

На правах рукописи

ХАДЖИЕВА ДИАНА РУСЛАНОВНА

**ДИНАМИКА ПОТОКОВ КРОВИ В ЛЕВОМ ЖЕЛУДОЧКЕ КАК ОДИН
ИЗ ПРЕДИКТОРОВ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАЦИЙ НА МИТРАЛЬНОМ
КЛАПАНЕ**

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2019

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

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

Доктор медицинских наук

Кулагина Татьяна Юрьевна

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ:

Доктор медицинских наук, профессор

Иванов Виктор Алексеевич

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Саидова Марина Абдулатиповна- доктор медицинских наук, профессор, руководитель лаборатории ультразвуковых методов исследования ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии" (НМИЦК) Минздрава России

Алехин Михаил Николаевич- доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева» Минздрава РФ)

Защита диссертации состоится « » _____ 2019 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» и на сайте www.med.ru

Адрес: 119991, Москва, Абрикосовский пер., д. 2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»

Автореферат разослан « » _____ 2019 г.

Ученый секретарь Диссертационного ученого совета

Доктор медицинских наук

Э.А. Годжелло

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

По данным отечественных и зарубежных публикаций за последние 5 лет недостаточность левого атриовентрикулярного клапана органического генеза занимает второе место среди клапанных пороков сердца, требующих хирургического лечения [Бокерия Л.А., и соавт., 2016; Lancellotti P., et. al., 2013; Nishimura R.A., et. al, 2014, 2017; Baumgartner H., et.al., 2017]. В этиологии приобретенных пороков сердца доля дегенеративных поражений клапанов составляет 50,7% среди оперированных пациентов в 2015 г. в Российской Федерации на фоне общего увеличения количества операций по коррекции порока митрального клапана (МК) [Бокерия Л.А., и соавт., 2016]. Протезирование МК с сохранением его подклапанных структур является наиболее распространенным и часто применяемым видом хирургической коррекции [Мироненко В.А., 2008; Иванов В.А., 2015]. Длительно существующая объемная перегрузка левого желудочка (ЛЖ) и левого предсердия (ЛП) на фоне гемодинамически значимой степени митральной недостаточности (МН) является причиной повреждения миокарда ЛЖ, сердечной недостаточности и смерти пациентов [Nishimura R.A., et. al, 2014, 2017].

Эхокардиография (ЭхоКГ) является наиболее предпочтительным и широко используемым в клинической практике методом диагностики, позволяя оценить не только анатомию и функцию МК, но и функцию левых отделов сердца, определяющих тяжесть течения и прогноз заболевания [Кулагина Т.Ю., 2014; Lancellotti P., et. al., 2013; Nishimura R.A., et. al., 2014].

Анализ литературы указывает на достаточно большое число публикаций, посвященных изучению функции ЛЖ, в основе которых лежит оценка глобальной продольной деформации ЛЖ [Бузиашвили Ю.И. и соавт., 2017; Саидова М.А., и соавт., 2017; Lang R.M., et.al., 2015; Collier P. et.al., 2017;] и деформации ЛП [Алехин М.Н., 2017; Павлюкова Е.Н., 2017; Cameli M., 2017]. При этом отсутствуют стандарты в оценке деформации ЛП. К тому же, в

литературе недостаточно освещен вопрос совместной оценки функции ЛЖ и ЛП после хирургической коррекции МН, чему посвящены единичные публикации.

У больных недостаточностью МК и перегрузкой ЛЖ и ЛП объемом оценка функции миокарда и механики сокращения на основании скоростей смещения миокарда и взаимодействия миокарда ЛЖ и ЛП является актуальной и нерешенной задачей для прогнозирования состояния пациентов после операции. В связи с этим, поиск предикторов прогнозирования функции миокарда нуждается в дополнительной разработке с учетом функции ЛЖ и ЛП.

Цель исследования: изучить динамику потоков крови в левых отделах сердца у больных недостаточностью митрального клапана до и после хирургического лечения в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах.

Задачи исследования

1. Исследовать динамику потоков крови в левом желудочке и левом предсердии у больных недостаточностью митрального клапана до хирургического лечения.
2. Оценить состояние и функцию миокарда левого желудочка и левого предсердия, основываясь на взаимодействии миокарда с потоками крови после хирургического лечения недостаточности митрального клапана.
3. Оценить эффективность хирургической коррекции митральной недостаточности по динамике потоков крови в левом желудочке и левом предсердии.

Научная новизна работы

Диссертационная работа по комплексной оценке гемодинамики и функции ЛЖ и ЛП по скоростям смещения миокарда и динамики скорости изменения объема по данным ЭхоКГ у больных с недостаточностью МК – новое направление в оценке радикальности коррекции патологии. Впервые разработан новый подход к оценке резервуарной и кондуктивной функции ЛП, позволяющий оценить функцию ЛЖ и ЛП как единой камеры, с точной технологией оценки сердца как насоса. Доказано, что длительная регургитация через МК приводит

не только к перерастяжению камер сердца, но и к изменению структуры сокращения миокарда через развитие фиброза, что отражается в значительном изменении скоростей и деформации. Создан новый алгоритм диагностики по индексированным коэффициентам показателей функции миокарда с учетом увеличенных полостей ЛЖ и ЛП у больных МН на этапах хирургического лечения. Получены новые научные данные через построение диаграмм и регистрацию скоростей изменения объемов, доказывающие обратное ремоделирование ЛЖ и ЛП после радикальной коррекции недостаточности митрального клапана к 6-7 месяцам после операции, а скорость изменения объема служит одним из предикторов в оценке результатов лечения.

Практическая значимость работы

Внедрение в клиническую практику комплексного ЭхоКГ обследования, дополненного определением показателей векторного анализа, диаграммного метода и деформации миокарда, у больных МН позволяет оценить нарушения гемодинамики и функции миокарда ЛЖ и ЛП на всех этапах хирургического лечения, что имеет важное значение в тактике ведения больных. В послеоперационном периоде - прогнозировать этапы улучшения кровообращения. Объективным критерием оценки функции ЛЖ и ЛП служат – объем регургитации, скорость изменения объема в диастолу и систолу, а также динамика объемов полостей сердца. Суммы нормальных скоростей ЛЖ, скорости изменения длинной оси ЛЖ и ЛП, показатели деформации ЛЖ и ЛП, нормированные к индексированным объемам левых отделов, используются для оценки степени восстановления функции миокарда левых отделов сердца после хирургического лечения в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах.

Положения, выносимые на защиту

1. Векторный анализ, диаграммный метод и оценка деформации миокарда по данным эхокардиографии позволяют оценить взаимосвязь ремоделирования и динамики потоков крови в левых отделах сердца у больных недостаточностью митрального клапана

2. Создан алгоритм оценки функции миокарда и сопряжения левого желудочка и левого предсердия по данным векторного анализа, диаграммам «поток-объем» и метода «след пятна» у больных недостаточностью митрального клапана

3. Использование векторного анализа и диаграммного метода с оценкой затрат энергии сокращения миокарда позволяет прогнозировать восстановление функции миокарда левого желудочка и левого предсердия после хирургического лечения митральной недостаточности

Степень достоверности и апробация результатов

Материалы диссертации доложены и обсуждены на научно-практической конференции «Редкие наблюдения и ошибки инструментальной диагностики» (Звенигород, 27-28 апреля 2017 г), «XXI Ежегодной сессии ННПЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России с Всероссийской конференцией молодых ученых (г. Москва, 21-23 мая 2017), Российском национальном конгрессе кардиологов (г. Санкт-Петербург, 24-27 октября 2017), на 26-м Конгрессе Азиатской Ассоциации сердечно-сосудистых и торакальных хирургов (ASCVTS-2018) (24-27 мая 2018). Апробация работы состоялась на совместной конференции лаборатории отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики, отделения хирургии пороков сердца, в присутствии сотрудников других подразделений ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского 5 апреля 2018г.

