

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

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва- 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А. Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

д.м.н., профессор, академик РАН

Бокерия Лео Антонович

Официальные оппоненты:

Сафарова Айтен Фуад кызы - доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики им. академика В.С. Моисеева Института клинической медицины медицинского института РУДН им. П. Лумумбы (специальность 3.1.20. Кардиология);

Кулагина Татьяна Юрьевна - доктор медицинских наук, заведующая лабораторией электрофизиологии и нагрузочных тестов ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского» (специальность 3.1.25. Лучевая диагностика).

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени Академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «30» октября 2026 г. в «14-00» часов на заседании диссертационного совета 21.1.038.1 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечной-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Минздрава России (121552, Москва, Рублевское шоссе, 135, конференц-зал № 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России и на сайтах ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России – www.bakulev.ru и Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) – www.vak.minobrnauki.gov.ru.

Автореферат разослан «25» сентября 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.1.038.01

доктор медицинских наук

Д.Ш. Газизова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности проблемы

Оценка как общей, так и регионарной сократимости левого желудочка служит ключевым прогностическим критерием, позволяющим предсказать эффективность планируемого шунтирования или стентирования коронарных артерий (Virani S.S., Alonso A., 2021). Гетерогенность коронарного и перфузионного потока служит причиной формирования мозаичной сократительной способности соответствующих сегментов миокарда.

Сложная архитектура и геометрическая реорганизация полости левого желудочка в течение сердечного цикла делают несостоятельной попытку применения какого-либо одного методологического подхода для оценки вышеуказанных характеристик (Stoylen A. и соавт. 2020). Разные методы оценки влияния региональной работы миокарда на общую сократительную способность взаимно дополняют друг друга, поскольку использовать изолированно только один показатель невозможно.

Неинвазивные методы визуализации сердца получили широкое распространение в мировой практике, а за последние десятилетия достигли колоссального прогресса и усовершенствования (Кобец А.В., 2021; Олейников В.Э., 2021; Степанова А.И., 2021; Швец Д.А., 2021). Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки - от доступности до экономической составляющей.

Эхо-КГ является самым распространенным неинвазивным методом исследования сердечно-сосудистой патологии, который носит общедоступный характер (Pellikka P.A., 2020). У пациентов с ИБС оценка кинетики миокарда с определением индекса нарушения локальной сократимости (ИНЛС) или толщины стенки в различных его участках сохраняет важное практическое значение (Голухова Е. З., Петросян К. В., 2023). Однако, благодаря прогрессу инструментальных и аналитических

методов, изучение скрытых ранее физиологических возможностей организма переходит из области гипотез в практическую плоскость современной медицины.

Последние десятилетия характеризуются прицельным интересом к исследованию деформации стенки миокарда и ее скорости ее развития (Кобец А.В., 2021; Степанова А.И., 2021). Данные параметры легли в основу таких методик в ультразвуковой диагностике, как тканевой доплер, спектрекинг (Швец Д.А., 2021; Daae A. S., 2021). Несмотря на существенную доказательную базу ряда исследований, направленных на выявление изменений продольной деформации в качестве раннего предиктора ишемии миокарда, данный критерий является всего лишь косвенной расчетной величиной и не может в полной мере описать сложный механизм сердечного цикла, как подтверждают создатели методики (Stoylen A. и соавт. 2020, 2021, 2023).

Активное развитие методики визуализации вектора скорости (VVI, velocity vector imaging) наблюдается последние десятилетия, благодаря которой возможна оценка разнонаправленного движения стенок миокарда ЛЖ (De Bakker J.M.K., 2024; Eriksen-Volnes T., 2023; Poloni S., 2022; Zhu D-X., 2021). Учитывая тот факт, что 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 (Nyberg J., 2023; Капустина А.Ю., 2023). При этом доказательная база для практического внедрения регионарных объемных показателей, согласно современной литературе, нашими коллегами пока не представлена.

Широкая распространенность ИБС делает актуальным расширение диагностического потенциала современной медицины, включая определение соответствия коронарного поражения, миокардиальной перфузии и насосной функции сердца (Virani S.S., Alonso A., 2021).

Цель исследования

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.

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

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.

Теоретическая значимость работы

Заключается в получении информации о возможностях посегментарной количественной оценки регионарной функции левого желудочка, и резерва ее обратимости при ишемии, как критерия целесообразности и эффективности реваскуляризации сосудистых бассейнов, ответственных за кровоснабжение ишемизированных зон миокарда левого желудочка.

Практическая значимость

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.

Методология и методы исследования

Проведено проспективное, одноцентровое, нерандомизированное клиническое исследование. В исследовании участвовали преимущественно

пациенты ИБС мужского пола ($n=165$, 77%), средним возрастом $59,2 \pm 8$ лет и длительностью заболевания от $2,5 \pm 1,1$ месяцев до 30 ± 5 лет.

В ходе работы после осуществления отбора пациентов на основании критериев включения и исключения, выполняли комплекс инструментальных исследований на трех этапах: исходно, после медикаментозной пробы с нитроглицерином и после операции. Работа была тщательно подготовлена, выработаны критерии. Примененные методы статистической обработки данных являются современными и отвечают поставленной цели и задачам исследования.

