

На правах рукописи

КАПЛЕНКО
Лидия Игоревна

**ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ
ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИИ МИОКАРДА
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАЦИЙ КРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ**

3.1.20. Кардиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва - 2025

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Минздрава России.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук

Кокшенёва Инна Валериевна

Официальные оппоненты:

Гиляревский Сергей Руджерович - доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник «Российского геронтологического научно-клинического центра» ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

Явелов Игорь Семенович - доктор медицинских наук, руководитель отдела фундаментальных и клинических проблем тромбоза при неинфекционных заболеваниях ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии профилактической медицины» Минздрава России

Ведущая организация:

Государственный научный центр Российской Федерации ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского».

Защита диссертации состоится «06» февраля 2025 года в 14-00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.038.01 при ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России (121552, Москва, Рублевское шоссе 135, конференц-зал No 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России www.bakulev.ru и Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) <http://vak.minobranauki.gov.ru>

Автореферат разослан «29» декабря 2025 года.

Ученый секретарь

Диссертационного совета 21.1.038.01

доктор медицинских наук

Д.Ш. Газизова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Прогресс и современные научные достижения в методах визуализации и электрофизиологии сердца в значительной степени расширили представления о сложной анатомии и функции левого предсердия (ЛП), раскрыли важное значение предсердия в оптимальной работе сердца. Согласно современным представлениям, левое предсердие в физиологии системной гемодинамики постепенно перемещено из пассивной камеры в центральный и активный элемент общей гемодинамики.

Сегодня происходит переоценка роли левого предсердия в патогенезе симптомов и влиянии на прогноз сердечно-сосудистых заболеваний. Доказаны информативность и прогностическая точность оценки геометрии и механической функции ЛП в прогнозировании негативных сердечно-сосудистых исходов (Carpenito M. et al., 2021г., Caterina Maffeis et al., 2022г.).

Очень актуальным становится изучение функции левого предсердия у пациентов, направляемых на кардиохирургические операции. Ремоделирование и дисфункция ЛП до операции в сочетании с интраоперационными и послеоперационными воздействиями, способствуют развитию послеоперационных осложнений и негативных исходов после АКШ, таких как послеоперационная фибрилляция предсердий, сердечная недостаточность и сердечно-сосудистая смерть (DeepakBordeetal., 2020г., LisaS. Duusetal., 2021г.). Данный каскад событий опосредуется фиброзом, окислительным стрессом, воспалением, апоптозом миокарда предсердий. Эти патофизиологические изменения создают основу для изменений в функции предсердия.

Оценка механической функции ЛП по данным анализа параметров деформации при тканевом доплеровском исследовании (ТДИ)

представляет собой новый эхокардиографический метод, который позволяет исследовать отдельно резервуарную, конduitную и сократительную функции левого предсердия. Значительное понимание механики левого предсердия и физиологии его нарушений в сочетании с прогностической значимостью этих нарушений, может стать важным для клинического использования, в частности у пациентов, направляемых на кардиохирургические операции.

В связи с этим, **целью исследования** явилось- изучить влияние дисфункции миокарда левого предсердия по ТДИ на развитие осложнений раннего послеоперационного периода у больных ИБС после операции коронарного шунтирования (КШ).

Задачи исследования:

1. Изучить причины и особенности структурного и функционального ремоделирования левого предсердия у больных ИБС.
2. Изучить влияние диастолической дисфункции ЛЖ на функцию ЛП и показатели его механической функции по данным анализа параметров деформации и скорости деформации у больных ИБС.
3. Оценить влияние дисфункции миокарда ЛП на риск развития осложнений раннего послеоперационного периода после АКШ: острой сердечной недостаточности, фибрилляции предсердий (ФП) и др.
4. Провести сравнительный анализ структурно-функционального состояния ЛП у больных ИБС с ишемической митральной регургитацией (МР) и без МР.
5. Разработать диагностический протокол оценки функции ЛП у больных ИБС перед операцией АКШ с определением наиболее значимых прогностических показателей.

