

На правах рукописи

Петрова Юлия Николаевна

**Оценка функции левого и правого желудочков
у пациентов с ишемической митральной
недостаточностью по данным векторного анализа
и деформации миокарда: непосредственные и
отдаленные результаты хирургического лечения**

14.01.13 - лучевая диагностика, лучевая терапия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

Москва - 2022 год

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского»

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

Кулагина Татьяна Юрьевна, доктор медицинских наук

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Мацкеплишвили Симон Теймуразович, доктор медицинских наук, профессор, профессор РАН, член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова»

Седов Всеволод Парисович, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «___» _____ 2022 г. в «___» часов на заседании диссертационного совета (Д.001.027.02) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» по адресу: 119991, Москва, Абрикосовский пер., д. 2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского» и на сайте www.med.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета
доктор медицинских наук

Годжелло Элина Алексеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степени разработанности темы

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) – одна из наиболее злободневных медико-социальных проблем современности. Несмотря на эффективную профилактику и лечение ИБС, она по-прежнему является главной причиной смертности населения во многих экономически развитых странах (Virani S.S. et al, 2020, Vos T. et al., 2020). Инфаркт миокарда (ИМ), осложняющийся развитием ишемической митральной недостаточности (ИМН), в значительной степени ухудшает клинический прогноз и течение заболевания (Baez-Ferrer N. et al., 2018). Распространенность осложнений варьирует от 40 до 50% по данным различных авторов (Борисов И.А. и др. 2015; Sannino A. et al., 2017; Bouma W. et al., 2018; Sandoval Y. et al., 2018, Sarkar K. et al., 2020). Пятилетняя выживаемость у пациентов с ИМН составляет от 25 до 60% (Карева Ю. Е. и др., 2019).

В течении и исходе многих сердечно-сосудистых заболеваний особую роль играет правый желудочек (ПЖ) (Mandoli G. et al., 2021, Kazimierczyk R. et al., 2021). Практически у 50% пациентов, перенесших ИМ задней стенки левого желудочка (ЛЖ), возникает ишемия миокарда ПЖ. Риск смерти у больных с бивентрикулярной недостаточностью выше на 10-15% в год в сравнении с левожелудочковой ХСН. Поэтому для обеспечения раннего и оптимального лечения актуальной задачей является ранняя доклиническая диагностика правосторонней СН (Saeed. S. et al., 2020, Pestelli G. et al., 2021).

Эхокардиография (ЭхоКГ) является наиболее широко применяемым в практике методом диагностики функции ЛЖ и ПЖ, также позволяющим оценить анатомию и функцию митрального клапана (МК) (Рыбакова М.К., 2008, Седов В.П., 2021, Serbia C., 2021). Современным методом изучения функции миокарда является оценка деформации как левого, так и правого желудочков (Мацкеплишвили С.Т., 2018, Саидова М.А., 2020,

Голухова Е.З., 2021, Park S. et al., 2015, Truong V.T. et al., 2019, Kim J. et al., 2019, Oikonomou E. et al., 2019).

Однако в литературе практически нет работ по исследованию биомеханики сокращения ЛЖ и ПЖ у пациентов с коронарной патологией, осложненной недостаточностью МК. Данное направление является актуальной проблемой, которая напрямую связана с результатами лечения и прогнозом жизни в послеоперационном периоде.

Цель исследования: разработать диагностические подходы и оценить функцию миокарда левого и правого желудочков у пациентов с ишемической болезнью сердца, осложненной митральной недостаточностью, по векторному анализу и деформации миокарда.

Задачи исследования

1. Изучить основные количественные показатели функции левого и правого желудочков у пациентов с ишемической болезнью сердца, осложненной митральной недостаточностью, на основании векторного анализа, диаграммного метода и деформации миокарда до и после хирургического лечения.
2. Оценить состояние и функцию миокарда левого и правого желудочков по скоростям смещения миокарда, скоростям изменения объема, скоростям изменения длинной оси и деформации миокарда до и после хирургического лечения.
3. Сопоставить диагностические параметры в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах по результатам биомеханики сокращения желудочков сердца.

Научная новизна работы

Настоящее исследование является первой диссертационной работой по неинвазивной оценке гемодинамики и функции правого и левого желудочков с использованием оценки деформации миокарда, диаграммного и векторного методов анализа у пациентов с ИБС, осложненной митральной недостаточностью. Изучены и разработаны

новые количественные показатели функции левого и правого желудочков сердца с учетом межжелудочкового взаимодействия у больных с коронарным дефицитом и митральной недостаточностью ишемического генеза. Получены новые научные данные через построение диаграмм и регистрацию скоростей изменения объемов, скоростей изменения длинной оси, характеризующие процессы восстановления биомеханики в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах. Методически разработано сочетание изменений количественных показателей, отражающих биомеханику сокращения и расслабления миокарда. Изучена и доказана роль неинвазивных показателей правожелудочково-артериального сопряжения в ранней доклинической оценке недостаточности правого желудочка до и после хирургического лечения.

Теоретическая и практическая значимость работы

Проведенное исследование позволяет составить более точное представление о взаимосвязи левого и правого желудочков по данным биомеханики и деформации миокарда у больных ИБС, осложненной митральной недостаточностью. Использование структурно-геометрических параметров левого и правого желудочков наравне с функциональными показателями позволяет более точно оценить их функцию

Основные положения, выносимые на защиту

1. Диаграммный и векторный методы анализа, оценка деформации миокарда позволяют оценить функции, процессы ремоделирования левого и правого желудочков у пациентов с ишемической болезнью сердца до и после хирургического лечения.
2. Создан алгоритм оценки функции миокарда левого и правого желудочков по данным векторного анализа, диаграммам «поток-объем» и «поток - площадь» и метода оценки деформации

миокарда у больных с ишемической недостаточностью митрального клапана.

3. Наиболее точными критериями оценки восстановления латентной дисфункции ПЖ являются параметры правожелудочково-артериального сопряжения TAPSE/СДЛА и LScвПЖ/СДЛА.

Внедрение в клиническую практику. Результаты исследования внедрены в клиническую практику работы отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики, отделения интенсивной терапии и отделения лечения ишемической болезни сердца ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского», а также в процесс обучения ординаторов, аспирантов и курсантов на базе НОЦ ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского». Результаты диссертационной работы отображены в соответствии с НИР на тему: «Создание информационной платформы для поддержки принятия решений в диагностике и лечении больных с патологией сердечно-сосудистой системы и онкологии», № 0394-2020-0007. Срок выполнения 2022 г.

Степень достоверности определяется достаточным количеством обследованных пациентов в выборке исследования, выбором современных методов исследования, применением корректных методов статистической обработки полученных данных.