Внедрение в практику

Результаты работы внедрены в клиническую практику отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики, отдела хирургии сердца ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», а также в процесс обучения ординаторов и курсантов на кафедре «Функциональной и ультразвуковой диагностики» ИПО ПМГМУ им. И.М. Сеченова.

Личный вклад автора

Автор проводила отбор пациентов, выполняла ЭхоКГ до и после операции в раннем и отдаленном периодах, с последующей обработкой изображений в

программе Multivox и Echopac с оценкой всех параметров, предусмотренных настоящим исследованием, составляла базу данных, принимала участие в статистической обработке материала. Результаты проанализированы и сопоставлены с данными литературы. На основании полученных данных сформулированы выводы и разработаны практические рекомендации.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 4 работы в журналах, рекомендуемых ВАК РФ для публикации результатов диссертации.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 139 страницах. Состоит из введения и 3 глав (обзора литературы, материалов и методов исследования, собственных результатов исследования, клинических наблюдений), заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы. Включает 21 таблицу и 71 рисунок. Список литературы содержит 97 источников (26 отечественных, 71 зарубежный).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Клинические наблюдения и методы исследования. Для решения поставленных задач было обследовано 89 человек, включающих в себя 63 пациента с гемодинамически значимой степенью недостаточности МК и 26 здоровых добровольцев (для оценки функции ЛП и деформации левых отделов сердца в норме). Возраст пациентов составил 53 ± 11 лет. Мужчин в обследовании было 39 (62%), женщин - 24 (38%). В группе контроля средний возраст составил 39 ± 7 лет. Мужчин было 15 (58%), женщин 11 (42%).

У всех пациентов, включенных в исследование был синусовый ритм. По тяжести состояния, в соответствии с классификацией ХСН по NYHA (2004), II ФК имели 48 % пациентов, III ФК - 40% пациентов, IV ФК - 12%.

В 74% наблюдений причиной недостаточности МК служила соединительно-тканная дисплазия. При этом, чаще регистрировали отрыв хорд задней створки (ЗС) МК (42% от общего числа наблюдений), реже отрыв хорд ПС МК (12%), и у 20% пациентов - пролапс передней и/или задней створок МК.

Кроме того, ревматическое поражение и инфекционный эндокардит встречались у 18% и 8% пациентов соответственно. Ревматическое поражение МК было представлено пороком МК 3 группы (с незначительным стенозом МК), и реже 4 группы по классификации Б. В. Петровского.

Всем пациентам МН 3-4 степени в условиях ИК, холодовой и фармакологической кардиopleгии, в зависимости от поражения клапанного аппарата, была произведена хирургическая коррекция МК: 41 пациенту выполнено протезирование механическими и биологическими протезами, 22 пациентам выполнена аннулопластика МК опорным кольцом, совместно с вальвулопластикой МК (проф. В.А. Иванов).

Пациенты с МН были обследованы в 3 этапа: трансторакальное эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование проводили в дооперационном и раннем послеоперационном (на 7-14 сутки после операции) и в отдаленном послеоперационном периодах через 6-8 месяцев после операции. ЭхоКГ выполняли по стандартной методике в состоянии покоя на ультразвуковом приборе экспертного класса VIVID - E9 (GE HC, USA) мультисекторным матричным датчиком 3,5-4,6 МГц с одновременной регистрацией электрокардиограммы (ЭКГ).

Для оценки функционального состояния сердца определяли систолическую и диастолическую функцию ЛЖ, измеряли геометрию полостей сердца (линейные размеры и объемы ЛЖ и ЛП, индексированные к ППТ), ФИ ЛЖ, толщину межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ, линейные размеры правых отделов сердца, скоростные параметры трансмитрального, трансаортального, транстрикуспидального кровотоков, степень митральной, аортальной, трикуспидальной недостаточности, давление в ЛА.

Векторный анализ ЛЖ и ЛП. Динамические серошкальные серии изображений ЛЖ и ЛП, полученные в 4-х, 3-х и 2-х камерной проекции, состоящие из 3 кардиоциклов были обработаны в режиме offline в программе MultiVox методом векторного анализа с построением диаграмм «Поток-Объем» ЛЖ и ЛП, оценкой скоростных характеристик миокарда и затрат энергии

сокращения ЛЖ и ЛП (разработка ФГБНУ РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского совместно с МГУ имени М.В. Ломоносова), а также, на рабочей станции «Echoras» методом STI для оценки деформации миокарда ЛЖ и ЛП. В анализ были включены их усредненные значения.

Диаграмма "поток-объем" ЛП в группе контроля и у больных МН.

Для построения диаграммы «Поток-объем» ЛП, оконтуривание эндокарда ЛП производилось после оконтуривания эндокарда ЛЖ в том же кардиоцикле (рис. 1 А, Б).

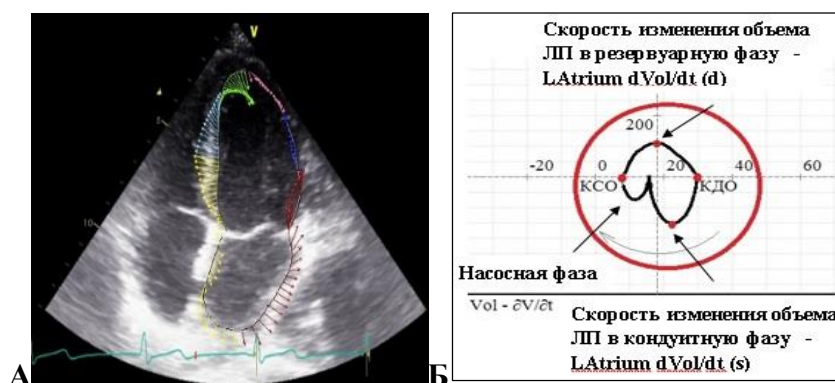


Рисунок 1. (А, Б). Результаты обработки серошкальных изображений ЛЖ и ЛП в программе MultiVox: Векторы скоростей смещения миокарда ЛЖ и ЛП (А); Диаграмма «Поток – объем» ЛП (Б) в норме (направление движения по часовой стрелке) с обозначением фаз сердечного цикла; По горизонтальной оси –объем (Vol), по вертикальной оси – скорость изменения объема (L Atrium dVol/dt) [Кулагина Т.Ю., 2018]

Диаграмма ЛП характеризует фазы сокращения ЛП, отражая его функцию наполнения ЛЖ и состоит из трёх компонентов: *резервуарного* (накопительного), *кондуитного* (опорожняющего) и *насосного* (систола ЛП) (рис. 1Б).

