭхоКГ, не требующая наличия дополнительных функций УЗ аппаратуры. Планируемая, в скорой перспективе, разработка математической формулы с созданием программного обеспечения позволит его использование на любом УЗ устройстве через USB канал, а также, сведет к минимуму время исследования пациента.

Существует большое количество мнений относительно доминирующего критерия в оценке перспективы осложнений после ИМ и стратификации риска. Так, в работах Moller J.E. et. al. (2006) доказана высокая значимость критерия глобальной ФВ в первые сутки после острого ИМ, как предиктора общей смертности на основании наблюдений за 767 пациентами в течение 19 месяцев [91]. Чиквашвили Д.И. и соавт. (1994) в своих исследованиях приводят доводы в пользу КСО, как главного критерия выживаемости пациентов после ИМ [50]. Подтверждением последнему служат аналогичные выводы в исследовании White H.D. et. al. (1987) где в группе из 605 исследуемых с ОИМ и ФВ ЛЖ менее 50% выявлено превосходство показателя КСО [79, 17].

Согласно закону Лапласа, напряжение стенки находится в прямой зависимости от давления, возлагаемого на нее. Однако, различные участки миокарда у пациентов с ИБС имеют не одинаковую жесткость стенки для сопротивления давлению заполняемой в полости ЛЖ. Кровь несжимаема, по природе своего происхождения, и с одинаковым давлением заполняет полость ЛЖ. При этом часть миокарда, замещенная рубцовой тканью, будет с меньшей способностью к сопротивлению в сравнении с «оглушенным» миокардом. Опираясь на тесную зависимость показателей давления и объема при исследовании кривой функции ЛЖ, становится очевидным значимость объемных показателей различных участков ЛЖ в крайние фазы сердечного цикла [19].

В силу различия объемов и функциональной активности мышечных волокон во всех пяти сегментах ЛЖ, доля участия миокарда в общей функции сердца неоднородна. Однако, в норме должно сохраняться определенное соотношение этих

показателей (см. таблицу 4). Результаты контрольной группы, во-первых, дают четкое представление о доле вклада каждого сегмента в формировании общего УО, ФВ, КДО и КСО ЛЖ в норме. Во-вторых, позволяют оценить резервный потенциал миокарда у пациентов с ИБС благодаря разнице между реально полученным УО сегмента и должным в норме. Если должный УО в норме превышает реальный, ситуация рассматривается как дефицит УО, если ситуация противоположная - компенсация кровотока.

С появлением нарушения коронарного кровообращения функция ЛЖ у больных ИБС начинает уменьшаться, соответственно от 1 к 5 группе снижение более выраженное, что подтверждают результаты среднего значения глобальной ФВ ($61 \pm 8,23\%$, $55,53 \pm 7,08\%$, $54,55 \pm 8,21\%$, $55 \pm 8,23\%$ и $44,5 \pm 6,04\%$ соответственно).

Необходимость выполнения медикаментозной стресс-ЭхоКГ для более точного прогноза исследуемых показателей и выявления жизнеспособного миокарда нашло свое подтверждение в рядах исследований. По данным работ Патрикеева А.В. в соавт. (2015) и Columbo J.A. et. al. (2022) доказана высокая диагностическая ценность метода, где в качестве субстрата используются вазодилататоры со специфичностью 64-100% и чувствительностью 56-96%, а при использовании добутамина – специфичность составила 82-85% и чувствительность - 79-83% [62]. Стоит отметить, что результаты нашего исследования схожи с вышеуказанными, где специфичность составила 89,36% и чувствительность - 88,98%.

Работы Temporelli P.L. et. al. (1998), Stevenson L. et. al. (1990) доказывает высокую прогностическую ценность сублингвального использования 0,5мг НГ, как агента фармакологического теста, в основе которого - оценка обратимости диастолической дисфункции ЛЖ рестриктивного типа [117]. Несмотря на низкий показатель осложнений (0,1%) после медикаментозных нагрузочных тестов по данным Varga A. et. al. (2006), наиболее выраженный риск осложнений приходится на долю добутамина, что ограничивает его в использовании в сравнении с доступным НГ [119].

Соответственно вышесказанному, для количественного определения резервного потенциала различных участков миокарда в формировании интегральной функции ЛЖ авторами использовался НГ. У большинства исследуемых (90%) были классические проявления на медикаментозную пробу со снижением преднагрузки и постнагрузки. Помимо венодилатирующего эффекта с задержкой крови на периферии и снижением КДО, на фоне действия НГ происходит также артериальная дилатация с уменьшением постнагрузки. В целом УО в 67% (n=143) случаев снизился. Несмотря на выраженность венозной и артериальной дилатации, общее действие НГ на миокард было направлено на снижение отношения потребности и потребления к кислороду. Учитывая, что хронотропного эффекта как такового не было после НГ, соответственно и контрактильная функция в целом и сегментарно имела тенденцию к увеличению в 75% (n=161).

В представленной работе продемонстрирован суммарный дефицит УО, прогрессивно увеличивающийся от 1 группы пациентов к 5 группе. При этом степень компенсации снижается в результате чего происходит изменение интегральной функции ЛЖ в сторону уменьшения. А именно: в 1 группе $-6,11 \pm 0,01$ мл, во 2 группе $-12,94 \pm 4,42$ мл, в 3 группе $-14,39 \pm 7,12$ мл, в 4 группе $-12,72 \pm 3,07$ мл и в 5 группе $-38,76 \pm 11,27$ мл. Динамика изменений среднего дефицита УО от 1 группы к 5 с достоверностью различий по данному признаку между 1-5, 2-5, 3-5, 4-5 ($p < 0,001$), а в сравнении между собой в 1, 2, 3 и 4 группах ($p < 0,05$). Изменения после пробы с НГ: $-0,23 \pm 1,1$ мл, $-3,162 \pm 1,1$ мл, $-4,17 \pm 1,1$ мл, $-4,34 \pm 4,4$ мл и $-26,86 \pm 10,68$ мл.

Полученные результаты одного сердечного цикла, путем математических расчетов, позволяют количественное определение всех гемодинамических параметров в течение суток. Таким образом, использование НГ позволяет определить реальную возможность за счет каких сегментов миокарда ЛЖ и в каком количестве можно ожидать улучшения его общего УО перед планируемой реваскуляризацией отдельных бассейнов миокарда.

Несмотря на то, что полость ЛЖ заполняется с одинаковым давлением на все

участки миокарда, происходит неравномерное перераспределение регионарного внутрижелудочкового объема в силу различной ригидности стенки. Как следствие, изменяется и форма ЛЖ, где УО интактных участков и наименее ишемизированных увеличивается в сравнении с органически пораженными сегментами. Данный механизм носит компенсаторный характер, подтверждение которому представлено в результатах изменения сегментарного дефицита УО выше. Чем больше дефицит УО пораженного сегмента, тем больше должна быть сила сокращения непораженных участков до предела возможного.

Прослеживается тенденция к уменьшению количества сегментов с гиперфункциональной активностью от первой группы к пятой. Исходное количество составило 26 сегментов (2% от общей суммы сегментов), а после НГ показатель увеличивается до 87 сегментов (8%), компенсаторная активность которых выражается в создании дополнительной ФВ на $5 \pm 0,82\%$ в первой группе исследуемых, на $7,87 \pm 10,44\%$ - во второй, на $7,03 \pm 1,33\%$ - в третьей, на $7 \pm 1,28\%$ - в четвертой и на $5,3 \pm 3,1\%$ - в пятой группе. Из 26 исходных сегментов лишь 1 сегмент с гиперфункциональной активностью был выявлен из системы кровоснабжения ПКА, ОВ, а после НГ – в 18 сегментах. Соответственно вышесказанному, количество сегментов с ФВ выше нормы на 10-25% более выражено в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ. В 5 группе пациентов не выявлено ни одного сегмента с гиперфункциональной активностью как на исходном этапе, так и после пробы с НГ. А также, из всех групп пациентов ни в одном случае не выявлена гиперкинетическая активность III сегмента.