Научная новизна исследования. Диссертационная работа является первым комплексным исследованием, посвященным изучению причин и

механизмов развития структурной и функциональной дисфункции ЛП у больных ИБС, ее клинической значимости при проведении операции КШ. Научная новизна исследования представлена следующим: впервые проведен анализ причин развития структурно- функционального ремоделирования ЛП у больных ИБС; впервые в отечественной литературе изучено влияние дисфункции ЛП на течение раннего послеоперационного периода после АКШ- установлено влияние дисфункции ЛП на частоту нефатальных послеоперационных осложнений после АКШ, в том числе фибрилляции предсердий и более высокую потребность в инфузии кардиотонических препаратов; впервые методом бинарной логистической регрессии была построена прогностическая модель риска развития фибрилляции предсердий в раннем послеоперационном периоде после АКШ.

Практическая значимость работы. Разработан и предложен для клинического использования диагностический протокол оценки анатомии и функции ЛП у больных ИБС, направляемых на операцию АКШ. Предложены критерии, на которые необходимо ориентироваться при прогнозировании риска развития послеоперационной ФП.

Реализация результатов исследования. Полученные результаты используются в клинической практике КХО № 12 (КДО) ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ. Полученные результаты и практические рекомендации могут быть рекомендованы для передачи в другие кардиохирургические и кардиологические центры и отделения, занимающиеся проблемой лечения больных ИБС.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на XXVIII Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2022 г.), XXVIII Ежегодной сессии НМИЦ ССХ им.

А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых. (Москва, 2025 г.).

Диссертация апробирована на объединенной научной конференции кардиохирургического отделения №12 (КДО), отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, кардиохирургического отделения №4 (ОМИХ), кардиохирургического отделения № 10 (ППСк) Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Минздрава России (Москва, 13 ноября 2024 г.).

Положения, выносимые на защиту. Дисфункция ЛП в категории больных ИБС с сохранной и умеренной сниженной сократительной функцией ЛЖ встречается у 54% пациентов и характеризуется: нарушением механической функции ЛП во время фаз резервуара, проведения и сокращения, повышением жесткости миокарда ЛП и структурным ремоделированием ЛП.

Факторы, предрасполагающие к формированию структурно-функционального ремоделирования ЛП при ИБС: диастолическая дисфункция ЛЖ, повышенное ДЗЛК.

Дисфункции ЛП влияет на частоту нефатальных послеоперационных осложнений после АКШ, в том числе фибрилляции предсердий и более высокую потребность в инфузии кардиотонических препаратов.

Разработанная логистическая прогностическая модель риска послеоперационной ФП учитывает большое количество факторов как дооперационных (ожирение, сахарный диабет, наличие ишемической МР 3 ст., показатели функции ЛП- LAScd и жесткость ЛП, асинергия ЛЖ), так и послеоперационных (уровень лейкоцитов, тромбоцитов, лактата,

ВЕ, индекс оксигенации), что свидетельствует о сложном многофакторном патогенезе развития послеоперационной ФП.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ (6 тезисов и 6 статей) в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации диссертационных материалов на соискание учёной степени кандидата медицинских наук.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 254 страницах компьютерного текста, иллюстрирована 72 таблицами и 32 рисунками, состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, выводов, практических рекомендаций и библиографического указателя, включающего 47 отечественных и 194 иностранных литературных источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Клиническая характеристика. В когорту исследования были включены 103 пациента с ИБС, проходивших обследование и хирургическое лечение в КХО № 12 (КДО) ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н.Бакулева» Минздрава России. *Критериями включения являлись:* наличие стабильной ИБС; многососудистое прогностически неблагоприятное поражение коронарного русла, позволяющее технически выполнение операции АКШ; сохранная или умеренно сниженная сократительная функция ЛЖ (ФВ ЛЖ $\geq$ 45%); в отдельную группу были включены больные ИБС с ишемической МР умеренной или тяжелой степени. *Критерии исключения:* пациенты с тяжелой дисфункцией миокарда ЛЖ, с постоянной формой ФП в исследование не включались, также в исследование не включались больные с ОКС.

Клиническая характеристика включенных в исследование больных представлена в Таблице № 1. Когорту исследования составили 82 (80%) мужчины и 21 (20%) женщина, средний возраст - 62,9 $\pm$ 0,97 лет.