Оценка деформации ЛЖ и ЛП. Оценивали глобальную продольную систолическую деформацию ЛЖ (GLS), глобальную пиковую продольную деформацию миокарда ЛП (PALS) в фазу наполнения ЛП и пиковую сократительную деформацию (PACS) в фазу сокращения ЛП. В 4-х и 2-х камерной апикальной позиции в одном кардиоцикле проводили трассировку границ эндокарда как ЛЖ, так и ЛП. Оценку деформации ЛП у больных МН после операции проводили только после пластики МК, в связи с трудностью получения данных при оконтуривании ЛП методом серошкального стрейна (STI) после протезирования МК. В анализ были включены усредненные значения.

Для статистической обработки данных использовали прикладной пакет статистических программ STATISTICA 10,0 (StatSoft, Inc., США), JMP 7 (SAS, Inc., США). Методами описательной статистики определяли характер распределения непрерывных данных, оценивая: среднее (M), медиану (Me), моду (M), стандартное отклонение (SD), интерквартильную широту. Проверку гипотез о равенстве средних двух выборочных совокупностей изучаемого признака в исследуемых группах производили с помощью критерия достоверности (t -критерия) Стьюдента и уровень значимости (p). Для выявления взаимосвязей между анализируемыми признаками проводили корреляционный анализ с вычислением парных коэффициентов корреляции Пирсона (r) и уровня значимости (p). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты обследования в виде основных показателей гемодинамики, стандартных эхокардиографических измерений, данных постобработки в сравнительном виде на этапах лечения приведены в таблицах 1, 2.

До хирургического лечения большинство обследованных больных принадлежало 2-3 ФК ХСН, у всех была выявлена значительная и тяжелая степень МР, наблюдалась практически прямая связь между увеличенными размерами и объемами ЛЖ. У всех больных наблюдалась умеренная или выраженная легочная гипертензия. На ремоделирование левых камер сердца влияли в разной степени следующие факторы: этиология и длительность существования МН, степень выраженности соединительно-тканной дисплазии, и, конечно степень выраженности непосредственно МН. Анализ основных гемодинамических показателей и ЭхоКГ параметров ЛЖ у больных с МР показал, что у пациентов до операции статистически значимо повышены не только КДО, КСО, КДР, КСР, но также нормированные на ППТ значения этих показателей по сравнению с группой в раннем послеоперационном периоде ($p < 0,001$), что говорит о выраженной объемной перегрузке ЛЖ до операции.

Таблица 1. Динамика показателей гемодинамики, векторного анализа и деформации левого желудочка у больных митральной недостаточностью до и после операции в раннем и отдаленном периодах

Параметры	До операции (I)	Ранний п/о период (II)	Отдаленный п/о период (III)	Достоверность		
				I-II	II-III	I-III
Гемодинамические и ЭхоКГ показатели ЛЖ						
ЧСС, ударов в мин.	73 (11)	80 (10)	77 (9)	0,01	0,43	0,24
САД, мм рт. ст.	122 (14)	115 (8)	122 (15)	0,01	0,04	0,91
ДАД, мм рт. ст.	77 (9)	73 (6)	80 (10)	0,05	0,00	0,22
Р ЛА(пик), мм рт. ст.	52 (19)	30 (6)	28 (3)	0,00	0,25	0,00
Р ЛА(ср), мм рт. ст.	27 (9)	20 (4)	17 (3)	0,00	0,07	0,00
ФК по NYHA	от 2 до 3 (1)	-	-			
MP, степень	3,6 (0,5)	0,3 (0,2)	0,5 (0,3)	0,00	0,26	0,00
PISA, см	1,3 (0,3)	-	-	-	-	-
МК - Vmax -м/с	1,3 (0,5)	1,4 (0,2)	1,3 (0,3)	0,10	0,11	0,80
Smo, см ²	4,3 (0,8)	3,3 (0,5)	3,2 (0,3)	0,00	0,59	0,00
КДР, см	6,1 (0,6)	5,3 (0,5)	4,8(0,4)	0,00	0,00	0,00
КСР, см	4,0 (0,6)	3,7 (0,6)	3,2(0,4)	0,02	0,00	0,00
КДО, мл	182 (55)	122 (29)	98 (18)	0,00	0,01	0,00
КСО, мл	71 (24)	54 (17)	41 (11)	0,00	0,02	0,00
ФИ ЛЖ, %	61 (4)	57 (5)	59 (5)	0,00	0,16	0,08
КДО инд, мл/см ²	94 (25)	62 (13)	51 (8)	0,00	0,01	0,00
Скорости изменения объема ЛЖ						
ср dVol/dt (s), см ³ /с	-414 (117)	-258 (65)	-246 (52)	0,00	0,59	0,00
ср dVol/dt (d), см ³ /с	420 (129)	236 (48)	238 (45)	0,00	0,92	0,00
Скорости изменения длинной оси ЛЖ						
ср dLA/dt (s), мм/с	-67 (11)	-53 (14)	-51 (10)	0,00	0,69	0,00
ср dLA/dt (d), мм/с	70 (15)	56 (14)	61 (8)	0,00	0,27	0,04
Сумма нормальных скоростей ЛЖ						
срСуммаVn(s), мм/с	31,3 (6)	24,5 (6)	22,8 (4)	0,00	0,41	0,00
срСуммаVn(d), мм/с	-31,2 (8)	-22,0 (4)	-22 (4)	0,00	0,99	0,00
Показатель деформации ЛЖ						
LV GLS, %	18,0 (3,3)	12,2 (3)	14,4 (3,5)	0,00	0,07	0,01

Примечание: I – период до операции; II - ранний послеоперационный период; III - отдаленный послеоперационный период

Связь между геометрией ремоделированного ЛЖ и тяжестью состояния пациентов с МН оценили по конечному диастолическому размеру, объему ЛЖ (КДР и КДО) и ФК (NYHA) (рис.2)

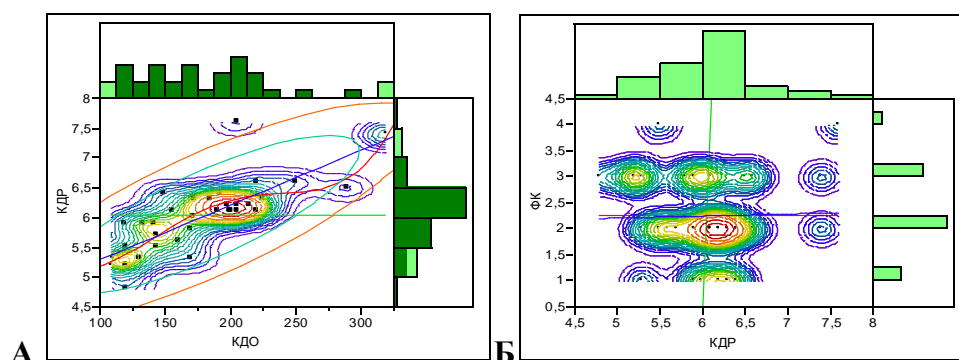


Рисунок 2. Бивариантный анализ взаимосвязи конечного диастолического размера (КДР) и конечного диастолического объема (КДО) ЛЖ (А); функциональный класс (ФК) и КДР у больных митральной недостаточностью до операции (Б)

Анализ показал, что при КДР от 6 до 6,5 см, КДО в основном составлял 170-210 мл. КДР ЛЖ в пределах до 6,0 см нелинейно связан с объемом ЛЖ и не всегда отражает тяжесть состояния пациентов по ФК ХСН.