Стоит отметить, что выраженная сегментарная асинергия, где ФВ составляет менее 25% от заявленной нормы, отмечена в 14 сегментах (1,3%), и в большинстве случаев (12 из 14) относились к зоне кровоснабжения ПМЖВ. Все 14 сегментов относятся к 5 группы исследуемых, из которых в трех сегментах наблюдался дискинез, а после НГ полного восстановления не выявлено ни в одном случае.

Рассматривая полученные результаты, выявили, что у всех больных с ИБС

основным фактором, снижающим функцию сердца в целом, является нарушение сегментарной сократительной способности. От первой группы к пятой степень ишемии возрастает, увеличивается и масса миокарда, замещенного рубцовыми изменениями, которые влияют на податливость стенки к нагрузке. Соответственно вышесказанному, процент нормализации регионарной ФВ составит: в первой группе пациентов составил 30%, во второй группе процент нормализации - 36%, в третьей группе – 33%, в четвертой группе – 22% и в пятой группе – лишь 16%.

Метод отслеживания акустических маркеров серой шкалы УЗИ (speckle tracking echocardiography) не является доплерографическим и обладает высокой специфичностью и чувствительностью согласно результатам Кобец А.В. в соавт. (2021), Степанова А.И. в соавт. (2021), Morariu V.I. et. al. (2022). Исследование Kawakami H. и соавторы (2020) демонстрирует более раннее проявление изменений показателя продольной деформации в сравнении с ФВ у 197 пациентов с артериальной гипертензией и сохранной ФВ ЛЖ. По результатам исследования было отмечено постепенное снижение всех параметров напряжения миокарда с увеличением тяжести проявления гипертрофии ЛЖ [77]. Высокая информативная ценность SLS, как мощного и независимого предиктора сердечно-сосудистых событий доказана аналогичными результатами в работах Kosmala W. et. al. (2019) и Przewlocka-Kosmala M. et. al. (2020) [81, 103].

Konstantinos E Farsalinos et al. (2015) на основании результатов исследования глобальной продольной деформации на 62 здоровых добровольцах с помощью УЗ систем семи производителей демонстрирует результаты SLS из 4-хкамерной проекции ЛЖ в диапазоне от -17,9% до -21,4% [71], при этом абсолютная разница между производителями составила до 3,7% единиц деформации ($P < 0,001$). Nicholas D'Elia B.M. et al. (2020) провели обзор 1084 публикаций (источников литературы PubMed) для внесения ясности в отношении отклонений от нормы нижней границы SLS, где были получены результаты среднего значения SLS -20,7% (стандартная ошибка = 0,04). Однако, на основании мета-анализа из 2396 исследуемых

Nicholas D'Elia BMSci et al. получили результаты среднего показателя SLS -21,0% с диапазоном нормы от -22,7% до -19,2%, который снижался с возрастом. У пациентов старше 60 лет в среднем составил -20,0% с диапазоном -21,9% и -18,4%, а у лиц младше 60 лет -21,0% с диапазоном -22,9% и -19,4% ($p<0,01$) [63]. Согласно результатам исследования John Nyberg et al. (2023) 4-той волны HUNT4Echo, где двумя независимыми ЭхоКГ экспертами выполнялось определение референсных диапазонов глобальной продольной деформации ЛЖ на 1329 здоровых участниках с помощью разных УЗ аппаратов (GE, HealthCare, Vivid E95), были получены результаты допустимой нормы в диапазоне от -24% до -16% [95], также отмечено снижение данного показателя с возрастом. Огромное количество исследований последних лет посвящено этой проблеме [98, 70, 66]. При оценке диапазона допустимых норм продольной деформации разброс данных у разных производителей на достаточно близком уровне. Учитывая используемую УЗ аппаратуру Philips EPIQ CVx для оценки SLS референсными значения нормы был обозначен диапазон от -20% до -18%.

Многие работы доказывают важность, как объемных показателей ЛЖ так и критериев деформации миокарда, которые носят взаимодополняющий характер [78, 16]. Соответственно вышесказанному, из третьей группы пациентов с задним ИМ 40 пациентам выполнили сравнительный анализ результатов функциональной активности сегментов с показателем SLS, с заключениями КАГ и нарушениями локальной сократимости сегментов, выявленных на 2D-ЭхоКГ. Полученные результаты рассматривали отдельно по бассейнам кровоснабжения. В зоне ПМЖВ, ДВ сегментов со сниженной функциональной активностью выявлено в 54% и сниженным показателем SLS - в 63%, по данным КАГ – в 70% и асинергия по данным 2D-ЭхоКГ – в 3%. В зоне ПКА, ОВ поражения выявлены в 91%, 78%, 71% и 88% соответственно.

Отдельно 10 пациентам из 40 провели операцию АКШ, МКШ с определением вышеперечисленных параметров исходно, после НГ и после операции. Выявили, что

в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ сегменты со сниженной функциональной активностью - в 60%, со сниженным показателем SLS - в 53%, после НГ – 40% и 50%, а после операции – 43% и 47%. В зоне ПКА, ОВ сниженная функциональная активность выявлена в 90%, а сниженный SLS – в 80%, после НГ – 80% и 55%, а после операции – 85% и 50% соответственно. Полученные данные показателей SLS и результатов функциональной активности исходно, после НГ и после операции в обоих бассейнах кровоснабжения свидетельствуют о недостоверной разнице ($p < 0,62$).

Несмотря на субъективный характер, обязательным в представленной работе является полуколичественное определение ИНЛС на основании суммы баллов выявленных зон нарушения локальной сократимости миокарда у пациентов с ИБС в покое. Сравнительный корреляционный анализ зон асинергии, выявленных на ЭхоКГ, с результатами функциональной активности сегментов, полученный нами, демонстрирует достоверные различия данных показателей в общем по всем сегментам во всех группах исследуемых ($p < 0,001$), за исключением четвертой группы пациентов (таблица 17), что подтверждают результаты ИНЛС (соответственно по группам 1,032; 1,16; 1,32; 1,53; 2,014 и 2,04).

Сегментарная асинергия зависит как от стеноза КА, ответственных за ее кровоснабжение, так и от наличия коллатерального кровотока в этом участке миокарда. Компенсаторный механизм в виде возложенной нагрузки на сокращающиеся сегменты сопровождается увеличением потребности в кислороде данных участков миокарда, что в итоге увеличивает функциональный характер стеноза даже гемодинамически малозначимых поражений. Четкого взаимоотношения между степенью стеноза КА и сегментарной функциональной недостаточностью нами не обнаружено. Однако, распределение процентного количества поражений КА среди всех групп пациентов практически равномерное, в то время как степень функциональных нарушений в этих сегментах разная.

Различия общих и сегментарных объемных показателей ЛЖ, ФВ и дефицита УО минимальны в 1 группе пациентов, где ИМ в анамнезе не зарегистрирован. В группе

пациентов с ИМ различной локализации (2, 3 и 4 группы) динамика вышеперечисленных критериев с практически равномерным распределением. В группе исследуемых с трансмуральным ИМ, осложненным развитием аневризмы ЛЖ (5 группа) выявлены максимально выраженные изменения. Выше представленная тенденция изменения показателей внутрисердечной гемодинамики находит свое подтверждение в результатах исходного ИНЛС. Межгрупповое различие исходных показателей ЛЖ также, как и после медикаментозной пробы с НГ, достоверно отличалось в пятой группе пациентов в сравнении с остальными исследуемыми ($p < 0,001$).

Из полученных результатов следует вывод, что использование НГ позволяет выявить реально существующий потенциал различных сегментов миокарда и количественно определить возможность улучшения общей функции ЛЖ за счет каких сегментов и в каком количестве, в перспективности планируемого оперативного вмешательства в различных бассейнах КА.

Заключение

Основной задачей ССС является обеспечение и доставка должного объема крови к органам, следовательно, УО является результирующим слагаемым основной функции сердца. Имея возможность оценивать УО различных сегментов ЛЖ и их доли вклада в формирование общего УО, становится доступным определение и ФВ данных сегментов. В условиях повышенной перфузии можно количественно определить возможности каждого сегмента в сравнении с исходными реально полученными данными, что позволяет оценить количественно перспективу планируемого хирургического вмешательства.