Апробация работы. Результаты работы были представлены и обсуждены на XX-ой Ежегодной сессии Научного Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых 2016 г., XXIII Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов, НЦССХ им. А.Н. Бакулева, 27-30 ноября, 2017 г., Российском национальном конгрессе кардиологов, Екатеринбург, 24–26 сентября 2019 г., XIII Всероссийской научно-практической конференции «Функциональная диагностика» 25-27 мая 2021г. Апробация работы состоялась на совместной конференции лабораторий отдела клинической

физиологии, инструментальной и лучевой диагностики в присутствии сотрудников других подразделений ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» 19.05.2022.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ для публикаций основных результатов диссертаций.

Личное участие автора в получении результатов. По изучаемой проблеме соискателем самостоятельно проанализирована отечественная и зарубежная литература, проведена постобработка ультразвуковых изображений с получением новых параметров и создана электронная база данных. Автором проведена статистическая обработка материала и сопоставление полученных результатов с литературными данными. На основании проведенного исследования соискателем сформулированы выводы, разработаны практические рекомендации, внедренные в практику Отдела клинической физиологии и инструментальной диагностики.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 120 страницах. Состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, главы результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы. Диссертация включает 18 таблиц и 39 рисунков. Список литературы содержит 118 источников, (26 отечественных, 92 зарубежных).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. В исследование включены данные обследования 71 больного, пролеченного в «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» с 2010 по 2020 гг. Критерии включения: 1) согласие на участие в исследовании; 2) верифицированный диагноз ИБС и/или постинфарктного кардиосклероза (ПИКС); 3) наличие нарушений локальной систолической функции ЛЖ; 4) наличие ишемической МН умеренной или тяжелой степени; 5) оптимальная эхолокация (частота

кадров не менее 45-50 в с). Критерии исключения: 1) МН вследствие других причин (соединительнотканная дисплазия, инфекционный эндокардит МК, ревматизм, при дилатационной кардиомиопатии и др.); 2) сопутствующее поражение аортального клапана; 3) неудовлетворительная эхолокация ЛЖ и ПЖ; 4) нарушения ритма сердца (постоянная и персистирующая форма фибрилляции предсердий, частая желудочковая и предсердная экстрасистолия).

Средний возраст пациентов составил 67 ± 9 лет, мужчины составили 53 человека (75%), женщины - 18 (25%). Все обследованные больные по тяжести состояния принадлежали к III (56%) и IV (44%) ФК классификации ХСН (NYHA). По результатам селективной коронароангиографии 46,8% пациентов имели многососудистое поражение коронарных артерий (КА) и хроническую ишемию миокарда, поражение ствола левой КА было у 52,2%, поражение в бассейне правой КА выявлено в 100% случаев. У всех пациентов в анамнезе был Q-образующий ИМ, причем преобладал Q-ИМ с вовлечением задней стенки ЛЖ (66,3%), в 43,7% случаев диагностирован Q-ИМ нижней стенки ЛЖ.

Гемодинамически значимая ИМН диагностирована у всех больных с преобладанием 3 и 4 степени в 75% случаев (2 ст. ИМН - 18 (25%), 3 ст. ИМН - 44(62%), 4 ст. ИМН - 9 (13%).

Всем пациентам была выполнена реваскуляризация миокарда в виде коронарного шунтирования (КШ) в сочетании с пластикой (63%) или протезированием МК. Коронарный (первый) этап операции выполнили на работающем сердце без искусственного кровообращения (ИК) у 38% больных, в условиях параллельной перфузии у 21%, в условиях ИК, холодной и фармакологической кардиopleгии у 41%, вмешательства на МК (второй этап) проводили в условиях ИК, холодной и фармакологической кардиopleгии. Большиншей части больных (50) выполнена органосохраняющая операция на МК с использованием пластики опорным

кольцом, 21 больному выполнено протезирование МК механическими (20) и биологическим (1) протезами.

Все больные в соответствии с этапами наблюдения были разделены на три группы: **1 группа** - больные ИМН до операции; **2 группа** - больные ИМН в раннем (7–14 дней) послеоперационном периоде; **3 группа** - больные ИМН в отдаленном (12-18 мес.) периоде после хирургического лечения.

Трансторакальную ЭхоКГ выполняли на всех этапах наблюдения по стандартной методике в соответствии с протоколом, принятым в «РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского», на ультразвуковых сканерах экспертного класса VIVID – E9, VIVID – E7 (GE HC, USA) мультисекторным матричным датчиком M5S с использованием записи ЭКГ и сохранением исследования в память рабочей станции ECHOPAC 9 для последующих расчетов. Определяли анатомо-функциональные параметры сердца: размеры и объемы желудочков и предсердий с индексацией к площади поверхности тела (ППТ); фракцию выброса (ФВ) ЛЖ, индекс локальной сократимости (ИЛС) ЛЖ, фракцию изменения площади (ФИП) ПЖ, скорости кровотоков на митральном и трикуспидальном клапанах, скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана, оценивали давление в малом круге кровообращения, и степень регургитации на МК, ТК.

Векторный анализ ЛЖ и ПЖ. Проводили в программе MultiVox на ПК в режиме постобработки серошкальных кинопетель в формате DICOM. В 4-х камерной апикальной позиции, позволяющей визуализировать оба желудочка, поочередно оконтуривали эндокард ЛЖ и ПЖ в одном кардиоцикле с последующей сегментацией (рис. 1А). Программа позволяет последовательно обрабатывать ЛЖ и ПЖ из одного кардиоцикла и получать данные о работе сердца за одно сокращение. Таким образом, в полуавтоматическом режиме с помощью построения диаграмм получали изображения и количественную оценку скоростей смещения миокарда ЛЖ

и ПЖ (рис. 1Б), скорости изменения длинной оси ЛЖ и ПЖ, скоростей изменения объема ЛЖ, изменения площади ПЖ в соответствии с фазами сердечного цикла в систолу и диастолу.

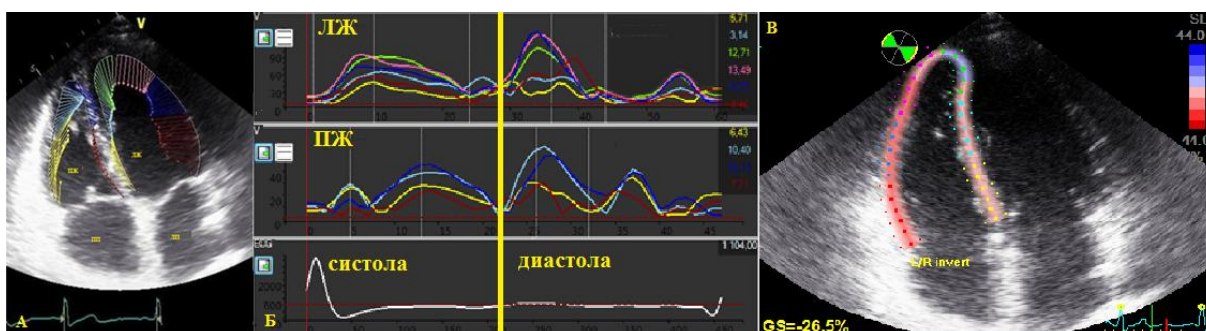


Рисунок 1 – (А) - апикальная 4-х камерная позиция. Векторный контур правого (4 сегмента) и левого (6 сегментов) желудочков в фазу максимального изгнания; (Б) – графики скоростей смещения миокарда левого и правого желудочков, синхронизированные с ЭКГ (цвет кривых соответствует цвету векторов), за сердечный цикл; (В) – оценка деформации миокарда правого желудочка методом серошкального стрейна