Объемная перегрузка ЛЖ и ЛП у больных МН, оценивалась по взаимосвязи индексированного объема ЛП и КДО (рис. 3).

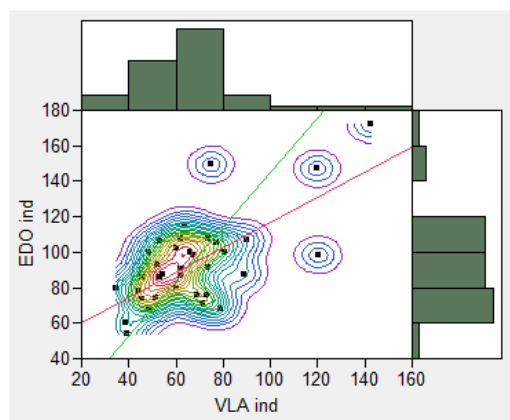


Рисунок 3. Бивариантный анализ взаимосвязи индексированного конечного диастолического объема ЛЖ (EDV_{ind}) и индексированного объема ЛП (VLA_{ind}) и у больных митральной недостаточностью до операции

Обращает на себя внимание, что в целом группа достаточно однородная. У большей части пациентов МН между индексированными КДО (EDV_{ind}) и объемом ЛП (VLA_{ind}) прослеживалась прямая взаимосвязь.

Таблица 2. Динамика эхокардиографических показателей левого предсердия у больных митральной недостаточностью до и после операции в раннем и отдаленном периодах

Параметры	I	II	III	Норма	Достоверность		
					I-II	II-III	I-III
ЭхоКГ показатели ЛП							
Парастерный размер ЛП, см	5,1 (0,9)	4,4 (0,7)	4,1 (0,4)	3,4(0,5)	0,19	0,00	0,00
Поперечный размер ЛП, см	5,6 (0,9)	4,8 (0,7)	4,3 (0,4)	3,7(0,4)	0,02	0,00	0,00
Продольный размер ЛП, см	7,0 (1,0)	5,9 (0,8)	5,3 (0,4)	4,7(0,4)	0,01	0,00	0,00
V ЛП, мл	132 (49)	98 (30)	75 (16)	50 (8)	0,02	0,00	0,00
V инд ЛП, мл/см ²	67 (24)	51 (14)	39 (9)	26 (3)	0,02	0,00	0,00
Средняя скорость изменения объема ЛП							
cpLAtrium dVol/dt (c), см ³ /c	-289 (115)	-176 (73)	-151(16)	-160(37)	0,00	0,27	0,00
cpLAtrium dVol/dt (r), см ³ /c	211 (66)	143 (51)	141(27)	106 (31)	0,00	0,93	0,00
Средний размер длинной оси ЛП							
cpLAtriumLA(c), мм	51 (9)	50 (8)	46 (5)	34 (5)	0,59	0,14	0,07
cpLAtriumLA(r), мм	62 (8)	57 (8)	55 (4)	47 (5)	0,02	0,53	0,01
Средняя скорость изменения длинной оси ЛП							
cp LAtrium dLA/dt(c), мм/с	-65 (18)	-39 (9)	-47 (9)	-81(17)	0,00	0,01	0,00
cp LAtrium dLA/dt (r), мм/с	50 (14)	35 (10)	39 (5)	57 (15)	0,00	0,23	0,01
Показатели глобальной деформации ЛП							
PALS, %	22,3 (8)	12,4 (4)	17,4(5,6)	32,5 (8)	0,00	0,06	0,19
PACS, %	8,1 (3,6)	3,6 (1,6)	6,7(3,2)	9,3 (2)	0,00	0,03	0,47

Примечание: I – период до операции; II - ранний послеоперационный период; III - отдаленный послеоперационный период

У больных МН статистически значимо повышены размеры и объемы ЛП, при этом наибольшим линейным размером ЛП был его продольный размер, составивший в среднем 7,0 см, а увеличенный индексированный объем ЛП – 67 мл/м², соответствующий выраженной дилатации полости ЛП (более 48 мл/м²). Наличие прямой сильной корреляционной связи (r=0,6) между PISA и объемами, индексированными к ППТ, как ЛЖ, так и ЛП подчеркивает влияние значительной МР в равной степени на ремоделирование ЛЖ и ЛП.

Наряду с этим у всех пациентов не выявлено нарушения систолической функции ЛЖ по данным стандартной ЭхоКГ (ФИ=61%) и показателям постобработки 2D изображений (GLS, скорости изменения длинной оси ЛЖ и суммы нормальных скоростей). Значимо повышены были только показатели скоростей изменения объема ЛЖ и ЛП в систолу и диастолу. Кроме того, ремоделирование ЛП с увеличением его продольного размера (или длинной оси) более 45 мм сопровождается снижением скорости его изменения преимущественно в фазу наполнения (резервуара).

Учитывая, что высокая степень МН послужила причиной ремоделирования и сферизации полости ЛЖ, увеличения объема ЛП, что, несомненно, уже является проявлением переадаптации, нами предложен новый подход к оценке показателей деформации и функции миокарда через коэффициенты к индексированным объемам увеличенных полостей. Это позволило выявить скрытую миокардиальную недостаточность при значительных объемных перегрузках левых отделов сердца, причем нарушения функции ЛП оказались более выраженными, что согласуется с характерными особенностями миокарда ЛП (более тонкая стенка, форма и размеры кардиомиоцитов). На сравнительных гистограммах (рис. 4) отчетливо видно снижение практически в два раза всех показателей сократимости ЛЖ, и почти в три раза показателей деформации и сократимости миокарда ЛП у больных с МН по сравнению с нормой.

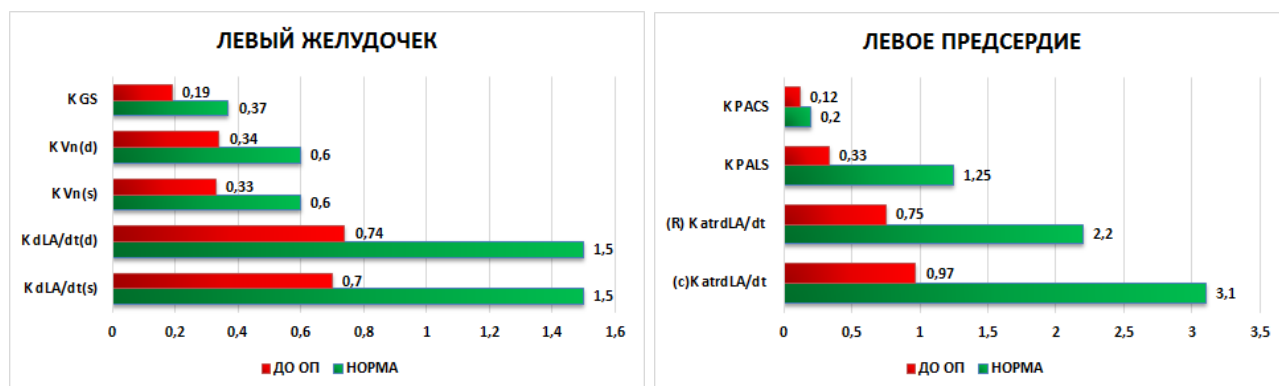


Рисунок 4. Гистограммы коэффициентов (К) показателей систолической и диастолической функции, нормированных на КДОинд для ЛЖ и VЛПинд для ЛП, у больных с МН до операции (красный цвет) в сравнении с нормой (зеленый цвет).