На основании проведенного исследования разработали и представили оригинальный метод ультразвуковой оценки сегментарной функции ЛЖ по данным изменения региональных объемных показателей, соответственно зонам нарушения коронарного кровоснабжения, позволяющий прогнозирование резервов восстановления миокарда после реваскуляризации, который показал его высокую диагностическую эффективность (чувствительность 88,98%, специфичность 89,36%).

Для клинического использования методики была создана контрольная группа исследуемых из 26 человек без ишемии миокарда в анамнезе и без гемодинамически значимой патологии системы КА. Предложены нормативные и диагностические параметры, позволяющие определение функциональных резервов различных сегментов ЛЖ в виде дефицита или степени компенсации УО по каждому отдельному сегменту, как разность между реально полученным УО и должным УО в норме.

В нашей работе принимали участие 214 пациентов с диагнозом ИБС, которым были выполнены по стандартному предоперационному протоколу НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева инструментальные исследования со сбором анамнеза, а также, лабораторные методы исследования. Для дальнейшего анализа все пациенты разделили на пять

групп, учитывая функциональное состояние миокарда (локализацию, тяжесть и распространенность постинфарктного кардиосклероза): 1 группу составили 75 (35%) пациентов без перенесенного инфаркта миокарда (ИМ) в анамнезе, 2 группу - 15 (7%) больных с перенесенным в анамнезе ИМ передней локализаций, в 3 группу вошли 87 (41%) больных с перенесенным ИМ задне-боковой локализации, 4 группу составили 9 (4%) больных ИБС, перенесших несколько ИМ передней и задне-боковой локализаций, и 5 группа - из 28 (13%) больных с постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ.

В периоде после применения НГ, в качестве агента фармакологической пробы, отмечена положительная функциональная динамика сегментарной ФВ на 29%, а именно: увеличивается число сегментов с нормальными значениями ФВ от исходных 31% до 60%. Однако, использование НГ приводит к разнонаправленным изменениям показателей внутрисердечной гемодинамики и контрактильной функции ЛЖ, а именно: в 66% сегментах выявлено снижение КДО, в 78% сегментах – снижение КСО, при этом сегментарный УО в 53% снизился, в 39% - увеличился, а в 8% - не изменился. Необходимо брать во внимание тот факт, что все пациенты были с ИБС и диапазон поражений КК отмечен в разной степени. А также, благодаря неодинаковой податливости (ригидности) различных участков миокарда у данных пациентов (из-за рубцовых изменений, степени ишемии, различной толщины стенки, геометрической формы полости ЛЖ и др.) с одинаковым давлением наполнения полости ЛЖ объемная вместимость в различных его участках будет также не равномерной, как исходно, так и после НГ.

Согласно результатам контрольной группы, проводили расчет суммарного дефицита УО ЛЖ, распределение которого достоверно увеличивалось от 1 группы к 5, а именно: $-6,11 \pm 0,01$ мл, $-12,94 \pm 4,42$ мл, $-14,39 \pm 7,12$ мл, $-12,72 \pm 3,07$ мл, $-38,76 \pm 11,27$ мл, а после пробы с НГ: $-0,23 \pm 1,1$ мл, $-3,162 \pm 1,1$ мл, $-4,17 \pm 1,1$ мл, $-4,34 \pm 4,4$ мл и $-26,86 \pm 10,68$ мл. В целом такая динамика изменений дефицита УО выразилась в том, что общая ФВ ЛЖ ниже нормы во всех группах пациентов, однако

с минимальным снижением в 1 группе и максимальным в группе с аневризмой ЛЖ, клиническим подтверждением чему служит увеличение числа пациентов с недостаточностью кровообращения.

Проводили сопоставление результатов функциональной активности различных сегментов с полученными данными топографии стеноза КА (см. таблицу 5). Локализация стеноза в ПМЖВ и ее ветвях учитывалась как поражение I, II, III сегментов, а суммарное поражение ПКА и ОВ – как изменения IV и V сегментов. В первой группе пациентов без ИМ локализация стеноза распределилась в ПМЖВ, ОВ и ПКА по 80%, 60% и 72% соответственно (суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 66%), в то время как нами определено практически равномерное снижение функциональной активности в бассейне I, II, III сегментов (55%) и IV, V сегментов (53%). Согласно корреляционному анализу выявлена достоверная разница результатов в I, II, III сегментах между стенозом ПМЖВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p=0,0035$) и недостоверная разница данных показателей в IV, V сегментах ($p=0,1246$).

Во-второй группе пациентов с ИМ передней локализации данные КАГ относительно ПМЖВ, ОВ и ПКА распределились 87%, 60%, 60%, а результаты нашего метода доказывают, наоборот, более выраженное снижение активности в бассейне IV и V сегментов (83%) по сравнению с I, II, III участками (76%). Суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 60%. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о достоверной разнице результатов в IV, V сегментах между стенозами ПКА и ОВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p=0,0075$) и недостоверная разница данных показателей в I, II, III сегментах ($p=0,2021$).

В-третьей группе исследуемых с задним ИМ практически равномерное поражение венечных артерий на КГ (70%, 72% и 70% соответственно) схоже с нашими результатами: 73% в I, II, III участках и 78% - в IV, V сегментах. И результаты корреляционного анализа доказывают вышесказанное. Суммарное поражение ПКА и

ОВ составляет 71%. А именно: выявлена недостоверная разница результатов как в I, II, III сегментах между стенозом ПМЖВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p=0,7289$), так и недостоверная разница данных показателей в IV, V сегментах ($p=0,4191$).

Отдельно из 3 группы выделили две подгруппы из 25 человек и 40 пациентов с задним ИМ. В первой подгруппе 25 исследуемым было выполнено оперативное вмешательство на КА, соответственно исследование проводили на трех этапах: исходно, после НГ и после операции. Во-второй подгруппе 40 пациентам проводили дополнительное исследование продольной сегментарной деформации, соответственно выполнили сравнительный анализ результатов функциональной активности сегментов с показателем SLS, с заключениями КАГ и нарушениями локальной сократимости сегментов, выявленных на ЭхоКГ. В первой подгруппе из 25 человек 8 пациентам проводили ТЛБАП со стентированием и 17 исследуемым – АКШ, МКШ. У пациентов с ЧКВ получены результаты снижения функциональной активности в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ и в зоне ПКА, ОВ на исходном этапе (58% и 62% соответственно), после НГ (50% и 31% соответственно) и после ТЛБАП (37% в обоих случаях) свидетельствуют о положительной динамике, ожидаемой после НГ (8% и 21% соответственно) и доказанной в послеоперационном периоде (31% и 25% соответственно). Результаты КАГ: 70% поражений ПМЖВ, ДВ и 71% - в зоне ПКА, ОВ подтверждают исходное снижение функциональной активности в данных зонах (58% и 62% соответственно). При ЭхоКГ оценке локальной сократимости сегментов в зоне ПКА, ОВ были выявлены 86% поражений, а в зоне ПМЖВ, ДВ лишь 8%, что достоверно отличается от результатов функциональной активности и заключений КАГ в ПМЖВ, и недостоверно в зоне ПКА, ОВ. У оставшихся 17 пациентов с открытой операцией получены результаты снижения функциональной активности в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ и в зоне ПКА, ОВ на исходном этапе - 61% и 91% соответственно, после НГ - 31% и 71% и после АКШ, МКШ 47% и 79% соответственно. Положительная динамика носит равномерный характер: после НГ в

бассейне ПМЖВ составила 30% и в зоне ПКА, ОВ - 20%, а после операции - 14% и 12% соответственно. Сравнивая с результатами КАГ (70%) поражения ПМЖВ, ДВ недостоверно отличаются от наших результатов снижения функциональной активности (61%) и достоверно отличаются в зоне ПКА, ОВ (71% и 91% соответственно). При ЭхоКГ оценке локальной сократимости сегментов в зоне ПКА, ОВ были выявлены 88% поражений, а в зоне ПМЖВ, ДВ - ни в одном сегменте, что достоверно отличается от результатов функциональной активности и заключений КАГ в ПМЖВ, ДВ и недостоверно в зоне ПКА, ОВ.