Анализ деформации миокарда ЛЖ и ПЖ. Проводили на рабочей станции ECHOPAC 9 с помощью серошкального стрейна. В 4-х и 2-х камерной апикальной позиции в одном кардиоцикле оконтуривали границы эндокарда ЛЖ, с расчетом продольной деформации ЛЖ (LS4к, LS2к) и глобальной продольной деформации ЛЖ (GLS) (рис. 1В). Оценку деформации ПЖ производили в 4-х камерной позиции с расчетом общей продольной деформации ПЖ (LSобщ ПЖ) и продольной деформации свободной стенки ПЖ (LScв ПЖ).

Анализ данных был выполнен с использованием пакета статистических программ STATISTICA 10,0 (StatSoft, Inc., США), JMP 10 (США). Распределение непрерывных данных определяли при помощи методов описательной статистики, оценивали среднее (M), стандартное отклонение (SD), медиану (Me), моду (M), интерквартильную широту. Взаимосвязь между исследуемыми показателями оценивали с помощью корреляционного анализа, с расчетом коэффициента корреляции Пирсона (r) и уровня значимости (p). Различия между группами и взаимосвязь считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Графически данные представляли с помощью диаграмм.

Результаты исследования. Сравнительный анализ основных гемодинамических и ЭхоКГ данных и параметров постобработки изображений у больных ИБС с ИМН до и после хирургического лечения представлен в таблицах 1, 2.

До хирургического лечения у всех больных отмечались признаки умеренно тяжелой и тяжелой ХСН: снижение систолического артериального давления (САД), умеренная или выраженная легочная гипертензия, увеличение объемов и размеров, в том числе индексированных к ППТ, левых и правых отделов сердца, снижение ФВ ЛЖ и фракции изменения площади (ФИП) ПЖ. Гемодинамическую значимость объемной перегрузки подтверждает объем регургитации на МК свыше 45 мл за ударный выброс.

Таблица 1 - Сравнение гемодинамических и эхокардиографических показателей левого и правого желудочков у пациентов ИБС с ИМН до и после операции в раннем и отдаленном периодах

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	Достоверность		
				[1]-[2]	[1]-[3]	[2]-[3]
ЧСС, уд/мин	71 (14)	83 (13)	73 (14)	0,003	0,675	0,032
САД, мм рт.ст.	112 (17)	112 (19)	128 (21)	0,403	0,025	0,028
ДАД, мм рт.ст.	71 (9)	70 (8)	75 (10)	0,267	0,515	0,126
СрДЛА, мм рт.ст.	30 (12)	28 (10)	24 (10)	0,614	0,042	0,218
СДЛА, мм рт.ст.	48 (20)	39 (10)	37 (16)	0,143	0,024	0,689
ФК по NYHA	III (56%) IV (44%)	-	I (32%) II (45%) III (20%) IV (3%)			
МР, степень	2 - 18(25%) 3 - 44(62%) 4 - 9(13%)	0-12(17%) 1-53(74%) 2-6(9%)	0-6(9%) 1-49(69%) 2-16(22%)			
КДО, мл	150 (37)	133 (48)	131 (43)	0,286	0,191	0,908
КДО инд, мл/м ²	75 (17)	70 (24)	71 (26)	0,351	0,308	0,950
КСО, мл	80 (31)	79 (31)	75 (34)	0,601	0,364	0,810
ФВ ЛЖ, %	46 (10)	44 (10)	47 (11)	0,552	0,514	0,350

Продолжение таблицы 1

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	Достоверность		
				[1]-[2]	[1]-[3]	[2]-[3]
ИЛС	1,7 (0,4)	1,7 (0,4)	1,7 (0,5)	0,749	0,612	0,555
Объем МР, мл	45(8)	20 (7)	23 (8)	0,000	0,000	0,051
V ЛП, мл	85 (24)	91 (30)	81 (25)	0,740	0,256	0,250
V инд ЛП, мл/м ²	46 (14))	46 (13)	44 (14)	0,968	0,474	0,564
КДП ПЖ, см ²	20 (7)	21 (6)	22 (6)	0,661	0,374	0,758
КДП инд ПЖ, см ² /м ²	10 (3)	11 (4)	12 (3)	0,383	0,163	0,833
КСП ПЖ, см ²	13 (6)	15 (6)	14 (5)	0,326	0,721	0,566
КСП инд ПЖ, см ² /м ²	7(2)	8 (3)	7 (2)	0,244	0,528	0,567
ТАPSE, мм	19 (4)	14 (4)	18 (2)	0,000	0,128	0,000
VSфктк, см/с	15 (2)	11 (3)	10 (2)	0,000	0,000	0,841
ФИП ПЖ, %	35 (9)	34 (11)	37 (7)	0,368	0,455	0,229
V ПП, мл	50 (20)	43 (17)	50 (19)	0,075	0,427	0,241
V инд ПП, мл/м ²	27 (12)	22 (10)	26 (11)	0,041	0,284	0,288

Связь между геометрией и функцией ремоделированных камер сердца и тяжестью состояния больных с ИМН оценили по конечному диастолическому объему (КДО) ЛЖ и ФВ (рис.2)

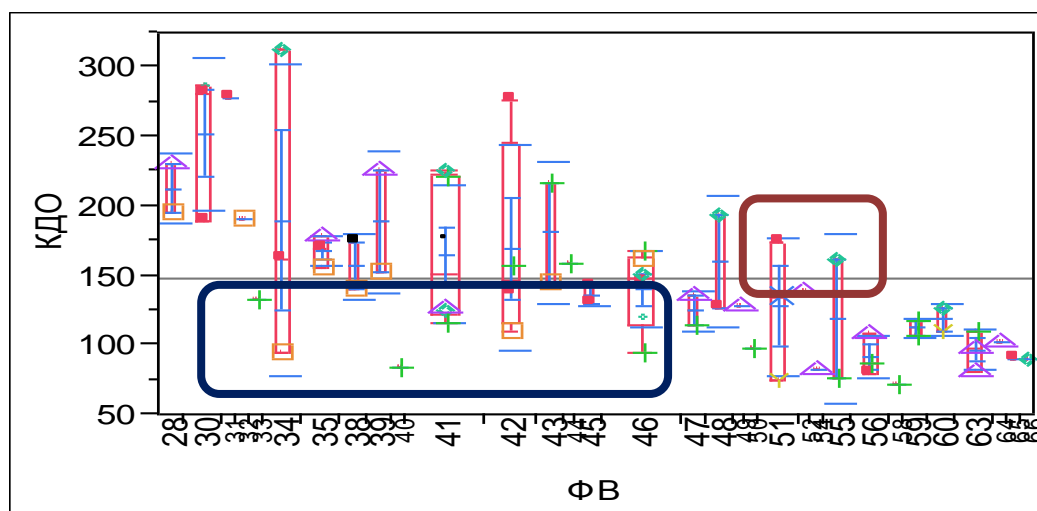


Рисунок 2 - Бивариантный анализ взаимосвязи конечного диастолического объема (КДО) ЛЖ и фракции выброса (ФВ) у больных ишемической митральной недостаточностью до операции