Таблица № 1.

Клиническая характеристика.

Показатель	Значение
Количество больных	103
Мужчины/женщины	82/21 (80%/20%)
Возраст, лет	62,9±0,97
Стенокардия	
I-II ФК	14 (14%)
III-IV ФК	89 (86%)
Инфаркт миокарда в анамнезе	50 (49%)
Среднее количество инфарктов миокарда у 1 больного	0,47±0,05
Хроническая сердечная недостаточность (НУНА)	
I-II ФК	23 (22%)
III-IV ФК	1 (1%)
Пробежки фибрилляции предсердий по данным холтеровского мониторирования	13 (13%)
Мультифокальный атеросклероз	
Поражение брахиоцефальных артерий	15 (15%)
Поражение артерий нижних конечностей	8 (8%)
Аневризма брюшной аорты	2 (2%)

Методы исследования. Оценка продольной глобальной деформации (Strain) и скорости деформации (StrainRate) ЛП. Используя программное обеспечение (Philipsie33), в апикальных 4-камерной и 2-камерной проекциях обводилась граница эндокарда ЛП. Затем автоматически строилась составная кривая продольной деформации ЛП на протяжении всего сердечного цикла. Определялись следующие параметры деформации:

В фазу резервуара: LASr (Left Atrial Strain in reservoir phase), измеренная как разность значений деформации при открытии митрального клапана и конечной диастолы желудочка; **LASRr – (Left Atrial Strain Rate in reservoir phase)** - первый позитивный StrainRate в начале систолы ЛЖ.

В фазу проведения (кондукта): LAScd (Left Atrial Strain in the conduction phase) - измерялась как разница значений деформации в начале сокращения предсердий и открытия митрального клапана;

LASRcd (Left Atrial Strain Rate in the conduction phase) - ранне-диастолический StrainRate.

В фазу активного сокращения: LASct- (Left Atrial Strain in the contraction phase) измерялась как разность величины деформации в конце диастолы желудочков и начала сокращения предсердий; **LASRct** (Left Atrial Strain Rate in the contraction phase) - поздне-диастолический StrainRate (см. Рис. № 1).

Жесткость ЛП, рассчитывалась по формуле: $E/e' / \text{LASr}$.

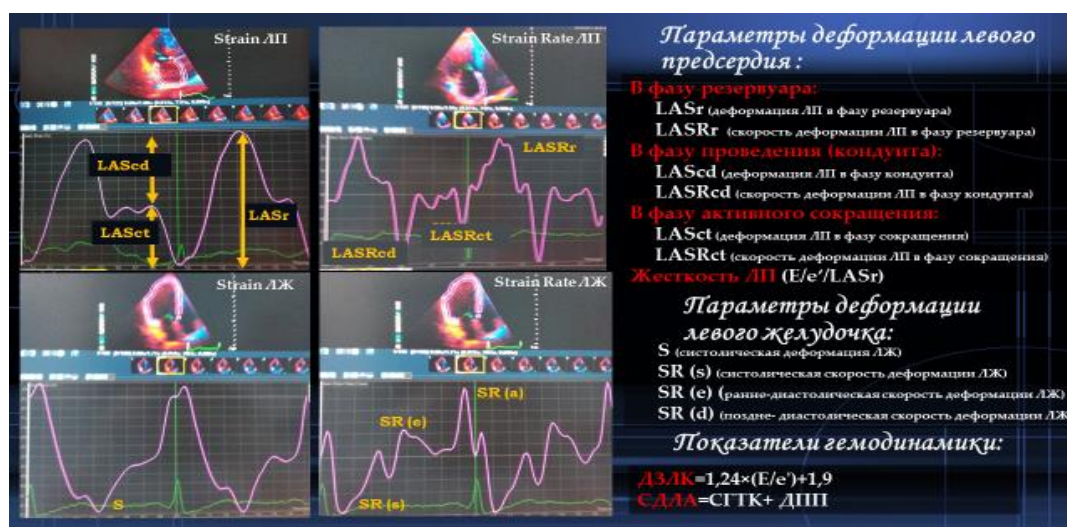


Рисунок № 1.