Таким образом, предложенная нами индексация параметров сократимости и деформации миокарда к объемам ЛЖ и ЛП в данной популяции повышает их чувствительность для выявления скрытых нарушений систолической и диастолической функции до операции и может быть использована для тонкой дифференцированной предоперационной оценки состояния миокарда.

После устранения гемодинамически значимой объемной перегрузки хирургическими методами у больных МН нами были выявлены следующие закономерности изменения геометрии и функции левых отделов сердца. После операции все пациенты улучшили свой функциональный статус и перешли из 3-4 в 1-2 ФК (NYHA) через 6-7 месяцев после операции. У всех больных отсутствовала МР в раннем и отдаленном послеоперационном периоде, что свидетельствовало о восстановлении запирающей функции МК. В раннем и отдаленном послеоперационном периоде наблюдалось снижение пикового и среднего давления в ЛА. В результате хирургического лечения порока МК КДО ЛЖ уменьшился в среднем со 182 мл до 98 мл ($p < 0,01$) к отдаленному послеоперационному периоду. Также, уменьшился и КСО как в раннем периоде после операции, так и в отдаленном периоде ($p < 0,0$). При этом наблюдалась практически прямая связь между размерами и объемом ЛЖ в конце диастолы по результатам бивариантного анализа. До операции значения ФИ ЛЖ в среднем составляли $61 \pm 4\%$, а через 6-7 месяцев после операции она составила в среднем $59 \pm 5\%$, и достоверно не отличалась от значений в раннем послеоперационном периоде ($p < 0,08$). Между показателями ФИ и КДР ЛЖ в раннем периоде после операции связи не прослеживалось. В раннем послеоперационном периоде наблюдается статистически значимое снижение поперечного и продольного размеров ЛП (измеренных из 4-х камерной апикальной позиции) и объемов ЛП. Данная положительная динамика сохраняется в отдаленном периоде после операции.

Для оценки функции миокарда левых отделов сердца в послеоперационном периоде также применили векторный анализ, диаграммный метод и метод «след пятна» (STI).

Протезирование и аннулопластика МК у всех больных приводят к уменьшению объема ЛЖ и ЛП и нормализации скорости изменения объема ЛЖ как в систолу, так и в диастолу (рис. 5).

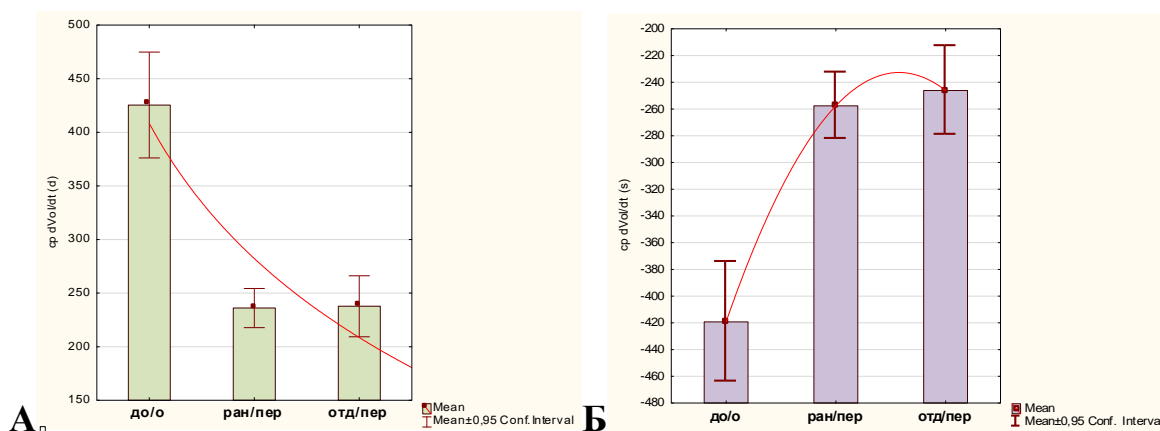


Рисунок 5. Динамика скорости изменения объема ЛЖ в диастолу (А) (dVol/dtd) и систолу (dVol/dts) (Б) до операции, в раннем и отдаленном послеоперационном периодах. Обратный знак ("-") - изгнание.

Исходно повышенные скорости изменения объема ЛЖ значительно снижаются (нормализуются) как в диастолу до 236 см³/с (рис. 2 А), так и в систолу до -258 см³/с (рис. 2 Б) сразу после операции, сохраняясь без изменений к отдаленному периоду, что свидетельствует о восстановлении гемодинамики и адекватном устранении перегрузки сердца объемом уже в раннем послеоперационном периоде. После операции происходит возвращение формы и пропорций диаграммы «поток-объем» (паттерна кривой) ЛЖ и ЛП (рис. 6, 7).

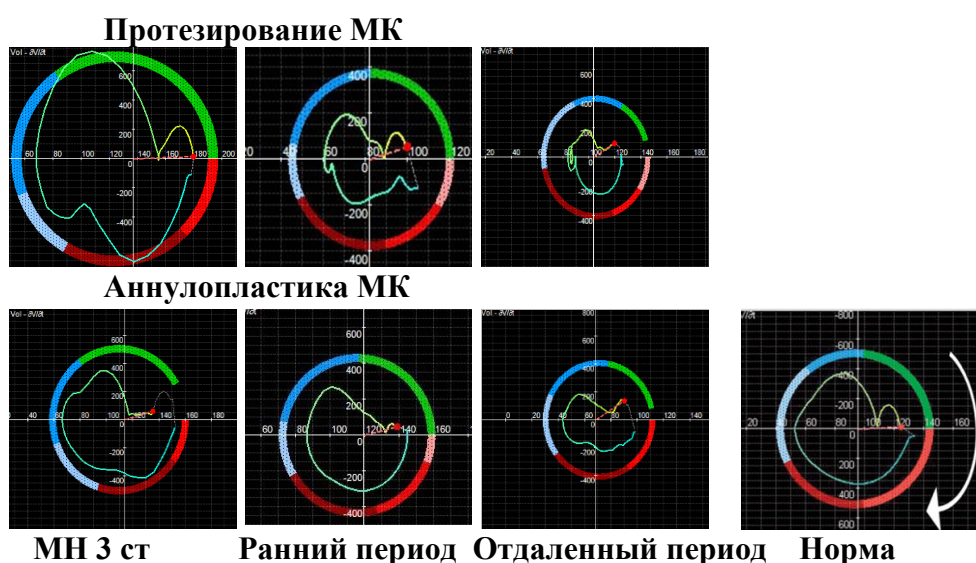
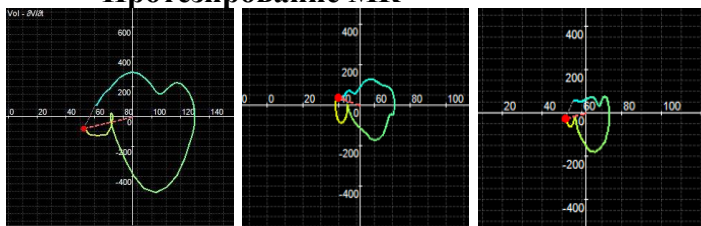
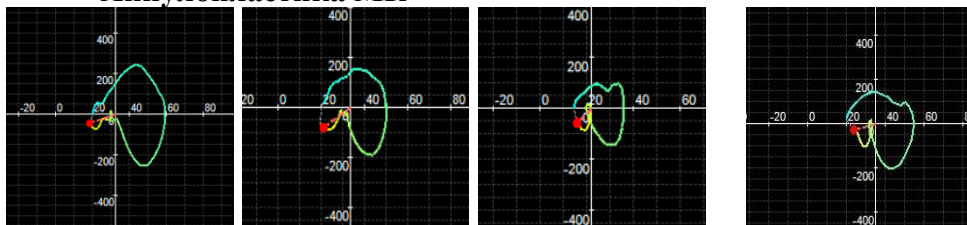