Во-второй подгруппе из всех 40 исследуемых 10 пациентам выполнили открытую операцию на сердце. Исходно среди 40 пациентов в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ выявлена сегменты со сниженной функциональной активностью в 54%, со сниженным показателем SLS в 63%, по результатам КАГ – в 70% и асинергия по данным ЭхоКГ – в 3%. В зоне ПКА, ОВ поражения выявлены в 91%, 78%, 71% и 88% соответственно. Из 10 прооперированных пациентов данной подгруппы исходно в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ выявлена сегменты со сниженной функциональной активностью в 60%, со сниженным показателем SLS в 53%, по результатам КАГ – в 70% и асинергия по данным ЭхоКГ – в 0%. В зоне ПКА, ОВ поражения выявлены в 90%, 80%, 71% и 90% соответственно. Сравнивая SLS у 10 прооперированных пациентов третьей группы с результатами функциональной активности исходно, после НГ и после операции в обоих бассейнах кровоснабжения выявлена недостоверной разнице ($p < 0,62$). А именно: в зоне кровоснабжения ПМЖВ, ДВ сегменты со сниженной функциональной активностью в 60%, со сниженным показателем SLS в 53%, после НГ – 40% и 50%, а после операции – 43% и 47%. В зоне ПКА, ОВ сниженная функциональная активность выявлена в 90%, а сниженный SLS – в 80%, после НГ – 80% и 55%, а после операции – 85% и 50% соответственно.

В четвертой группе пациентов с ИМ смешанной локализации максимально выраженные поражения КА (100%, 78% и 100% соответственно) не нашли нашего подтверждения функциональной недостаточности в I, II, III сегментах

(функциональная активность составила 59%), а результаты IV и V сегментов абсолютно равносильные. Суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 89%. Согласно корреляционному анализу выявлена достоверная разница результатов в I, II, III сегментах между стенозом ПМЖВ и функциональной активностью соответствующих сегментов ($p < 0,001$) и отсутствие достоверной разницы данных показателей в IV, V сегментах ($p = 1,0$).

В пятой группе исследуемых с трансмуральным ИМ, осложненным аневризмой ЛЖ, также различаются наши результаты (81% в I, II, III и 98% в IV, V) от заключений КАГ (86%, 61% и 75% соответственно). Суммарное поражение ПКА и ОВ составляет 68%. Учитывая, что всем пациентам данной группы по показаниям выполняли вентрикулографию во время селективной КАГ, нами проведен сравнительный анализ результатов стеноза КА с функциональной активностью сегментов и последующий анализ результатов вентрикулографии с функциональным состоянием сегментов. По результатам в I, II, III сегментах выявлена недостоверная разница между стенозом КА и функцией сегментов ($p = 0,5614$), а также между результатами вентрикулографии и функциональной активностью ($p = 0,7271$). В IV и V сегментах выявлена достоверная разница между вышеперечисленными показателями в обоих случаях $p = 0,0004$ и $p = 0,0059$ соответственно.

Сравнительный корреляционный анализ зон локальной сократимости, выявленных на ЭхоКГ, с результатами функциональной недостаточности (см. таблицу 6) демонстрирует в первой группе пациентов асинергию 18 сегментов из всех 375, в то время, как функциональная недостаточность выявлена в 203 сегментах ($p < 0,001$); сравнительные результаты в I, II, III сегментах и отдельно в IV и V сегментах составили 3% к 55%, 7% к 53% соответственно ($p < 0,001$). Результаты второй группы свидетельствуют о достоверной разнице выявленных зон асинергии в 20 сегментах с функциональными нарушениями в 59 сегментах ($p = 0,001$), а в зоне I, II, III сегментов 33% к 76% ($p = 0,002$) и в зоне IV и V сегментов 17% к 83% ($p < 0,001$) соответственно. Результаты третьей группы доказывают достоверную разницу между показателями

выявленных зон асинергии в 153 сегментах с функциональными нарушениями в 326 сегментах ($p < 0,001$), при этом в зоне I, II, III сегментов 2% к 73% ($p < 0,001$) и в зоне IV и V сегментов 85% к 78% ($p = 0,327$) соответственно. Результаты четвертой группы демонстрируют недостоверную разницу между показателями выявленных зон асинергии в 25 сегментах с функциональными нарушениями в 32 сегментах ($p = 0,124$), при этом в зоне I, II, III сегментов 52% к 59% ($p = 0,366$) и в зоне IV и V сегментов 61% к 89% ($p = 0,0035$) соответственно. И в пятой группе были следующие результаты: асинергия выявлена в 97 сегментах и функциональная недостаточность в 123 сегментах ($p < 0,001$), а сравнительный анализ зон асинергии по результатам вентрикулографии в 95 сегментах с функциональной недостаточностью ($p < 0,001$). Сравнение результатов пятой группы асинергий с функциональной недостаточностью в зоне I, II, III сегментов 83% к 81% ($p = 0,636$) и в зоне IV и V сегментов 48% к 98% ($p < 0,001$) соответственно; и в сравнении асинергий по данным вентрикулографии с функциональной недостаточностью в зоне I, II, III сегментов 83% к 81% ($p = 0,845$) и в зоне IV и V сегментов 45% к 98% ($p < 0,001$) соответственно. Динамика изменения ИНЛС от первой группы к пятой подтверждает наши результаты: 1,032; 1,16; 1,32; 1,53; 2,014 и 2,04.

ВЫВОДЫ

1. Предложенная методика расчета регионарных объемных параметров и контрактильной функции миокарда ЛЖ позволяет выявлять наличие и тяжесть сегментарных нарушений функции ЛЖ и рассчитывать их количественно без необходимости дополнительного программного обеспечения УЗ аппаратов.
2. Доля вклада различных сегментов миокарда в формирование общего УО неоднородна, вследствие различий объемов этих сегментов во время фаз сердечного цикла и напряжения стенок желудочка, при этом сохраняется определенное соотношение данных показателей.
3. Сопоставление регионарной функции ЛЖ на основе предложенного метода с топографией поражения коронарных артерий по данным коронарографии, позволяет прогнозировать функциональные резервы различных сегментов миокарда и их потенциал восстановления после реваскуляризации с высокой степенью соответствия.
4. Сравнение показателей регионарной функции ЛЖ, полученных с помощью предложенной методики, с показателями сегментарной продольной деформации миокарда свидетельствует о тесной взаимосвязи этих функциональных характеристик ЛЖ: исходное снижение сегментарной функциональной активности по данным предложенного метода определялось в 72%, по данным SLS - в 64%; после НГ – в 56% и 52%, соответственно, после реваскуляризации – в 60% и 48%, соответственно.
5. Предложенный метод расчета сегментарной и глобальной функции ЛЖ показал высокую диагностическую ценность с чувствительностью- 88,98%, специфичностью- 89,36% и точностью- 89,08% в прогнозировании функциональных резервов восстановления миокарда после реваскуляризации, с положительным и отрицательным прогностическим значением- 95,76% и 75%, соответственно.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Больным ИБС, направляемым на реваскуляризацию миокарда, с целью детальной оценки состояния миокарда и прогнозирования возможностей его функционального восстановления, рекомендуется проведение методики расчета объемных показателей по данным 2D-Эхо в сочетании с пробой с НГ.
2. Разработанные нормативные показатели для каждого сегмента ЛЖ (КДО, КСО, УО, ФВ, УОсег/КДОобщ, КДОсег/КДОобщ) необходимо использовать в клинической практике для расчета должного УО, что позволит количественно оценивать дефицит общего УО и отдельно в каждом сегменте ЛЖ при выполнении 2D-ЭхоКГ исследования.
3. При выполнении предложенной 2D-ЭхоКГ методики необходимо обращать внимание на следующие технические аспекты:
 - Для повышения точности оценки объемных показателей желудочка в крайние фазы сердечного цикла рекомендуется использование рисунков, обведенных контуров систолы и диастолы, только одного сердечного цикла;
 - Рекомендуется использование подложки с определенным углом наклона под спину пациента с максимальной фиксацией в одном и том же положении и, соответственно, не нарушая расположения центра тяжести ЛЖ для динамического наблюдения после операции и пробы с НГ;
 - Рекомендуется выбор универсального положения пациента, который будет приемлемым и для динамического исследования после открытой операции на сердце со срединной стернотомией;
 - Для сопоставления функциональных нарушений миокарда с анатомией поражения коронарного русла рекомендуется сравнение коронарограмм с видеоизображениями ЭхоКГ.
 - Отсутствие четкого УЗ окна является ограничением для использования данной методики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдикаримов Ф.Б., Наврузов К.Н., Хужатов Н.Д. Новый способ определения объема полости левого желудочка сердца по данным эхокардиограмм. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014; N 8: 40-43.
2. Алекян Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г., Ревитшвили А.Ш. Мультидисциплинарный подход в определении частоты выявления ишемической болезни сердца и стратегии лечения у пациентов с патологией аорты и периферических артерий. Российский кардиологический журнал. 2019; N 8: 8-16. doi.org/10.15829/1560-4071-2019-8-8-16
3. Алехин М.Н., Степанова А.И. Эхокардиография в оценке постсистолического укорочения миокарда левого желудочка сердца. Кардиология. 2020; 60 (12): 110–116. htdoi.org/10.18087/cardio.2020.12.n1087
4. Алламуродова Н.Т. Применение теоремы Паппа-Гульдена. Журнал Молодой ученый. 2014; 6(1): 1-3.
5. Алпатов А.В. Способ определения объема полостей желудочков сердца. Патент на изобретение N 2194450C2. Российская Федерация. МПК A61B8/00; Заявл. 07.11.07.00; Оpubл. 20.12.02. Рязанская государственная радиотехническая академия. 6с.
6. Бадоян А.Г., Горгулько А.П., Хелимский Д.А., Крестьянинов О.В., Берген Т.А., Найденов Р.А., Баранов А.А. Роль коллатерального кровообращения в поддержании и восстановлении функции миокарда левого желудочка и современные методы его оценки. Российский кардиологический журнал. 2022; 27(8): 142-152. doi:10.15829/1560-4071-2022-5164
7. Бокерия Л.А. Здоровье России: Атлас. Общероссийская общественная организация «Лига здоровья нации». Выпуск XV. 2019. – М.: 56.