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:

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

Степень достоверности и апробация результатов

Все научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации, обоснованы, аргументированы и достоверны. Выводы диссертации закономерно вытекают из основных научных положений, защищаемых автором, имеют несомненное научное и практическое значение.

Практические рекомендации изложены четко, конкретно и могут служить руководством для кардиологических и кардиохирургических центров. Это обусловлено значительным количеством проведенных исследований, применением различных инструментальных и лабораторных методик обследования, а также проведением статистического анализа с применением компьютерных программ. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: «Scientex conferences. 2nd International Conference on Cardiology» (Франция, Париж, 2022), «3d International Conference on Cardiology» (ОАЭ, Дубай, 2023), «Scientex conferences. 4th International Conference on Cardiology» (Таиланд, Бангкок, 2024).

Личный вклад автора

Автором лично собран весь клинический материал на базе ИК и СХ (институт коронарной и сосудистой хирургии) 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.

Публикации материалов исследования

По теме диссертации опубликовано 4 научные работы (все статьи в журналах, рецензируемых ВАК), разработан 1 патент на изобретение №2777235, от 01.08.2022г.

Объем и структура диссертации

Диссертация содержит 180 страниц машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов, результатов 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 источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал 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).

Критериями включения в исследование явились:

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

Критериями исключения явились:

1. Аритмия.
2. Недостаточность МК (II, III и IV степени).
3. Отсутствие четкой визуализации четырехкамерной позиции сердца по Эхо-КГ.

Все пациенты разделены на пять групп, учитывая функциональное состояние миокарда (локализацию, тяжесть и распространенность постинфарктного кардиосклероза): 1 группу составили 75 (35%) пациентов без перенесенного инфаркта миокарда в анамнезе, 2 группу - 15 (7%) больных с перенесенным в анамнезе инфарктом миокарда передней локализаций, в 3 группу вошли 87 (41%) больных с перенесенным инфарктом миокарда задне-боковой локализации, 4 группу составили 9 (4%) больных ИБС, перенесших несколько инфарктов миокарда передней и задне-боковой локализаций, и 5

группа - из 28 (13%) больных с постинфарктной аневризмой передне-перегородочно-верхушечной области ЛЖ.

Наиболее частыми клиническими проявлениями болезни среди всех исследуемых были стенокардия напряжения I-IV ФК среди 175 пациентов (82%) в сочетании с артериальной гипертензией у 205 исследуемых (96%), из которых АГ 3 стадии, 2-3 степени АД, высокого и очень высокого риска сердечно-сосудистых осложнений был среди 160 исследуемых (75%), в остальных 54 пациентов АГ был 1-2 стадии. Типичное проявление загрудинный болей при стенокардии выявлены в 134 (63%) случаях, нетипичный характер боли – у 47 пациентов (22%). Одышка при физической нагрузке - в 149 (70%) случаях. По функциональной классификации NYHA у 155 (89%) больных выявлена недостаточность кровообращения 2-4 ФК. Из 99 пациентов с кардиосклерозом один ИМ был у 91 пациента, два ИМ – у 7, три ИМ – в 1 случае.

Среди инструментальных методов выполнялись: электрокардиографическое исследование (ЭКГ), эхокардиографическое исследование (Phillips CX-50, Германия и Phillips EPIQ CVx, Нидерланды), селективную КГ проводили в 6 стандартных проекциях ЛКА и 3 проекциях ПКА на рентген-ангиографическом аппарате Healthcare Innove 3100 IQ (General Electric, USA).

Трансторакальная Эхо-КГ выполнялась по стандартной методике в состоянии покоя в М-, В- и доплер- режимах мультимодальным кардиальным датчиком 3,5–5,0 МГц. Основным для количественного определения сегментарных данных является В-режим на глубине 13 см. В положении лежа на левом боку из верхушечного доступа по длинной оси оценивали, четко визуализируемые, перегородочную и боковую стенки.

Предложенная методика заключается в делении полости ЛЖ на пять сегментов по Hood et al. с последующим измерением объема каждого. 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, по формуле $V = K * \pi * S_{abc} * D_c * CF^3$, 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. Точное определение центра тяжести каждого сегмента крайне трудоемкий процесс, который с практической точки зрения не оправдан.

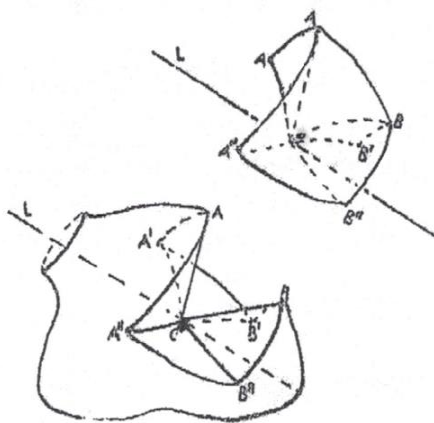


Рисунок 1. Вторая теорема Паппа – Гульдена где определение объема участка фигуры получают путем вращения площади данного участка на 180° с центром вращения (С) вокруг своей оси (L).