Рисунок 6. Диаграммы «Поток-Объем» ЛЖ при протезировании и пластике МК в сравнении с нормой

Протезирование МК



Аннулопластика МК



МН 3 ст Ранний период Отдаленный период Норма

Рисунок 7. Диаграммы «Поток-Объем» ЛП при протезировании и пластике МК до и после хирургического лечения.

Нормализация скоростей изменения объема миокарда и восстановление диаграмм «поток-объем» ЛЖ и ЛП за весь период кардиоцикла после протезирования и аннулопластики МК является одним из критериев успешности операции.

Исходно повышенные затраты кинетической энергии миокарда у больных МН снизились после операции в систолу и диастолу, приближаясь к нормальным значениям (рис. 8).

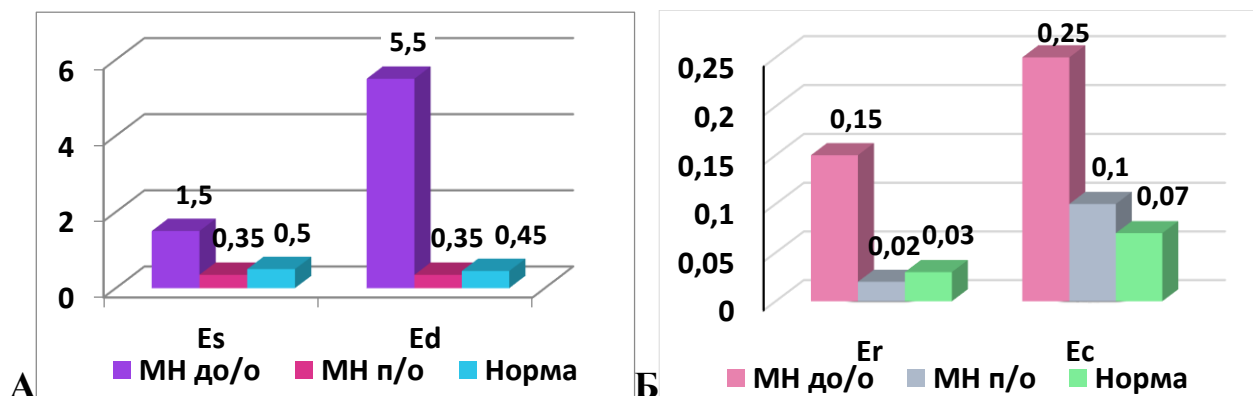


Рисунок 8. Оценка затрат кинетической энергии ($E_{кин}$) сокращения миокарда левого желудочка (А) в систолу (Es) и диастолу (Ed) и левого предсердия (Б) в резервуарную фазу (Er) и кондуктивную фазу (Ec) до и после хирургического лечения

Расчеты потерь энергии сокращения, развиваемой сердцем в период систолы и диастолы, основанные на скоростных сокращениях миокарда, являются ключевыми показателями контрактильной функции миокарда ЛЖ и ЛП. У больных с МН до операции затраты кинетической энергии ЛЖ и ЛП в

диастолу (фазу кондуита) в несколько раз превышают данный показатель в систолу (фазу резервуара). После хирургического лечения в виде протезирования и пластики МК потери энергии резко снижаются, приближаясь к нормальным значениям, становятся практически равными для ЛЖ на протяжении кардиоцикла, для ЛП преимущественно в резервуарную фазу. Данное обстоятельство связано с ликвидацией перегрузок ЛЖ и ЛП. Снижение потерь энергии миокарда ЛЖ и ЛП является одним из критериев успешности проведенного хирургического лечения.

Однако, динамика других показателей сократимости и деформации ЛЖ после операции достаточно сложна и подчас неоднозначна. Так, например, исходно нормальные показатели скорости изменения длинной оси ЛЖ и суммы нормальных скоростей в систолу и диастолу в раннем периоде после операции снижаются и сохраняют низкие значения в отдаленном периоде. Глобальная продольная деформация ЛЖ демонстрирует значимое снижение на 32% сразу после операции и отсутствие восстановления в отдаленном периоде.

Также сложна и интерпретация послеоперационной динамики показателей сократимости и деформации ЛП по фазам сердечного цикла. Так, скорость изменения объема ЛП в отдаленном периоде нормализуется в кондуитную фазу, но сохраняет повышенные значения в резервуарную фазу. При этом размер длинной оси ЛП уменьшается, но превышает нормальные значения в отдаленном периоде, в резервуарную фазу - на 13%, в кондуитную фазу на 35%. Показатели деформации ЛП – PALS в резервуарную фазу и PACS в насосную фазу резко снижаются в раннем периоде после операции и восстанавливаются не полностью в отдаленном периоде (PALS и PACS достигают 77% и 83% от исходных значений соответственно). Такие тенденции можно считать проявлением нарушенной функции измененного дилатированного миокарда левых камер сердца на фоне замедленной адаптации в новых резко изменившихся гемодинамических условиях после операции. Учитывая, что коррекция порока привела не только к устранению МР, но и значимому уменьшению объема левых камер сердца, практически сразу после операции, мы применили метод

коэффициентов для ряда параметров относительно индексированных к ППТ КДО ЛЖ и объему ЛП, и в послеоперационном периоде Результаты проведенного сравнительного анализа для коэффициентов показателей ЛЖ и ЛП с учетом фаз сердечного цикла представлены ниже на рисунках 9, 10.