Вычисление параметров Strain и StrainRate левого предсердия.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Структурно-функциональное ремоделирование ЛП у больных ИБС: причины, влияние на течение раннего послеоперационного периода после КШ

Проведен сравнительный анализ клинико-функциональных параметров и особенностей течения послеоперационного периода в двух группах больных- с дисфункцией ЛП и нормальной функцией ЛП. Для определения критериев деления больных на группы, было обследовано 12 здоровых добровольцев, которым было проведено исследование параметров деформации и скорости деформации ЛП с определением

нормативных значений. При определении наличия дисфункции ЛП учитывалось также структурное ремоделирование ЛП, которое оценивалось по показателю индексированного объема ЛП. Критериями наличия дисфункции ЛП считалось снижение показателей Strain и Strain Rate ЛП ниже нормативных параметров и наличие ремоделирования ЛП (увеличение индексированного объема ЛП более нормативных значений). На основании данных критериев было сформировано две группы: *1 группа* (45 больных) - больные с дисфункцией ЛП (ДФ ЛП); *2 группа* (39 больных) - с сохранной функцией ЛП (НФ ЛП).

По основным клинико- демографическим показателям, таким как возраст, тяжесть стенокардии, количество инфарктов в анамнезе, группы значимо не отличались. Тяжесть поражения коронарного русла была схожей в двух группах.

Параметры деформации ЛП и ЛЖ до операции. До операции показатели Strain, StrainRate ЛП были существенно хуже у больных 1 группы во время фаз резервуара, проведения и сокращения, свидетельствующие о наличии механической дисфункции ЛП (см. Табл. № 2).

Таблица 2.

Параметры деформации левого предсердия до операции.

Показатель	Дисфункция ЛП (n=45)	Нормальная функция ЛП (n=39)	p
4-камерная позиция			
LASr, %	9,25±0,34	13,83±0,39	0,0001
LAScd, %	-6,14±0,56	-10,0±0,51	0,0001
LASct, %	-5,11±0,56	-5,81±0,2	НД
LASRr, c ⁻¹	0,46±0,02	0,62±0,02	0,0001
LASRcd, c ⁻¹	-0,47±0,02	-0,58±0,04	0,01
LASRct, c ⁻¹	-0,63±0,03	-0,84±0,04	0,0001
2-камерная позиция			
LASr, %	9,56±0,36	12,15±0,41	0,0001
LAScd, %	-5,89±0,44	-7,38±0,7	0,05
LASct, %	-4,22±0,23	-5,54±0,18	0,0001

Параметры деформации и скорости деформации ЛЖ до операции также были хуже у больных 1 группы (табл. 3).

Таблица 3.

Параметры деформации левого желудочка до операции.

Показатель	Дисфункция ЛП (n=45)	Нормальная функция ЛП (n=39)	p
4-камерная позиция			
S, %	-5,93±0,27	-7,5±0,48	0,005
SR(s), c ⁻¹	-0,31±0,01	-0,37±0,01	0,0001
SR(e), c ⁻¹	0,33±0,02	0,36±0,01	НД
SR(a), c ⁻¹	0,38±0,02	0,71±0,21	НД
2-камерная позиция			
S, %	-6,39±0,21	-8,36±0,5	0,0005
SR(s), c ⁻¹	-0,33±0,01	-0,37±0,02	0,05
SR(e), c ⁻¹	0,33±0,01	0,42±0,01	0,0001
SR(a), c ⁻¹	0,42±0,01	0,53±0,02	0,0001
3-камерная позиция			
S, %	-6,1±0,32	-7,76±0,51	0,001
SR(s), c ⁻¹	-0,35±0,02	-0,38±0,02	НД
SR(e), c ⁻¹	0,3±0,01	0,36±0,02	0,005
SR(a), c ⁻¹	0,35±0,01	0,43±0,02	0,0005

**S- продольный глобальный Strain (деформация) ЛЖ; SR(s)- продольный глобальный систолический StrainRate (скорость деформации) ЛЖ; SR(e)- продольный глобальный ранне-диастолический StrainRate (скорость деформации) ЛЖ; SR(a)- продольный глобальный поздне-диастолический StrainRate (скорость деформации) ЛЖ.*