Анализ показал, что нет линейного соответствия увеличения КДО ЛЖ в ответ на снижение ФВ, у целого ряда больных наблюдается нормальный или незначительно повышенный КДО при снижении ФВ менее 46% (синий

контур), при этом у других пациентов из нашей выборки видим увеличение КДО свыше 140 мл при почти неизменной ФВ ЛЖ (коричневый контур). Для ПЖ оценили связь ФИП с ФК (НУНА) (рис.3).

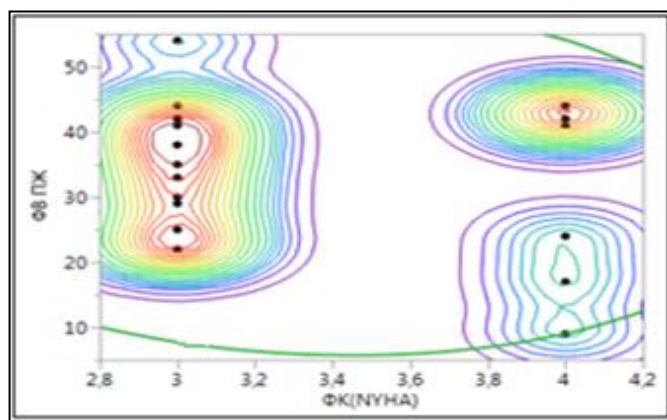


Рисунок 3 - Бивариантный анализ взаимосвязи фракции изменения площади ПЖ (ФВ ПЖ) и функционального класса (ФК) у больных ишемической митральной недостаточностью до операции

И для ПЖ бивариантный анализ не показал связи тяжести ХСН по ФК и насосному коэффициенту ФИП ПЖ, и в 3 ФК и в 4 ФК были пациенты как с резко сниженной (менее 30%) ФИП, так и практически не отличающейся от нормальных референсных значений (более 40%).

Таблица 2 - Динамика показателей серошкального стрейна, диаграммного метода и векторного анализа левого и правого желудочков у больных ишемической митральной недостаточностью до и после операции в раннем и отдаленном периодах

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	Достоверность		
				[1]-[2]	[1]-[3]	[2]-[3]
<i>Левый желудочек</i>						
GS4к	-11,4 (3,8)	-8,4 (3,3)	-9,7 (3,7)	0,003	0,070	0,268
GS2к	-11,5 (3,7)	-8,0 (3,4)	-9,5 (2,9)	0,001	0,029	0,153
GLS, средн	-11,4 (3,5)	-8,3 (3,1)	-9,6 (3,2)	0,001	0,040	0,197
dVol/dt(s), см ³ /с	251 (65)	208 (60)	215 (51)	0,025	0,026	0,748
dVol/dt(d), см ³ /с	271 (84)	193 (60)	211 (76)	0,001	0,007	0,455
dLA/dt (s), мм/с	46 (13)	40 (15)	42 (12)	0,133	0,282	0,594
dLA/dt (d), мм/с	48 (16)	36 (9)	39 (9)	0,004	0,015	0,261
суммVn(s), мм/с	18,2 (4,9)	16,4 (6,0)	16,8 (4,5)	0,266	0,291	0,837
суммVn(d),мм/с	19,3 (6,8)	14,3 (5,0)	16,0 (3,5)	0,009	0,030	0,249
<i>Правый желудочек</i>						
LSсв ПЖ	-15,2 (6,0)	-14,5 (5,5)	-14,7 (6,9)	0,676	0,775	0,916
LSобщ ПЖ	-15,1 (4,2)	-14,7 (4,9)	-15,5 (5,3)	0,731	0,721	0,631
dS/dt(s), см ² /с	29 (11)	33 (9)	30 (11)	0,242	0,799	0,386
dS/dt(d), см ² /с	27(13)	32 (11)	29 (14)	0,251	0,803	0,448

Продолжение таблицы 2

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	Достоверность		
				[1]-[2]	[1]-[3]	[2]-[3]
dLA/dt (s), мм/с	76 (27)	86 (39)	65 (23)	0,258	0,092	0,041
dLA/dt (d), мм/с	73 (26)	51 (14)	54 (19)	0,004	0,003	0,676
суммVn(s), мм/с	9,6 (5,5)	10,8 (5,5)	10,0 (5,9)	0,465	0,813	0,656
суммVn(d), мм/с	6,9 (9,6)	12,2 (5,2)	11,7 (7,3)	0,182	0,233	0,833
V1(s), мм/с	30,0 (7,7-43,3)	19,8 (13,2-35,1)	23,3 (16,3-45,1)	0,125	0,471	0,347
V2(s), мм/с	20,8 (10,6-29,9)	21,3 (12,4-27,0)	19,5 (11,9-27,6)	0,800	0,980	0,798
V3(s), мм/с	20,4 (7,6-37,9)	18,7 (8,0-30,6)	17,2 (10,0-29,8)	0,500	0,317	0,884
V4(s), мм/с	19,0 (12,9-34,5)	21,4 (11,7-28,3)	18,7 (8,7-28,0)	0,781	0,150	0,182
V1(d), мм/с	27,4 (11,2-50,1)	22,1 (18,1-36,0)	24,3 (11,6-49,9)	0,416	0,573	0,755
V2(d), мм/с	17,6 (7,6-31,6)	17,3 (10,6-34,9)	17,1 (11,1-26,6)	0,987	0,958	0,976
V3(d), мм/с	18,3 (7,6-36,1)	16,8 (10,1-26,2)	15,8 (7,8-26,7)	0,286	0,145	0,818
V4 (d), мм/с	18,5 (6,6-34,4)	21,3 (9,6-38,0)	19,8 (10,9-28,1)	0,497	0,788	0,663

До хирургического лечения в изучаемой группе больных отмечается выраженное снижение показателей систолической функции миокарда ЛЖ: продольной деформации GS4к, GS2к, GLS; и систолической функции миокарда ПЖ: продольной деформации свободной стенки ПЖ (LScв ПЖ) и общей деформации (LSобщ ПЖ).