Статистическая обработка и расчет проводились с использованием прикладного пакета основных статистических программ IBM SPSS Statistics v22 (IBM Corp., США) и Statistica v.12. 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 Крускала-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 концевых 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 ЛЖ и ФВ является МРТ, однако в нашем исследовании ни одному пациенту оно не проводилось. Принимая во внимание новизну предложенной методики, проводили сравнительный анализ полученных данных функциональной активности с критерием SLS (Segmental Longitudinal Strain) после НГ с послеоперационными результатами вычислили результаты достоверности. Полученные результаты 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.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сформирована контрольная группа пациентов в количестве 26 человек без ишемии миокарда в анамнезе и без гемодинамически значимой патологии системы КА. Как видно из таблицы 1 разброс объемных показателей в сегментах разный, однако при этом разброс регионарной ФВ не так велик. Полученные данные сегментарных ФВ в контрольной группе пациентов «норма» позволяют рассчитать объем каждого сегмента ЛЖ, который должен быть относительно заявленной нами нормы.

Таблица 1 - Регионарная и общая насосные функции в норме

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

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 фракционного выброса; КДО_c – конечно-диастолический объем сегмента; ФВ_c – фракция выброса сегмента; $\text{ФВ}_{\text{сн}}$ – должная в норме фракция выброса сегмента.

Динамика изменений суммарного дефицита УО каждого сегмента в формировании общего УО 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. 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 ($p < 0,05$). Такая динамика изменений дефицита и компенсации кровотока по всем группам 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.

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

Использование НГ среди пациентов ИБС позволяет оценить перспективу планируемого оперативного вмешательства. А именно: участие каждого сегмента ЛЖ в формировании общей функции сердца, а также

определить ожидаемые улучшения благодаря каким сегментам и в каком количестве.

Процентное распределение стенозов в КА среди всех пяти групп, исследуемых имеет практически равномерный характер. Провели сравнительный анализ функциональной активности различных сегментов с результатами КАГ. 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 2) 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 ($p=0,1246$).

Таблица 2 - Корреляционный анализ полученных результатов стеноза КА, функциональной активности сегментов и вентрикулографии среди пяти групп пациентов

Группа	Критери и	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 0,7271	98	В-ФА 0,0059
	В.	8		4	

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

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 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, 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.

Количество зон асинергии, выявленных на ЭхоКГ, увеличивается от 1 группы к 5. Сравнительный корреляционный анализ (таблица 3) 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 ($p < 0,001$).

Таблица 3. Корреляционный анализ полученных результатов асинергии сегментов, их функциональной активности и вентрикулографии среди пяти групп пациентов.

Гр.	Критерий	Сегменты, кол-во			Сегменты, %		Сегменты, %		ИНЛС
		Общ. кол-во сег-ов	Пораж. сегм-ы, кол-во	P	I, II, III	P	IV, V	P	
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.	235	83	<0,001	2	<0,001	85	0,327	1,32
	ФА		176		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 <0,001	81	В-ФА 0,845	98	В-ФА <0,001	
	В.		95		83		45		2,04

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

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.

У пациентов без клинических признаков недостаточности кровообращения ФВ сохранялась в пределах физиологической нормы, за исключением двух пациентов из 3 группы, где ФВ была незначительно (менее 10%) 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.

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 региональной 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 региональной 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 работ, опубликованных по теме диссертации

1. Двалишвили Э.Р., Чигогидзе Н.А., Бокерия Л.А., Мельников А.В., Ибрагимов И.И. Удельное значение регионарной функции левого желудочка в оценке его общей нагнетательной способности как насоса в норме. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2021; 2021; 3 (22): 382-390.
DOI: <https://doi.org/10.24022/1810-0694-2021-22-3-382-390>
2. Двалишвили Э.Р., Чигогидзе Н.А., Бокерия Л.А., Ибрагимов И.И. Случай успешной оценки перспективности реваскуляризации субокклюзированной огибающей артерии методом количественного расчета сегментарной и общей функции сердца. Грудная и сердечно-сосудистая

хирургия. 2021; 2 (63): 149-154. **DOI:** <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2021-63-2-149-154>

3. 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

4. Двалишвили Э.Р., Чигогидзе Н.А., Бокерия Л.А., Сигаев И.Ю., Алшибая М.М., Гецадзе Г.Г. Метод количественного определения резервного потенциала миокарда левого желудочка в оценке эффективности планируемого аортокоронарного шунтирования в бассейне ПМЖВ и ВТК. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2022; 5 (23): 519-525. **DOI:** <https://doi.org/10.24022/1810-0694-2022-23-5-519-524>

5. Двалишвили Э.Р. Способ оценки сократительной способности миокарда левого желудочка. Патент на изобретение N 2777235C1. Российская Федерация. МПК А61В 8/12; Заявл. 26.04.21; Оpubл. 01.08.2022 Бюл. № 22. 11с.