8. Бокерия О. Л., Шадания Я. Р., Аверина И. И., Мироненко М. Ю., Донцова В. И., Соболева Н. Н. Использование показателей деформации миокарда в отборе пациентов на сердечную ресинхронизирующую терапию. *Анналы аритмологии*. 2011; 1: 30-34.
9. Волынский Ю.Д. История развития интервенционной радиологии в России. [Электронный ресурс]. Москва, 2011. URL: <https://radiomed.ru/publications/8466-istoriya-istoriya-razvitiya-intervencionnoy-radiologii-v-rossii#forum-topic-top>. (Дата обращения: 14.07.2020)
10. Голухова Е. З., Петросян К. В., Абросимов А. В., Булаева Н. И., Гончарова Е. С., Бердибеков Б. Ш. Влияние оценки фракционного и моментального резерва кровотока на клинические исходы чрескожного коронарного вмешательства: систематический обзор, метаанализ и анализ методом метарегрессии. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28(1S): 61-75. doi:10.15829/1560-4071-2023-5325
11. Голухова Е. З., Петросян К. В., Абросимов А. В., Лосев В. В. Современное состояние практического применения инвазивных методов оценки интракоронарной физиологии. *Креативная кардиология*. 2020;14(3):272-9. doi:10.24022/1997-3187-2020-14-3-272-279
12. Горлин Р. Болезни коронарных артерий. М.: Медицина, 1980: 335.
13. Двалишвили Э.Р. Современные возможности исследования общей и сегментарной функции миокарда левого желудочка. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2022; 4 (23): 412-419. DOI: 10.24022/1810-0694-2022-23-4-412-419
14. Двалишвили Э.Р. Способ оценки сократительной способности миокарда левого желудочка. Патент на изобретение N 2777235C1. Российская Федерация. МПК A61B 8/12; Заявл. 26.04.21; Оpubл. 01.08.2022 Бюл. № 22. 11с.
15. Дещеревский В.И. Математические модели мышечного сокращения. Под ред. Г.М. Франка. М.: Наука, 1977: 7-149.

16. Жарихина М.П., Вертинский Е.А. Эхокардиографическая оценка систолической функции желудочков. Учебно-методическое пособие. Минск. БелМАПО. 2023: 1-25.
17. Иванов С. И., Алёхин М. Н. Неинвазивные показатели работы миокарда в оценке систолической функции левого желудочка. Кардиология. 2020; 60(3): 80-88. DOI:10.18087/cardio.2020.3
18. Ильич Г.К. Физические основы гидро – и гемодинамики. Минск. 2000: 51-104.
19. Капустина А.Ю., Алёхин М.Н. Индекс глобальной функции левого желудочка: диагностическая и прогностическая значимость при сердечно-сосудистых заболеваниях. Российский кардиологический журнал. 2023; 28(1S): 5225. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5225>
20. Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алёхин М. Н. Индекс глобальной функции левого желудочка в качестве прогностического фактора сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с острым коронарным синдромом. Кардиология. 2021; 61(8) :23-31. doi.org/10.18087/cardio.2021.8.n1508
21. Кобец А.В., Копица М.П., Титаренко Н.В., Родионова Ю.В. Роль спектрекинговой эхокардиографии у больных инфарктом миокарда. 2021; 18(1): 117-124. doi: 10.14739/2310-1237.2021.1.224145
22. Коноплева Ю.Ю., Петрова Е.Б., Шахов Е.Б. Определение жизнеспособности миокарда методом магнитно-резонансной томографии с отсроченным контрастированием (клиническое наблюдение). Радиология. Практика. Нижний Новгород. 2020; 5 (83): 54-59.
23. Крюков Н. А., Рыжков А. В., Сухова И. В., Ананьевская П. В., Фокин В. А., Гордеев М. Л. Сравнительная оценка диагностической ценности эхокардиографии с магнитно-резонансной томографией в определении жизнеспособности дисфункционального миокарда. Российский кардиологический журнал 2021; 26(8): 4407. doi:10.15829/1560-4071-2021-4407

24. Ларина В.Н., Лунев В.И., Алёхин М.Н. Индекс глобальной функции левого желудочка: прогностическое значение у пациентов с хронической сердечной недостаточностью в возрасте 60 лет и старше. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020; 19(5): 2-26. doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2404
25. Мельников А.В. Нитроглицериновая проба с динамическим эхокардиографическим контролем у больных в остром периоде инфаркта миокарда. Диссертация на соискание ученой степени к.м.н. Ижевск. 2005; 1-140.
26. Олейников В.Э., Голубева А.В., Галимская В.А., Барменкова Ю.А., Шиготарова Е.А., Бабина А.В. Спекл-трекинг эхокардиография в ранней диагностике хронической сердечной недостаточности после инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST. 2021; 26 (1): 4088. doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4088
27. Олейников В.Э., Саямова Л.И., Голубева А.В., Вершинина О.Д., Чернова А.А., Донецкая Н.А. Эхокардиографические показатели работы левого желудочка у пациентов, перенесших Q- и неQ-инфаркт миокарда. Российский кардиологический журнал. 2024; 29(2): 5738 doi: 10.15829/1560-4071-2024-5738
28. Петровский Б.В., Князев М.Д., Шабалкин Б.В. Хирургия хронической ишемической болезни сердца. М.: Медицина. 1978. 272.
29. Ревшвили Г.А., Жбанов И.В., Шабалкин Б.В. Ишемическая митральная недостаточность: современные возможности диагностики и хирургического лечения. Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2021; 16(1): 139-144. DOI: 10.25881/BPNMSC.2021.17.27.027
30. Рекомендации ESC по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в клинической практике. Российский кардиологический журнал. 2022; 27(7): 5155. doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5155.
31. Рогава М.А. Значение одномерной и двухмерной эхокардиографии в диагностике постинфарктных аневризм ЛЖ. Материалы выездной научной сессии института терапии МЗ ГССР. Сухуми. 20-21 декабря 1984: 38-47.