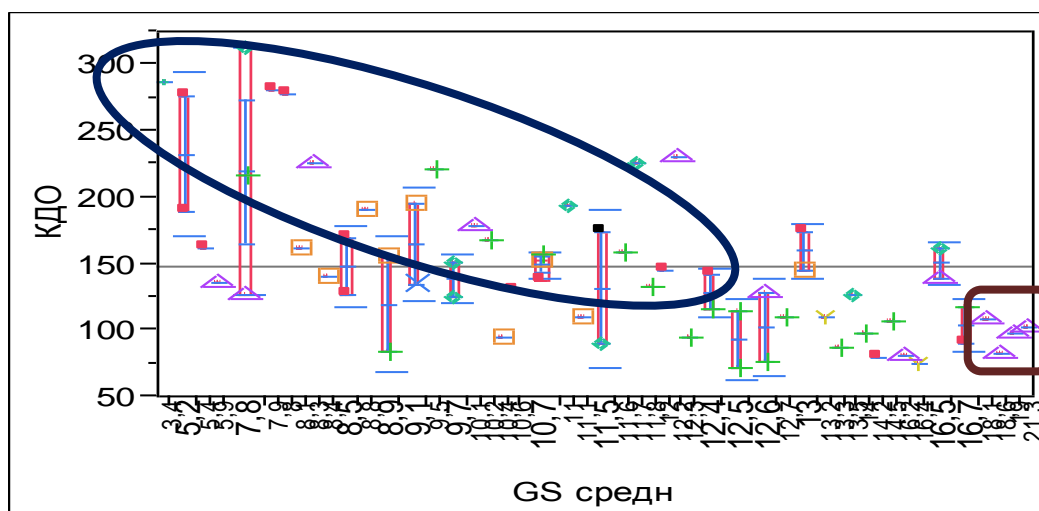


Рисунок 4 - Бивариантный анализ взаимосвязи конечного диастолического объема (КДО) ЛЖ и глобальной продольной деформации GS средн. у больных ишемической митральной недостаточностью до операции

Проведенный анализ распределения больных по КДО в зависимости от величины GLS (рис.4) показал, что существует почти линейная связь между выраженным снижением деформации (GLS менее 12) и увеличением КДО свыше 130 мл (синий контур). Также отмечено, что КДО ЛЖ не превышает 100мл у пациентов с нормальными или незначительно

сниженными значениями деформации (GLS от 16,7 до 21,3) (коричневый контур).

По данным векторного анализа нами выявлено снижение суммы ССМ и в систолу, и в диастолу как по ЛЖ практически на 30% в сравнении с нормой (Кулагина Т.Ю., 2014), так и по ПЖ до 20% в сравнении с нормой (Березина Е.В., 2013). Причем степень снижения не зависела от выраженности ИМН. На рисунке 5 представлено распределение пациентов по сумме ССМ ЛЖ в систолу (5А) и сумме ССМ ПЖ в диастолу (5Б). У всех больных отмечалось снижение ССМ и отсутствовала связь со степенью МН, что свидетельствует о преимущественном влиянии коронарного дефицита на миокард обоих желудочков.

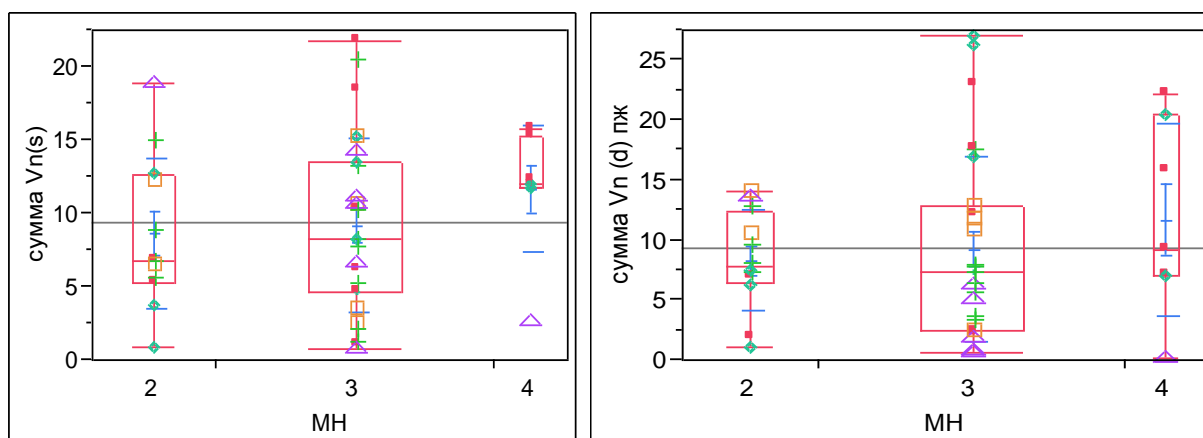


Рисунок 5 - Однофакторный анализ взаимосвязи суммы нормальных скоростей смещения миокарда ($V_n(s)$) левого желудочка (А) и суммы нормальных скоростей смещения миокарда ($V_n(d)$) правого желудочка (Б) и степени митральной недостаточности

Графическое представление ССМ позволяет провести не только количественную оценку движения миокарда в каждом сегменте, но и выявить диссинергию сокращения по времени наступления пиков ССМ (рис. 6). Хроническая недостаточность коронарного кровообращения приводит к стойкой гипоперфузии и диссоциации сокращения миокарда, проявляющейся в наблюдаемой диссинхронии сокращения и снижении значений ССМ не только в гипо- и akinетичных сегментах ЛЖ, но и в относительно незатронутых сегментах ПЖ.

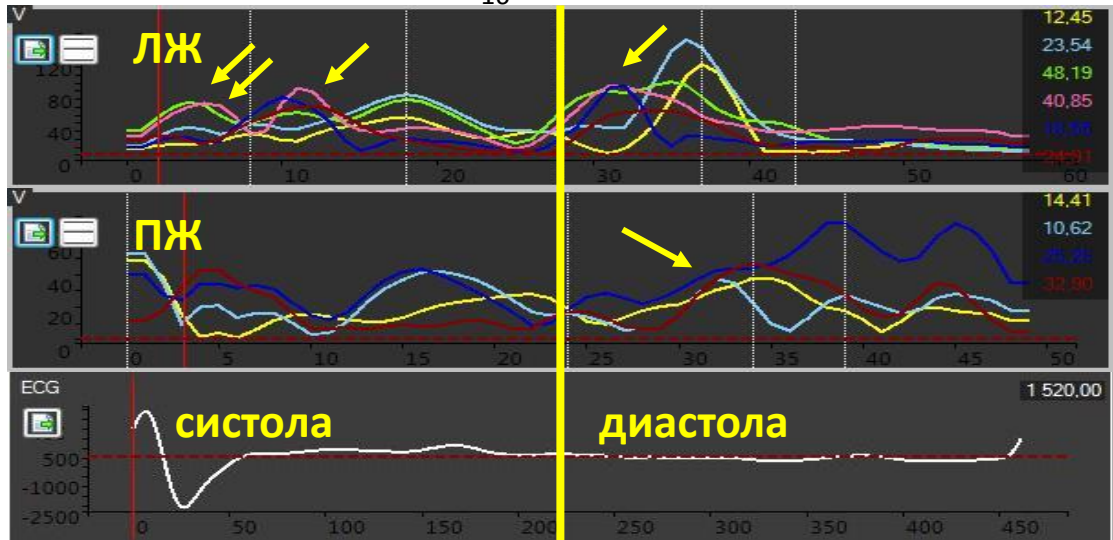


Рисунок 6 - Графики скоростей смещения миокарда левого и правого желудочков сердца, синхронизированные с ЭКГ у больного ишемической болезнью сердца с гемодинамически значимой митральной недостаточностью до операции. 4-х камерная апикальная позиция. Стрелки указывают на асинхронность сокращения сегментов.