Структурно- функциональные параметры ЛП и ЛЖ до операции. До операции у больных 1 группы линейные размеры ЛП, индексированный объем и другие объемные показатели были значимо больше и превышали нормативные значения, что отражает формирование структурного ремоделирования ЛП, тогда как во 2 группе эти показатели были в пределах нормы. Максимальный объем ЛП составил в 1 группе- 57,0±2,9 мл, во 2 группе- 45,4±2,22 мл (p=0,001); минимальный объем ЛП в 1 группе- 30,1±1,78 мл, во 2 группе- 24,5±1,21 мл (p=0,005); р-объем ЛП в 1 группе- 46,9±1,75 мл, во 2 группе- 45,4±1,88 мл (p>0,05).

Объемные показатели и ФВ ЛЖ не имели существенных различий между группами. Конечно- диастолический объем (КДО) составил-

126,8±5,0 мл и 127,2±4,12 мл ($p>0,05$); конечно-систолический объем (КСО)- 56,9±2,32 мл и 56,9±2,32 мл ($p>0,05$); фракция выброса (ФВ) ЛЖ- 51,4±0,99% и 52,9±1,1% ($p>0,05$) в 1 и 2 группах, соответственно.

Показатели диастолической функции ЛЖ до операции.
Известно, что основной триггер предсердного ремоделирования у больных ИБС— это повышенное давление наполнения левого желудочка. В основе повышения давления наполнения ЛЖ у больных ИБС с сохранной и умеренно сниженной сократительной функцией ЛЖ лежит диастолическая дисфункция ЛЖ.

Нами установлены значимые различия между группами по тяжести диастолической дисфункции: нормальная диастолическая функция определялась у 46% пациентов 2 группы, в 1 группе не было больных с нормальной диастолической функцией; I степень ДД (нарушенное расслабление) определена у 67% пациентов 1 группы и у 54% 2 группы; II степень ДД (псевдонормализация) выявлена у 33% больных 1 группы, во 2 группе не было пациентов со II степенью ДД. Интегральный показатель диастолической функции- E/e' также значительно различался у больных двух групп (см. Рис. 2).



Рисунок 2.

Показатели диастолической функции до операции.

Характеристика оперативного лечения и течение послеоперационного периода. Всем пациентам была выполнена операция изолированного АКШ на работающем сердце. По количеству имплантированных коронарных кондуитов и полноте реваскуляризации миокарда существенных различий между группами не отмечалось. Среднее количество коронарных графтов у 1 больного составило в 1 группе- $2,84 \pm 0,13$, во 2 группе- $2,76 \pm 0,17$. Выполнить полную реваскуляризацию миокарда удалось у 44 (98%) больных 1 группы и у 36 (92%) второй группы.

В раннем послеоперационном периоде в обеих группах не отмечалось тяжелых или фатальных осложнений. Больных с острой сердечной недостаточностью не было. Из нефатальных осложнений, лактат-ацидоз отмечался у 1 (2%) пациента 1 группы, во 2 группе таких наблюдений не было. Развитие дыхательной недостаточности, потребовавшей использования высокопоточной инсуффляции кислорода в течение 2 суток, также отмечалось у 1 (2%) пациента 1 группы, во 2 группе таких случаев не было.

Отмечена несколько большая частота развития пароксизмов фибрилляции предсердий у больных 1 группы. В 1 группе развитие пароксизмов фибрилляции предсердий отмечалось у 22 (49%) больных, из них у 1 (2%) пациента потребовалось применение электроимпульсной терапии, из-за невозможности восстановить ритм медикаментозно; во 2 группе развитие пароксизмов ФП отмечено у 12 (31%) пациентов.