32. Рогава М.А. Новый подход к определению объема ЛЖ сердца по данным двухмерной эхокардиографии. Актуальные проблемы эхокардиографии. Материалы симпозиума Тбилиси. 10-11 мая 1982г.: 16-18.
33. Рогава М.А. Оценка и перспективы дальнейшего развития современных методов эхокардиографического определения левожелудочкового объема при наличии или отсутствии асинергии миокарда. Материалы конференции молодых ученых НИИ терапии. Тбилиси. Январь 1981: 84-89.
34. Рогава М.А. Трехмерная реконструкция ЛЖ с помощью двухмерных эхокардиографических «продольных сечений» при ИБС. Тезисы докладов. Тбилиси. 1985: 337-339.
35. Саидова М.А., Ботвина Ю.В., Шитов В.Н., Атабаева Л.С. Модифицированный протокол чреспищеводной стимуляции предсердий при стресс-эхокардиографии – альтернативный способ повышения информативности пробы для выявления скрытой коронарной недостаточности. Кардиология. 2021; 61(3): 71-76. DOI: 10.18087/cardio.2021.3.n1248
36. Сергиенко И.В., Ежов М.В., Аншелес А.А., Попова А.Б., Чубыкина У.В. Функциональные и нагрузочные пробы в кардиологии. Учебное пособие для слушателей дополнительного профессионального образования по специальностям кардиология, терапия, врач общей практики, функциональная диагностика, лучевая диагностика, лучевая терапия. Москва. 2021; 44-45.
37. Сидоров Р.В., Сорокина В.А., Базилевич А.В., Поспелов Д.Ю., Шлык И.Ф., Катков А.А. Результаты применения ультразвуковой флоуметрии при выполнении коронарного шунтирования пациентам высокого риска. Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2020; 15(4): 19-22. DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.95.63.003
38. Степанова А.И., Радова Н. Ф., Алехин М.Н. Спекл-трекинг стресс-эхокардиография с использованием тредмил-теста в оценке функциональной значимости степени стеноза коронарных артерий. Кардиология. 2021; 61(3): 4-11. doi.org/10.18087/cardio.2021.3.n1462

39. Таркова А. Р., Гражданкин И. О., Малоземов К. С., Полевщиковаи М.А. Место эхокардиографии с физической нагрузкой в диагностике стабильной ишемической болезни сердца: современное состояние вопроса. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020; 24(3): 23-31. doi:10.21688/1681-3472-2020-3-23-31
40. Удельнов М.Г., Тумаркина К.М., Орлова П.Р. Регуляция расслабления миокарда и проблема активности диастолы (обзор). Кардиология. 1977; 8: 148-153.
41. Уигерс К. Динамика кровообращения. М.; 1957. 134.
42. Урюжников В.В., Жбанов И.В., Галимов Н.М., Киладзе И.З., Мартиросян А.К., Ревешвили Г.А. Особенности хирургического лечения больных ишемической болезнью сердца пожилого и старческого возраста. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020; 2: 5-12.
43. Фейгенбаум Х. Эхокардиография. 5 издание. 1999: 105-134.
44. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Главная редакция физико – математической литературы. М.: Наука. 1969; 2(10): 795.
45. Хилл А.В. Механика мышечного сокращения. М.; 1972: 184.
46. Хубулава Г.Г., Шишкевич А.Н., Михайлов С.С., Бессонов Е.Ю. Синдром реперфузии миокарда: патогенез, клиника, диагностика. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2020; 22(1): 196-200.
47. Циванюк М.М., Гельцер Б.И., Шахгельдян К.И. Электрокардиографические, эхокардиографические и липидные показатели в прогнозировании обструктивного поражения коронарных артерий у больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST. Российский кардиологический журнал. 2022; 27(6): 5036. doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5036
48. Чигогидзе Н.А. Регионарная и общая функция левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца в аспекте хирургического лечения. 14.00.27. 14.00.06. Москва. 1983: 211.

49. Чигогидзе Н.А., Ваулина Т.Н., Кирокосян С.В. Методика посмертного определения объемов камер сердца. *Арх.пат.* 1980; 1: 77-80.
50. Чиквашвили Д.И., Илясов А.А., Ниспи Н.И. Прогностическое значение показателей сократительной функции левого желудочка при проспективном одногодичном наблюдении за больными, перенесшими передний инфаркт миокарда. *Кардиология.* 1994; (1): 7-10.
51. Швец Д.А., Поветкин С.В. Спекл-трекинг эхокардиография в оценке систоло-диастолической функции левого желудочка в при ишемической болезни сердца с учетом особенностей строения миокарда. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2021; 2: 19-38. doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-19-38
52. Яблучанский Н.И., Кантор Б.Я., Мартыненко А.В. Интерпретация данных функциональных исследований сердечно-сосудистой системы. – Харьков; 1993. 120.
53. Яицкий Н.А., Зверев О.Г., Войнов А.В., Лазарев С.М. Ангиографический критерий жизнеспособности миокарда у пациентов с различной давностью окклюзионного коронарного поражения. *Вестник хирургии.* 2022; 181(1): 27–32. DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-1-27-32
54. Allahwala U.K., Nour D., Bhatia K., Ward M.R., Lo S., Weaver J.C. Prognostic impact of collaterals in patients with a coronary chronic total occlusion: A meta-analysis of over 3,000 patients. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2021; 97(6): 771-777. doi:10.1002/ccd.29348
55. Almusawi A.H.A., Rgeeb A., Almumen M. Assessment of myocardial viability for patients with prior myocardial infarction and LV systolic dysfunction using speckle tracking longitudinal strain and comparison with Late gadolinium enhancement by cardiac MRI. *International Medical Journal.* 2020; 362.
56. Alzahrani A., Mufti H., Alswat A., Altirkistani B., Aljehani M., Jazzar A. The impact of viability assessment using cardiac MRI and echocardiogram on the outcome of revascularization in patients with multivessels coronary artery disease and moderate to severe ischemic cardiomyopathy. *Saudi Med J* 2023; 44 (4): 373-378. DOI:10.15537/smj.2023.44.4.20220133

57. Bonow R.O., Mann D.L., Zipes D.P., Libby P. Braunwald's, heart disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. Elsevier Saunders 9th ed. 2012: 82-477.
58. Brutsaert D.L., Rademakers F.E., Sys S.U., Gillebert T.C., Housmans P.R.. The heart as an integrated muscle and pump system: triple control and subdivision of the cardiac cycle. *Acta . Cardiol.* 1984; 39(2): 89-95.
59. Burr F.M., Theissen P., Black J., Schmidt M., German H.J., Sechtem B., Shicha H., Erdmann E. Direct comparison of transesophageal dobutamine echocardiography and dobutamine magnetic resonance imaging for predicting recovery of left ventricular function in patients with chronic coronary artery disease. *Eur J.* 2000; 21(12): 981-991. DOI: 10.1053/euhj.2000.1946
60. Bytyci I., Alves L., Alves O., Lopes C., Bajraktari G., Henein M.Y. Left Ventricular Myocardial and Cavity Velocity Disturbances Are Powerful Predictors of Significant Coronary Artery Stenosis. *J Clin Med.* 2022; 20: 11(20): 6185. doi: 10.3390/jcm11206185
61. Carluccio E., Tommasi S., Bentivoglio M., Buccolieri M., Prosciutti L., Corea L. Usefulness of the severity and extent of wall motion abnormalities as prognostic markers of an adverse outcome after a first myocardial infarction treated with thrombolytic therapy. *Am J Cardiol* 2000; 85: 411-5. DOI: 10.1016/ S0002-9149(99)00764-X
62. Columbo J.A., Stone D.H., Creager M.A., Henkin S. Preoperative evaluation and perioperative management of patients undergoing major vascular surgery. *Vasc Med.* 2022; 27(5): 496–512. doi: 10.1177/1358863X221122552
63. D’Elia N., Caselli S., Kosmala W., Lancellotti P., Morris D., Muraru D. Normal global longitudinal strain: an individual patient meta-analysis. *J Am Coll Cardiol Img.* 2020;13(1): 167–169. doi:10.1016/j.jcmg.2019.07.020
64. Daae A. S., Wigen M.S., Fadnes S., Løvestakken L., Støylen A. Intraventricular Vector Flow Imaging with Blood Speckle Tracking in Adults: Feasibility, Normal Physiology and Mechanisms in Healthy Volunteers, *Ultrasound in Medicine & Biology.* 2021; 47(12): 3501-3513. doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.08.021.