На приведенных ниже диаграммах «поток-объем» для ЛЖ на этапах наблюдения (рис. 7) наблюдаются характерные для ИБС с МН особенности. До операции - увеличение КДО и КСО, монофазный диастолический поток, сглаженность и двухфазность систолической кривой; в раннем послеоперационном периоде - уменьшение объемов ЛЖ, двухфазность кривой диастолы (отчетливые волны раннего и позднего наполнения), нормализация формы систолической кривой; в отдаленном периоде - восстановление соотношения пиковых значений $dVol/dt$ в систолу и диастолу и пропорции диастолических волн.

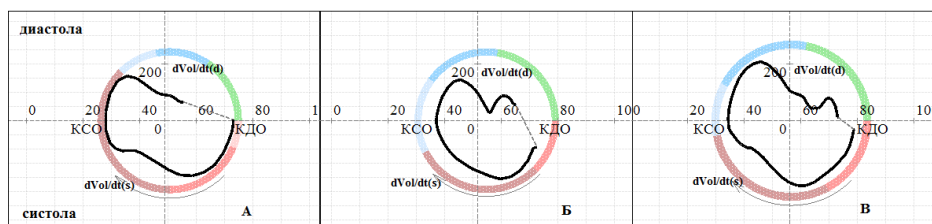


Рисунок 7 - Диаграмма «поток – объем» с обозначением фаз сердечного цикла: по оси абсцисс – значения объема левого желудочка в мл; по оси ординат – скорость изменения объема в мл/с у больного ишемической болезнью сердца с гемодинамически значимой митральной недостаточностью (А) – до операции, (Б) – в раннем послеоперационном периоде, (В) – в отдаленном периоде

Диаграммы «поток-площадь» для ПЖ: до операции - смещение систолического пика $dS/dt(s)$ влево, равновеликие волны диастолического наполнения; в раннем послеоперационном периоде - сохраняющееся

смещение систолического пика влево, преобладание волны позднего диастолического наполнения; в отдаленном периоде - сохранение систолических нарушений, восстановление формы кривой и количественных значений в диастолу (рис. 8).

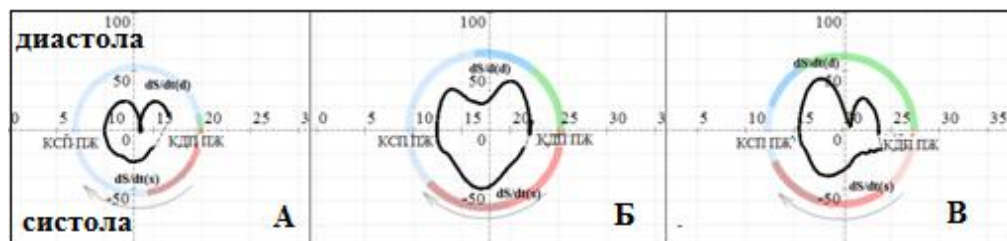


Рисунок 8 - Диаграмма «поток – площадь» с обозначением фаз сердечного цикла: по оси абсцисс – значения площади правого желудочка в см^2 ; по оси ординат – скорость изменения площади в $\text{см}^2/\text{с}$ у больного ишемической болезнью сердца с гемодинамически значимой митральной недостаточностью (А) – до операции, (Б) – в раннем послеоперационном периоде, (В) – в отдаленном периоде

Обращает на себя внимание, что восстановительные процессы начинаются с диастолы как в левом, так и в правом желудочке, с постепенным через 6-12 месяцев вовлечением систолы и нормализацией соотношения изменений объема камер сердца за цикл. Такой подход через обобщенную оценку процессов сокращения и расслабления миокарда после реваскуляризации и коррекции объемной перегрузки дает новое представление о течении восстановительного периода у больных с коронарной недостаточностью и ИМН.

Оценка межжелудочкового взаимодействия, проведенная с помощью корреляционного анализа, выявила следующие закономерности. Параметры деформации левого (GСсредн) и правого (LSобщ) желудочков не показали статистически значимых взаимосвязей с геометрическими и функциональными параметрами противоположных желудочков.

В то же время, умеренную корреляционную связь показали: систолическая скорость изменения объема ЛЖ ($dVol/dt (s)$) с КСПинд ПЖ ($r=0,60$ $p=0,001$) и КДПинд ПЖ ($r=0,63$ $p=0,000$); диастолическая скорость изменения объема ЛЖ ($dVol/dt (d)$) с КСПинд ПЖ ($r=0,56$ $p=0,002$) и КДПинд ПЖ ($r=0,62$ $p=0,000$). Скорость изменения площади ПЖ (dS/dt)

показала статистически значимую умеренную корреляционную связь с КДО ЛЖ в систолу ($r=0,42$ $p=0,025$) и диастолу ($r=0,45$ $p=0,015$). Таким образом, интегральные показатели систолической и диастолической функции ЛЖ и ПЖ, полученные с помощью диаграммного метода, могут служить биомаркерами межжелудочкового взаимодействия у больных ИБС с МН.

Ранняя доклиническая оценка функции ПЖ является нетривиальной, но тем не менее очень важной задачей у больных с ХСН, поскольку бивентрикулярная недостаточность рассматривается рядом автором (G. Mandoli et al., G. Pestelli et al., 2021) как конечная стадия ХСН, значительно ухудшает прогноз и сокращает сроки выживания.

Развитие ЛГ на фоне снижения систолической функции ЛЖ и вторичной МН повышает постнагрузку для ПЖ, формируя его дисфункцию различной степени выраженности. У всех пациентов до операции увеличены индексированные КДП в среднем на 20%, КСП в среднем на 63% по сравнению с референсными значениями, ФИП ПЖ на нижней границе нормы – 35(9)% (ASE, EACVI 2015), при этом статистически значимых различий TAPSE и VSфктк получено не было. В отдаленном периоде после хирургического лечения статистически значимо снизилось давление в ЛА без достоверного изменения размеров и стандартных функциональных показателей ПЖ.