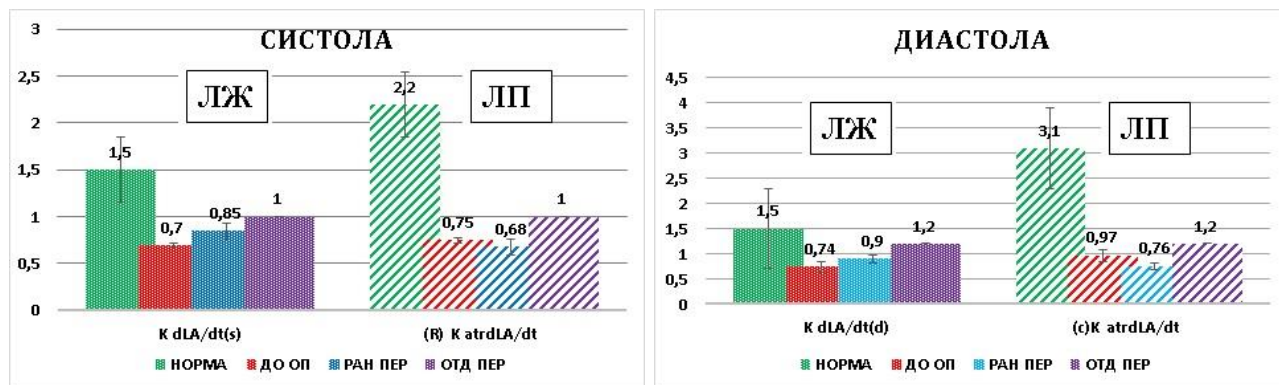


Рисунок 9. Коэффициенты скоростей изменения длинной оси ЛЖ ($dLA/dt(s)$, $dLA/dt(d)$) и ЛП ($(R) atrdLA/dt$, $(C) dLA/dt$) у больных с МН на этапах хирургического лечения в сравнении с нормой в систолу и диастолу.

Как следует из диаграмм на рисунке 10 нормированная на индексированный КДО скорость изменения длинной оси ЛЖ, сниженная в два раза до операции по сравнению с нормой, возрастает уже через 10-14 дней после операции и продолжает увеличиваться к 6-7 месяцу послеоперационного периода, что можно рассматривать как положительный предиктор не только ремоделирования ЛЖ, но восстановления его кардиомеханики после хирургической коррекции МН. Для нормированной на индексированный объем ЛП скорости изменения длинной оси выявлена несколько отличающаяся закономерность: до операции этот показатель снижен более значимо, практически в три раза по сравнению с нормой. После операции он еще снижается на 10% от исходного значения, однако уже к 6-7 месяцу отдаленного наблюдения возрастает и превышает исходное значение более чем на 30%. Это наблюдается и в систолу, и в диастолу. Из чего можно заключить, что восстановление функции ЛП происходит медленнее через ухудшение в раннем послеоперационном периоде.

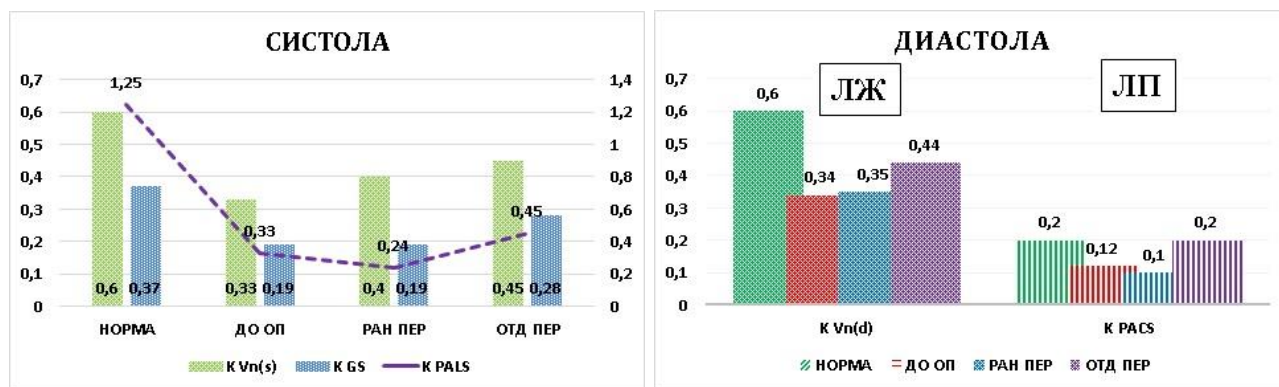


Рисунок 10. Коэффициенты скоростей смещения миокарда ($Vn(s)$, $Vn(d)$) и деформации (GS) левого желудочка и левого предсердия (PALS, PACS) у больных с митральной недостаточностью на этапах хирургического лечения в сравнении с нормой в систолу и диастолу.

Рисунок 11 представляет сравнительные диаграммы для показателей сократимости и деформации ЛЖ и ЛП в соответствии с фазами кардиоцикла у больных с МН на этапах лечения. Нормальные скорости смещения миокарда ЛЖ нормированные к КДОинд ЛЖ ниже нормальных значений почти в два раза, возрастают сразу после операции и через 6-7 месяцев превышают исходные значения более чем на 30% как в систолу, так в диастолу. Глобальная продольная деформация, нормированная на КДОинд ЛЖ, также снижена при МН. В раннем периоде не изменяется, однако в отдаленном периоде возрастает более чем на 40%. Для нормированных показателей деформации ЛП закономерность следующая: наиболее сниженным почти в четыре раза является пиковая деформация в резервуарную фазу при МН, сразу после пластики МК она снижается на 33%, а затем возрастает и превышает исходные значения более чем на 34% уже через 6-7 месяцев. Пиковая деформация ЛП соотнесенная с индексированным объемом ЛП в насосную фазу несмотря на снижение почти в два раза до операции и незначительное снижение сразу после пластики МК, в отдаленном периоде восстанавливается до нормальных значений.

Таким образом, процесс восстановления функции миокарда после хирургической коррекции через 6-7 месяцев не является завершенным. Однако улучшение функции ЛЖ как в систолу, так и в диастолу наблюдается уже в госпитальном периоде и прогрессирует к отдаленному периоду. Миокард ЛП

восстанавливает нарушенные функции медленнее через незначительное ухудшение сразу после операции. Это подтверждает выявленные нами более глубокие нарушения функции миокарда предсердий по сравнению с желудочками при МН до операции и переход компенсаторных реакций из стадии адаптации в деадаптацию у больных с тяжелой стадией порока. Тем не менее, своевременно выполненная хирургическая коррекция порока в виде протезирования или аннулопластики МК, направленная на восстановление запирающей функции МК, хирургическое ремоделирование полости ЛП, приводит не только к уменьшению объемов и размеров левых отделов сердца, снижению давления в малом круге кровообращения, но и сопровождается достоверным улучшением функции миокарда левых отделов, в большей степени ЛЖ уже через 6-7 месяцев после вмешательства.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм диагностики обратного ремоделирования полостей сердца, основанный на регистрации потоков крови и векторного анализа, у пациентов с недостаточностью митрального клапана до и после хирургического лечения в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах.
2. Разработан новый подход оценки эффективности коррекции порока по индексированным коэффициентам показателей функции миокарда с учетом увеличенных полостей левого желудочка и левого предсердия у больных митральной недостаточностью на этапах хирургического лечения. Предложенные коэффициенты являются биомаркерами состояния миокарда и клапанного аппарата, и позволяют выявлять скрытую миокардиальную недостаточность при значительных объемных перегрузках сердца.
3. Доказано, что нормированные к объемам показатели скорости изменения длинной оси и деформации миокарда левого желудочка и левого предсердия являются положительными предикторами ремоделирования левых отделов сердца и восстановления кардиомеханики после хирургической коррекции митральной недостаточности в раннем и отдаленном послеоперационном периодах для левого желудочка, в отдаленном периоде для левого предсердия.