65. De Bakker J.M.K., de Korte Ch.L., Saris A.E.C.M. Cascaded plane wave ultrasound for blood velocity vector imaging in the carotid artery. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2024; 18: 1-15. doi: 10.1109/TUFFC.2024.3355712
66. Desai M.Y., Mentias A., Alashi A. LV Global Function Index Provides Incremental Prognostic Value Over LGE and LV GLS in HCM. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020; 13(9): 2052-4. doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.03.023
67. Diaz-Navarro R.A., Kerkhof P.L.M. Left Ventricular Global Function Index and the Impact of its Companion Metric. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8(1): 1-11. doi.org/10.3389/fcvm.2021.695883
68. Eaton L.W., Maughan W., Shoukas A., Weiss J. Accurate Volume Determination in the Isolated Ejecting Canine Left Ventricle by Two-dimensional Echocardiography. *Medicine Circulation*. Published 1 August 1979. 320-326
69. Elias J., van Dongen I.M., Hoebers L.P., Ouweneel D.M., Claessen B.E.P.M., Ramunddal T. Recovery and prognostic value of myocardial strain in ST-segment elevation myocardial infarction patients with a concurrent chronic total occlusion. *Eur. Radiol*. 2020; 30 (1): 600–608
70. Eriksen-Volnes T., Grue J.F., Hellum Olaisen S., Letnes J.M., Nes B., Løvsbakken L. Normalized Echocardiographic Values From Guideline-Directed Dedicated Views for Cardiac Dimensions and Left Ventricular Function. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023; 16(12): 1501-1515. doi:10.1016/j.jcmg.2022.12.020
71. Farsalinos K. E., Daraban A. M., Ünlü S., Thomas J. D, Badano L. P. Head-to-Head Comparison of Global Longitudinal Strain Measurements among Nine Different Vendors: The EACVI/ASE Inter-Vendor Comparison Study. *J.Am.Soc. Echocardiogr*. 2015 Oct; 28(10): 1171-1181. doi:10.1016/j.echo.2015.06.011.
72. Gould K.L., Kirkeeide R.L., Buchi M. Coronary flow reserve as a physiologic measure of stenosis severity. *JACC*. 1990; 15(2): 459-474.

73. Greco C., Ciavolella M., Tanzilli G. Preoperative identification of viable myocardium: effectiveness of nitroglycerine-induced changes in myocardial sestamibi uptake. *Cardiovasc. Surg.* 1998. 6: 149-155.
74. Hampson R., Senior R., Ring L., Robinson Sh., Augustine D.X., Becher H. Contrast echocardiography: a practical guideline from the British Society of Echocardiography. *Echo Research & Practice* volume10, Article number: 23 (2023). doi: 10.1186/s44156-023-00034-9.
75. Huang S., Xu H.Y., Diao K.Y. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging - a novel marker for differentiating cardiac amyloidosis from hypertrophic cardiomyopathy. *Sci Rep.* 2020;10(1): 4707. doi.org/10.1038/s41598-020-61608-9
76. Kagiya N, Sugahara M, Crago EA., Qi Z., Lagattuta T.F, Yousef K.M. Neurocardiac injury assessed by strain imaging is associated with in-hospital mortality in patients with subarachnoid hemorrhage. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020; 13(2 Pt 2): 535-546. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.02.023
77. Kawakami H., Nerlekar N., Haugaa K.H, Edvardsen T., Marwick T.H. Prediction of ventricular arrhythmias with left ventricular mechanical dispersion: a systematic review and meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020; 13(2Pt 2): 562-572. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.03.025
78. Kerkhof P. L. M., Bell-Berenger J. Y.; Diaz-Navarro R. A.; Li J. K-J.; Handly N. Ventricular Ejection Fraction and Global Strains in Connection with the Volume Regulation Graph. 45th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC). 2023. DOI: 10.1109/EMBC40787.2023.10339941
79. Kerkhof P. L., Díaz-Navarro R., Heyndrickx G. R., Handly N. A critical analysis of ejection fraction. *Rev.Med.Chil.* 2022 Feb; 150(2): 232-240. doi: 10.4067/S0034-98872022000200232.
80. Keulards D.C.J., Karamasis G.V., Alsanjari O., Demandt J.P. A., Veer M.V., Zelis J.M. Recovery of Absolute Coronary Blood Flow and Microvascular Resistance After

- Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention: An Exploratory Study. *J Am Heart Assoc.* 2020; 9(9): e015669. doi:10.1161/JAHA.119.015669
81. Kosmala W., Przewlocka-Kosmala M., Marwick T.H. Association of active and passive components of LV diastolic filling with exercise intolerance in heart failure with preserved ejection fraction: mechanistic insights from spironolactone response. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019; 12: 771-780
82. Krumm P., Zitzelsberger T., Weinmann M. Cardiac MRI left ventricular global function index and quantitative late gadolinium enhancement in unrecognized myocardial infarction. *Eur J Radiol.* 2017; 92: 11-6. doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.04.012
83. Lee Ch., Dow S., Shah K., Henkin S., Taub C. Complications of exercise and pharmacologic stress echocardiography. Heart and Vascular Center, Dartmouth-Hitchcock Medical Center, Dartmouth College, Lebanon, NH, United States. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1-11. doi.org/10.3389/fcvm.2023.1228613
84. Leite L., Campos G., Silva R., Ferreira M. J. The association of collaterals with myocardial ischemia and viability in chronic total occlusions. 2022; 1-16. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2172337/v1
85. Ludbrook P., Karliner J.S., Peterson K., Leopold G., O'Rourke R.A. Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of left ventricular performance in patients with and without wall motion abnormalities. *British Heart Journal.* 1973; 35(10): I026-I032.
86. Marwick T.H, Abraham T.P. ASE's Comprehensive Strain Imaging 1st Edition. Elsevier. 2021; 3-7.
87. Mathes P., Delius W., Sebening H., Wirtzfeld A., Blömer H. Das regionale Kontraktionsverhalten der linken Herzkammer bei kongestiver Kardiomyopathie. I. *Medizinische Klinik der Technischen Universität München.* Juni 1976. 101; 26(25): 995-999.
88. Mochizuki J., Matsumi H., Hata Y. Assessment of Myocardial Viability in Chronic Myocardial Infarction Using the Dual-Energy Computed Tomography Myocardial

- Extracellular Volume Fractionation Technique: A Case Report. *Radiol Case Rep.* 2024; 4:19(3): 1157-1161. doi:10.1016/j.radcr.2023.12.032
89. Mochizuki J., Nakaura T., Yoshida N., Nagayama Y., Kidoh M., Uetani H. Spectral Imaging With Dual-layer Spectral Detector Computed Tomography for Acute Coronary Syndrome. 2021; 1-15. doi:10.21203/rs.3.rs-544935/v1
90. Mohammadzadeh A., Salehabadi Gh., Ranjbar A., Meshgi Sh., Azimi A., Dastmardi M. Native T1, T2 mapping and strain analysis to assess myocardial viability in the subacute phase of MI: comparison with late gadolinium enhancement. April 2023. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2821311/v1
91. Moller J.E., Hillis G.S., Oh J.K., Reeder G.S., Gersh B.J., Pellikka P.A. Wall motion score index and ejection fraction for risk stratification after acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2006; 151: 419-425. DOI: 10.1016/j.ahj.2005.03.042
92. Morariu V.I., Arnautu D.A., Morariu S.I., Popa A.M., Parvanescu T., Andor M. 2D speckle tracking: a diagnostic and prognostic tool of paramount importance. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2022; 26(11): 3903-3910. doi: 10.26355/eurrev_202206_28958
93. Nabeshima Y., Seo Y., Takeuchi M. A review of current trends in threedimensional analysis of left ventricular myocardial strain. *Cardiovasc Ultrasound* 2020; 18: 23. DOI: 10.1186/s12947-020-00204-3
94. Noble M.I. M., Else W. Examine the applicability of the model hill's muscle to the myocardium of the cat. *Circulation Research.* 1972; 31(4): 580-589. DOI:10.1161/01.res.31.4.580
95. Nyberg J., Jakobsen E. O., Østvik A., Holte E., Stølen S., Lovstakken L. Echocardiographic Reference Ranges of Global Longitudinal Strain for All Cardiac Chambers Using Guideline-Directed Dedicated Views. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2023; 16(12):1516-1531. doi: 10.1016/j.jcmg.2023.08.011.
96. Palacios I., Johnson R.A., Newell J.B., Powell J. W. Left ventricular end-diastolic pressure volume relationships with experimental acute global ischemia. *Blood circulation;* 1976; 53: 428-436. DOI: 10.1161/01.cir.53.3.428