Не всегда напрямую зарегистрированные анатомо-функциональные показатели на этапах лечения могут отражать подчас скрытую неявную динамику улучшения/ухудшения течения патологических процессов. Изменения, происходящие в биологических системах, подвержены влиянию многих нередко разнонаправленных факторов и не подчиняются линейным законам. Интегральные показатели, отобранные с учетом патофизиологии и гемодинамики, могут быть информативнее и доказательнее. В качестве таких параметров выбраны отношение TAPSE и LScвПЖ к систолическому давлению в ЛА (Рисунок 9).

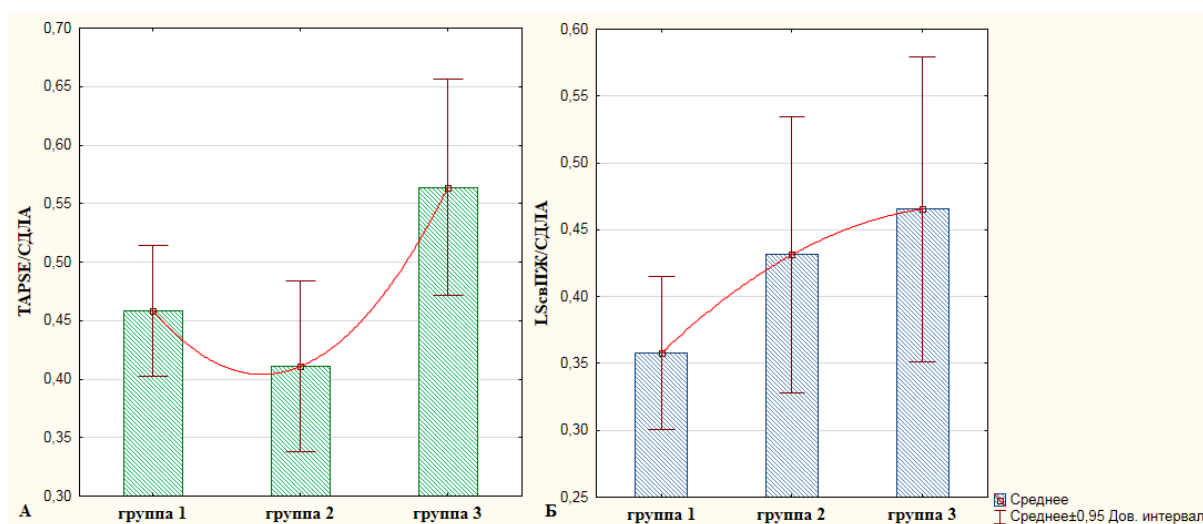


Рисунок 9 – Сравнение динамики показателей: (А) - TAPSE/CDLA, мм/мм рт.ст. и (Б) - LScvПЖ/CDLA, %/мм рт.ст. у больных ишемической болезнью сердца с митральной недостаточностью на этапах хирургического лечения

Обращает на себя внимание снижение в два и более раза TAPSE/CDLA (0,43(0,17) vs 0,7-0,9 в норме) и LScvПЖ/CDLA (0,31(0,15) vs 0,7-0,9 в норме) у больных 1 группы. Далее на этапах лечения отмечается рост соотношения TAPSE/CDLA в отдаленном периоде и плавное неуклонное повышение LScvПЖ/CDLA в раннем и отдаленном периодах.

В литературе при рассмотрении новых индексов в качестве предикторов неблагоприятных исходов у больных с различными заболеваниями сердечно-сосудистой системы (ХСНснФВ, ЛАГ, АС и др.) в качестве пороговых значений выбирали: от 0,27 до 0,40 для TAPSE/CDLA; и <0,5 для LScvПЖ/CDLA.

Таким образом, следует расценивать больных ИБС с ИМН, как особую группу больных с бивентрикулярной ХСН, гемодинамически выраженной левожелудочковой СН и скрытой правожелудочковой СН. Для ЛЖ это доказано значимым (30% и более) нарушением локальной (ИЛС) и глобальной (GS) сократимости, оказывающими влияние на насосный коэффициент (ФВ) ЛЖ и, в конечном итоге, на сердечный выброс у больных с гемодинамически значимой МН как на дооперационном этапе, так и после максимально возможной

реваскуляризации миокарда и коррекции МН. Для ПЖ - доказано через снижение параметров ФИП ПЖ, TAPSE и VSфктк, TAPSE/СДЛА, LScвПЖ/СДЛА.

Это наблюдение свидетельствует о длительном (более 12-18 мес) сохранении ХСН не менее II-III ФК у этой группы пациентов и, несомненно, требует пристального внимания за контролем медикаментозной терапии в послеоперационном периоде для улучшения прогноза после хирургического лечения.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм диагностики количественной оценки функции левого и правого желудочков сердца по данным векторного анализа, диаграммного метода и деформации миокарда у пациентов ИБС, осложненной недостаточностью митрального клапана, на всех этапах хирургического лечения.
2. Восстановление коронарного кровообращения и нормализация потоков крови через митральный клапан не сопровождаются нормализацией кинетики миокарда левого и правого желудочков непосредственно в госпитальном периоде, что отражается отсутствием динамики деформации и суммы скоростей смещения миокарда как в систолу, так и в диастолу.
3. Критерием оценки функции миокарда правого желудочка служит динамика суммы скоростей смещения миокарда, увеличивающихся в систолу на 4%, а в диастолу на 42% в отдаленном послеоперационном периоде.
4. Скорость изменения объема и длинной оси левого желудочка и скорость изменения площади правого желудочка в период сердечного цикла служат параметрами оценки глобальной функции миокарда и обратного ремоделирования камер сердца после устранения дефицита коронарного кровообращения и перегрузки желудочков объемом.

5. Одними из наиболее значимых предикторов оценки функции сердца у больных с недостаточностью коронарного кровообращения и перегрузкой сердца объемом служат биомаркеры правожелудочково-артериального сопряжения: TAPSE/СДЛА - изменяется в отдаленном периоде на 27% по сравнению с исходом, а LСобщ ПЖ/СДЛА - на 34%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Протокол комплексного эхокардиографического обследования больных с ишемической митральной недостаточностью необходимо дополнить определением показателей векторного и диаграммного методов анализа и деформации миокарда ЛЖ и ПЖ.

2. Для оценки восстановления гемодинамики и функции миокарда ЛЖ у больных ИМН до операции, в раннем и отдаленном послеоперационном периодах необходимо оценивать глобальную продольную деформацию (GLS), скорости изменения объемов ($dVol/dt$), скорости изменения длинной оси (dLA/dt) в систолу и диастолу.