4. Динамика потоков крови в левом желудочке и левом предсердии, основанная на регистрации скоростей сокращения миокарда, изменении объема в систолическую и диастолическую фазы сердечного цикла служит одним из предикторов радикальности коррекции недостаточности митрального клапана в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах. Скорость изменения объема левого желудочка принимала нормальные значения в систолу и диастолу при уменьшении объема левого желудочка более 35%, скорость изменения объема левого предсердия восстанавливалась только в кондуктивную фазу при уменьшении объема левого предсердия - более 42% вне зависимости от вида хирургической коррекции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Протокол комплексного эхокардиографического обследования больных с гемодинамически значимой МН необходимо дополнить определением показателей векторного анализа, диаграммного метода и деформации миокарда.
2. Для оценки восстановления гемодинамики и функции миокарда ЛЖ у больных с МН до и после операции в раннем и отдаленном периодах необходимо оценивать скорости смещения миокарда (Сумма V_n), скорости изменения объемов ($dVol/dt$), скорости изменения длинной оси (dLA/dt) в систолу и диастолу, а также глобальную продольную деформацию (GLS). Повышение индексированных скоростей смещения миокарда и GLS ЛЖ после операции более чем на 30-40% в отдаленном периоде является положительным маркером восстановления контрактильности ЛЖ.
3. Для оценки динамики функции миокарда ЛП у больных МН необходимо оценивать скорости изменения объемов и скорости изменения длинной оси ЛП в кондуктивную и резервуарную фазы на этапах хирургического лечения независимо от вида хирургической коррекции МК. Оценку функции ЛП после реконструктивных вмешательств на МК следует дополнить определением показателей деформации PALS и PACS. Повышение индексированных

скоростей изменения длинной оси ЛП и PALS более чем на 30% в отдаленном периоде свидетельствует об улучшении функции миокарда ЛП.

4. Нормализация скоростей изменения объема миокарда и восстановление диаграмм «поток-объем» ЛЖ и ЛП за весь период кардиоцикла после протезирования и аннулопластики МК является одним из критериев успешности операции.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Сандриков В.А., Кулагина Т.Ю., Петрова Ю.Н., Ван. Е.Ю., Иванов В.А., Хаджиева Д.Р. "Особенности кардиомеханики сокращения миокарда у больных недостаточностью митрального клапана". «XX Ежегодная сессия НЦССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России с Всероссийской конференцией молодых ученых. Тезисы – 2016, Том 17, №3, стр. 115 р. 395
2. Хаджиева Д.Р., Кулагина Т.Ю., Сандриков В.А., Ван. Е.Ю., Иванов В.А. "Взаимосвязь между геометрией желудочков и потоками крови у больных митральной недостаточностью". «XXI Ежегодная сессия ННПЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России с Всероссийской конференцией молодых ученых. Тезисы – 2017, Том 18, №3, стр. 123
3. Сандриков В.А., Федулова С.В., Кулагина Т.Ю., Дзеранова А.Н., Хаджиева Д.Р. "Чреспищеводная эхокардиография в интраоперационном и реанимационном периодах в кардиохирургии". "Анестезиология и реаниматология" Том 62, №4, 2017, стр. 282-285. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0201-7563-2017-62-4>
4. Хаджиева Д.Р., Кулагина Т.Ю., Сандриков В.А., Иванов В.А., Ван. Е.Ю., Петрова Ю.Н. "Особенности биомеханики левого желудочка и левого предсердия у больных недостаточностью митрального клапана". «Российский национальный конгресс кардиологов», Санкт-Петербург, Тезисы - 2017, стр. 389
5. Сандриков В.А., Кулагина Т.Ю., Иванов В.А., Крылов А.С., Ятченко А.М., Хаджиева Д.Р., Цыганов А.В., Гаврилов А.В, Архипов И.В. "Феноменологические закономерности в оценке функции левого желудочка сердца при недостаточности митрального клапана" «Кардиология». Том 58, №1,2018; стр. 32-40. DOI:10.18087/cardio.2018.1.10074
6. Kulagina T.Y., Sandrykov V.A., Van E.Y., Khadzhieva D.R. Turbulent blood flows in the left atrium and ventricle as one of the parameters of the evaluation of myocardial function. The 26th Annual Meeting of the Asian Society for Cardiovascular and Thoracic Surgery (ASCVTS-2018) May24-27, Moscow, Russia. P. 395

7. Кулагина Т.Ю., Хаджиева Д.Р., Сандриков В.А., Кузнецова Л.М. Биомеханика левого желудочка и левого предсердия у больных недостаточностью митрального клапана. *Диагностическая и интервенционная радиология*, 2018; 12 (2); стр. 21-29.
8. Сандриков В.А., Кулагина Т.Ю., Иванов В.А., Хаджиева Д.Р., Федулова С.В., Дзеранова А.Н., Клименко В.С. Функциональная перестройка миокарда и клапанного аппарата сердца у больных с инфекционным эндокардитом. *Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика*, 23 (3560) 2018, стр. 25-30

Список сокращений

ИК - искусственное кровообращение

КДО - конечный диастолический объем

КДР - конечный диастолический размер

КСО - конечный систолический объем

КСР - конечный систолический размер

ЛА - легочная артерия

ЛГ - легочная гипертензия

ЛЖ - левый желудочек

ЛП - левое предсердие

МК - митральный клапан

МН - митральная недостаточность

МР - митральная регургитация

ФИ - фракция изгнания

ФК - функциональный класс

$cp\ dLA/dt\ (s)$, мм/с - средняя скорость изменения длинной оси левого желудочка в систолу

$cp\ dLA/dt\ (d)$, мм/с - средняя скорость изменения длинной оси левого желудочка в диастолу;

$cp\ dVol/dt\ (d)$, см³/с - средняя скорость изменения объема левого желудочка в диастолу

$cp\ dVol/dt\ (s)$, см³/с - средняя скорость изменения объема левого желудочка в систолу;

$cpLAtriumLA\ (c)$, мм - средний размер длинной оси левого предсердия в кондуктивную фазу

$cpLAtriumLA\ (r)$, мм - средний размер длинной оси левого предсердия в резервуарную фазу

$cp\sum Vn\ (s)$, мм/с - средняя сумма нормальных скоростей левого желудочка в систолу

$cp\sum Vn\ (d)$, мм/с - средняя сумма нормальных скоростей левого желудочка в диастолу

$cpLAtriumdLA/dt\ (c)$, мм/с - средняя скорость изменения длинной оси левого предсердия в кондуктивную фазу

$cpLAtriumdLA/dt\ (r)$, мм/с - средняя скорость изменения длинной оси левого предсердия в резервуарную фазу

$cpLAtriumdVol/dt\ (c)$, см³/с - средняя скорость изменения объема левого предсердия в кондуктивную фазу

$cpLAtriumdVol/dt\ (r)$, см³/с - средняя скорость изменения объема левого предсердия в резервуарную фазу

GLS—Global Longitudinal Strain (глобальная продольная систолическая деформация левого желудочка)

PACS—Peak Atrial Contraction Strain (пиковая сократительная деформация предсердия)

PALS—Peak Atrial Longitudinal Strain (пиковая продольная деформация предсердия)

STI - speckle tracking imaging (методика отслеживания пятна)