97. Palinkas E.D., Re F., Peteiro J., Tesic M., Palinkas A., Torres M.A.R. Pulmonary congestion during exercise stress echocardiography in hypertrophic cardiomyopathy. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2022; 38(12): 2593–604. doi: 10.1007/s10554-022-02620-0
98. Patrianakos A. P., Zacharaki A. A., Kalogerakis A., Solidakis G., Parthenakis S. I., Vardas P. E. Two-dimensional global and segmental longitudinal strain: are the results from software in different high-end ultrasound systems comparable? *Echo Res Pract*. 2015; 2(1): 29-39. doi:10.1530/ERP-14-0070
99. Pellikka P.A, Arruda-Olson A., Chaudhry F.A., Chen M.H., Marshall J.E., Porter T.R. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography in Ischemic Heart Disease: From the American Society of Echocardiography. *J.Am.Soc.Echocardiogr*. 2020 Jan; 33(1): 1-41.e8. doi: 10.1016/j.echo.2019.07.001.
100. Pfeffer M.A., Braunwald E. Ventricular remodeling after myocardial infarction: experimental observation and clinical implications. *Circulation*. 1990; 81: 1161-1172. doi:10.1161/01.cir.81.4.1161
101. Pollack G.H. Maximum speed as an indicator of the contractility of the heart muscle. Critical assessment. *Circulation Research*. 1970; 26(1): 111-127. DOI: 10.1161/01.res.26.1.111
102. Poloni S., Bozzetto M., Du Y., Aiani L., Goddi A., Fiorina I., Remuzzi A. Velocity vector comparison between Vector Flow Imaging and Computational Fluid Dynamics in the carotid bifurcation. *Ultrasonics*. Epub. 2022; 8. DOI: 10.1016/j.ultras.2022.106860
103. Przewlocka-Kosmala M., Marwick T.H., Yang H., Wright L., Negishi K., Kosmala W. Association of reduced apical untwisting with incident HF in asymptomatic patients with HF risk factors. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020; 13: 187-194. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.01.035
104. Rogers W.J., Smith L.R., Hood Jr.W.P., Mantle J.A., Rackley C.E. Russell Jr.R.O. Effect of Filming Projection and Interobserver Variability on Angiographic Biplane Left

- Ventricular Volume Determination. Angiographic filming projection. 1979; 59(1): 96-104. doi: 10.1161/01.cir.59.1.96
105. Sarnoff S.J., Mitchell J.H. Regulation of the heart. *The American Journal of Medicine*. 1961; 30: 747-71. DOI: 10.1016/0002-9343(61)90211-x
106. Schumacher S.P., Everaars H., Stuijzand W.J., Huynh J.W., van Diemen P.A., Bom M.J. Coronary collaterals and myocardial viability in patients with chronic total occlusions. *Eurointervention*. 2020; 16:453-61. doi:10.4244/EIJ-D-19-01006
107. Sigel H., Nechwatal W., Kress P., Stauch M. Interobserver and intermethod variation in evaluation of regional wall motion of the left ventricle. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 1983; 6(1): 14-9. doi: 10.1007/BF02552787
108. Skelton C.L., Spothitz W.D., Feldman D. et al. Ultrastructural and functional correlates of acute cardiac distension. *Circulation Research*; 1977; 22: 304-A.
109. Sonnenblick E. H. Active state of the heart muscle. *Journal of General physiology*. 1967; 50: 661-676. DOI: 10.1085/jgp.50.3.661
110. Spath N.B, Singh T., Papanastasiou G., Baker A., Janiczek R.J, McCann G.P. Assessment of stunned and viable myocardium using manganese-enhanced MRI. *Open Heart* 2021; 1-9. doi:10.1136/openhrt-2021-001646O
111. Storsten P., Aalen J.M., Boe E., Remme E.W., Gjesdal O., Larsen C.K. Mechanical Effects on Right Ventricular Function From Left Bundle Branch Block and Cardiac Resynchronization Therapy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(7): 1475-1484. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.11.016
112. Støylen A., Daae A.S. Physiological significance of pre- and post-ejection left ventricular tissue velocities and relations to mitral and aortic valve closures *Clin Physiol Funct Imaging*. 2021; 41(5): 443-451. doi: 10.1111/cpf.12721
113. Støylen A., Mølmen H.E., Dalen H. Over all variability of mitral annular plane peak systolic velocity and peak global longitudinal strain rate in relation to age, body size, and sex: The HUNT Study. *Echocardiography*. 2020; 37(4): 578-585. doi:10.1111/echo.14630.

114. Støylen A., Mølmen H.E., Dalen H. Regional motion of the AV-plane is related to the cardiac anatomy and deformation of the AV-plane. Data from the HUNT study. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2023; 43(6): 453-462. doi:10.1111/cpf.12845.
115. Su Y., Li C., Yin L. Evaluation of the relationship between left atrial strain and exercise tolerance in patients with hypertrophic cardiomyopathy by treadmill stress echocardiography. *Front Cardiovasc Med*. 2023; 10:1168514. doi: 10.3389/fcvm.2023.1168514
116. Teichholz L.E., Kreulen T., Herman M.V., Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: Echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am.J.Cardiol*. 1976; 37(1): 7-11. doi: 10.1016/0002-9149(76)90491-4
117. Tillich J., Hamilton M. Importance of hemodynamic response to therapy in predicting survival with ejection fraction less than or equal to 20% secondary to ischemic or nonischemic dilated cardiomyopat. *Am. J. Cardiol*. 1990; 66: 1348-1354.
118. Vahanaian A., Beyersdorf F., Praz F., Milojevic M., Baldus S., Bauersachs J. ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2021; 60(4): 727–800. doi: 10.1093/ejcts/ezab389
119. Varga A., Garcia M.A., Picano E. Safety of stress echocardiography (from the international stress Echo complication registry). *Am J Cardiol*. 2006; 98(4): 541–3. doi: 10.1016/j.amjcard.2006.02.064
120. Virani S.S., Alonso A., Aparicio H.J., Benjamin E.J., Bittencourt M.S., Callaway C.W. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2021; 143(8): 254-743. doi:10.1161/CIR.0000000000000950
121. Weiss J., Eaton L. W., Kallman C., Maughan W. Accuracy of Volume Determination by Two-dimensional Echocardiography: Defining Requirements Under Controlled Conditions in the Ejecting Canine Left Ventricle. *Medicine Circulation*. 1983: 889-895. doi: 10.1161/01.cir.67.4.889

122. Werner G.S., Ferrari M., Heinke S. Angiographic assessment of collateral connections in comparison with invasively determined collateral function in chronic coronary occlusions. *Circulation*. 2003; 107(15): 1972-1977.
123. Yang X., Tian J., Zhang L., Dong W., Mi H., Li J. Myocardial Viability, Functional Status, and Collaterals of Patients With Chronically Occluded Coronary Arteries. Erratum in *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8: 1-8. doi:10.3389/fcvm.2021.754826
124. Yoon Y.H., Han S., Kwon O., Lee K., Kim J.H., Lee J. Ischemic Burden Assessment Using Single Photon Emission Computed Tomography in Single Vessel Chronic Total Occlusion of Coronary Artery. *Korean Circ J*. 2022; 52(2): 150-61. doi:10.4070/kcj.2021.0240
125. Zhu D-X., Ma Y-Y., Wang X.-Y., Li B.-H., Liu Q., Shi J.-J. Application of velocity vector imaging (VVI) in the evaluation of left ventricular myocardial contractile strain and dyssynchrony before and after stent implantation in patients with coronary heart disease. *Ann Palliat Med*. 2021 Jul; 10(7): 8034-8042. doi: 10.21037/apm-21-1540