3. Для оценки восстановления гемодинамики и функции миокарда ПЖ у больных ИМН до операции, в раннем и отдаленном послеоперационном периодах необходимо оценивать: общую продольную деформацию (LСобщ ПЖ), деформацию свободной стенки ПЖ (LСсв ПЖ), скорости изменения площадей (dS/dt), скорости изменения длинной оси (dLA/dt) в систолу и диастолу, а также определять скорости смещения миокарда.

4. Оценка значений правожелудочково-артериального сопряжения TAPSE/СДЛА и LСсвПЖ/СДЛА позволяет диагностировать постепенное восстановление латентной дисфункции ПЖ после хирургического лечения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Предикторы риска операций у больных с недостаточностью коронарного кровообращения / В.А. Сандриков, Т.Ю. Кулагина, И.В. Архипов, А.С. Крылов, А.М. Ятченко, **Ю.Н. Петрова**, Е.Ю. Ван // Анестезиология и реаниматология. 2015. Т. 60. № 5. С. 4-8.
2. Функция миокарда у больных с ишемической болезнью сердца до и после восстановления коронарного кровотока/ Т.Ю. Кулагина, В.А. Сандриков, О.В. Должанский, **Ю.Н. Петрова** // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2021. 14(3). С. 153-158.
3. Скорости сокращения миокарда в оценке диастолической функции / Т.Ю. Кулагина, В.А. Сандриков, Р.З. Зябирова, **Ю.Н. Петрова**, В.С. Клименко, Н.В. Власова // Медицинский алфавит. 2021. № 15. С. 28-32.
4. Оценка функции правого и левого желудочков и взаимодействия между ними у пациентов с ишемической болезнью сердца, осложненной митральной недостаточностью / Т.Ю. Кулагина, В.А. Сандриков, Е.Ю. Ван, Р.З. Зябирова, **Ю.Н. Петрова** // Кардиология. 2022. Т. 62. № 1. С. 46–56.
5. Сокращения левого желудочка и левого предсердия у больных с постинфарктным кардиосклерозом / В.А. Сандриков, Т.Ю. Кулагина, **Ю.Н. Петрова**, Е.Ю. Ван. // XIX Ежегодная сессия НЦССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России с Всероссийской конференцией молодых ученых. Тезисы – 2015, Том 16, №3, стр. 198
6. Особенности кардиомеханики сокращения миокарда у больных недостаточностью митрального клапана/ В.А. Сандриков, Т.Ю. Кулагина, **Ю.Н. Петрова**, Е.Ю. Ван, В.А. Иванов, Д.Р. Хаджиева // XX Ежегодная сессия НЦССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России с Всероссийской конференцией молодых ученых. Тезисы – 2016, Том 17, №3, стр. 115 р. 395

7. Биомеханика сокращения патологического миокарда у больных клапанной патологией и ишемической болезнью сердца / В.А. Сандриков, Т.Ю. Кулагина, Е.Ю. Ван, Е.В. Березина, В.А. Иванов, **Ю.Н. Петрова** // В книге: Российский национальный конгресс кардиологов. Материалы конгресса. 2015. С. 557
8. Новые подходы к оценке функции правого желудочка у пациентов ишемической болезнью сердца с митральной недостаточностью/ Е.Ю. Ван, И.В. Жбанов, Т.Ю. Кулагина, **Ю.Н. Петрова**, В.А. Сандриков, Д.Р. Хаджиева // В книге: Российский национальный конгресс кардиологов. Материалы конгресса. 2017. С. 384
9. Особенности биомеханики левого желудочка и левого предсердия у больных недостаточностью митрального клапана / Е.Ю. Ван, В.А. Иванов, Т.Ю. Кулагина, **Ю.Н. Петрова**, В.А. Сандриков, Д.Р. Хаджиева // В книге: Российский национальный конгресс кардиологов. Материалы конгресса. 2017. С. 389
10. Оценка функции правого желудочка у пациентов с ишемической митральной недостаточностью/ **Ю.Н. Петрова**, Т.Ю. Кулагина, В.А. Сандриков, И.В. Жбанов, Е.Ю. Ван, Г.А. Ревিশвили // В сборнике: Российский национальный конгресс кардиологов. Материалы конгресса. 2019. С. 269
11. Оценка деформации миокарда левого и правого желудочков у пациентов с ишемической митральной недостаточностью на разных этапах хирургического лечения/ **Ю.Н. Петрова**, Т.Ю. Кулагина, Е.Ю. Ван, Р.З. Зябирова // Сборник тезисов Международной конференции «Спорные и нерешенные вопросы кардиологии 2020». М., 2020 С. 56
12. Оценка функции миокарда левого и правого желудочков у пациентов с ишемической митральной недостаточностью / Т.Ю. Кулагина, **Ю.Н. Петрова**, В.А. Сандриков, Д.А. Яворовская, Е.Ю. Ван// МАТЕРИАЛЫ XV Юбилейного Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «РАДИОЛОГИЯ – 2021» С. 89-90

13. Оценка толерантности к физическим нагрузкам по результатам стресс-эхокардиографии со спироэргометрией у пациентов с ишемической митральной недостаточностью/ Т.Ю. Кулагина, Ю.Н. Петрова, В.А. Сандриков, Е.Ю. Ван // МАТЕРИАЛЫ XV Юбилейного Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «РАДИОЛОГИЯ – 2021» С. 90-91

Список сокращений

dLA/dt(d)	скорости изменения длинной оси в диастолу
dLA/dt(s)	скорости изменения длинной оси в систолу
dS/dt(d)	скорость изменения площади правого желудочка в диастолу
dS/dt(s)	скорость изменения площади правого желудочка в систолу
dVol/dt(d)	скорость изменения объема левого желудочка в диастолу
dVol/dt(s)	скорость изменения объема левого желудочка в систолу
GLS	global strain (глобальная продольная систолическая функция левого желудочка)
LS общ ПЖ	продольная деформация правого желудочка общая
LS св ПЖ	продольная деформация свободной стенки правого желудочка
TAPSE	tricuspid annular plane systolic excursion (скорости движения фиброзного кольца трикуспидального клапана)
ИБС	ишемическая болезнь сердца
ИМН	ишемическая митральная недостаточность
КДО	конечный диастолический объем
КДП ПЖ	конечная диастолическая площадь правого желудочка
КДР	конечный диастолический размер
КСО	конечный систолический объем
КСП ПЖ	конечная систолическая площадь правого желудочка
ЛГ	легочная гипертензия
ЛЖ	левый желудочек
МК	митральный клапан
МН	митральная недостаточность
ПЖ	правый желудочек
СДЛА	систолическое давление в легочной артерии
СрДЛА	среднее давление в легочной артерии
ССМ	скорость смещения миокарда
сумма Vn(d)	суммы нормальных скоростей ЛЖ в диастолу
сумма Vn(s)	суммы нормальных скоростей ЛЖ в систолу
ФВ	фракция выброса
ФИП ПЖ	фракция изменения площади правого желудочка
ФК	функциональный класс
ХСН	хроническая сердечная недостаточность