Потребность в применении кардиотонических препаратов в раннем послеоперационном периоде была несколько выше у больных 1 группы. Инфузия адреналина проводилась 3 (7%) больным 1 группы, средняя доза составила- $0,07 \pm 0,002$ мкг/кг/мин; во 2 группе применения адреналина не

потребовалось ни одному пациенту. Инфузия норадреналина применялась 38 (84%) пациентам 1 группы и 32 (82%) 2 группы; средние дозы составили в 1 группе- $0,15 \pm 0,05$ мкг/кг/мин, во 2 группе- $0,08 \pm 0,009$ мкг/кг/мин. Инфузия допамина проводилась 15 (33%) больным 1 группы и 13 (33%) 2 группы; средние дозы составили в 1 группе- $4,33 \pm 0,43$ мг/кг/мин, во 2 группе- $4,0 \pm 0,21$ мг/кг/мин.

Функциональный статус ЛП и ЛЖ в раннем послеоперационном периоде. Анализ функционального состояния миокарда ЛП в раннем послеоперационном периоде показал значимое снижение параметров деформации и скорости деформации в обеих группах, в сравнении с дооперационными данными, но в 1 группе эти показатели оставались хуже, чем во 2 группе (см. Табл. 4).

Анализ функционального состояния миокарда ЛЖ показал аналогичную картину- отмечалось значительное снижение параметров деформации и скорости деформации ЛЖ, в сравнении с дооперационными данными, в обеих группах. В 1 группе параметры Strain и Strain Rate были несколько хуже, чем у больных 2 группы.

Структурно-функциональные показатели ЛЖ (КДО, КСО, ФВ ЛЖ) не претерпели существенных изменений в раннем послеоперационном периоде и значимо между группами не различались. КДО составил $128,8 \pm 4,6$ мл и $130,0 \pm 4,8$ мл в 1 и 2 группах, соответственно ($p > 0,05$ при сравнении с дооперационными показателями и между группами). КСО- $61,5 \pm 3,9$ мл и $60,7 \pm 3,6$ мл в 1 и 2 группах, соответственно ($p > 0,05$ при сравнении с дооперационными показателями и между группами). ФВ ЛЖ- $52,4 \pm 0,97\%$ и $52,4 \pm 0,94\%$ в 1 и 2 группах, соответственно ($p > 0,05$ при сравнении с дооперационными показателями и между группами).

Таблица 4.

Параметры деформации ЛП в раннем послеоперационном периоде после АКШ

Показатель	ДФ ЛП (n=45)	p ₁	НФ ЛП (n=39)	p ₂	p ₃
4-камерная позиция					
LASr, %	7,24±0,33	0,0001	8,31±0,29	0,0001	0,0004
LAScd, %	-4,46±0,39	0,01	-5,36±0,42	0,0001	НД
LASct, %	-4,7±0,29	НД	-5,0±0,42	0,05	НД
LASRr, c ⁻¹	0,42±0,03	НД	0,65±0,12	НД	0,04
LASRcd, c ⁻¹	-0,41±0,02	0,02	-0,43±0,02	0,001	НД
LASRct, c ⁻¹	-0,49±0,03	0,001	-0,65±0,03	0,0001	0,0001
2-камерная позиция					
LASr, %	8,08±0,45	0,001	8,67±0,28	0,0001	НД
LAScd, %	-3,67±0,27	0,0001	-3,3±0,42	0,0001	НД
LASct, %	-4,58±0,27	НД	-5,41±0,25	НД	0,02
LASRr, c ⁻¹	0,45±0,01	НД	0,54±0,02	0,02	0,0001
LASRcd, c ⁻¹	-0,42±0,02	НД	-0,44±0,02	0,0001	НД
LASRct, c ⁻¹	-0,53±0,02	0,001	-0,66±0,04	0,001	0,001
Жесткость ЛП	1,17±0,09	0,02	0,87±0,05	0,0001	0,005
ДЗЛК, мм.рт.ст.	11,5±0,56	НД	9,5±0,39	НД	0,005
СистДЛА, мм.рт.ст.	30,1±0,72	НД	30,3±0,87	НД	НД

* **p₁**-сравнение с дооперационными данными группы ДФ ЛП; **p₂**-сравнение с дооперационными данными группы НФ ЛП; **p₃**-сравнение между группами.

LASr- Strain (деформация) ЛП в фазу резервуара; LAScd- Strain (деформация) ЛП в фазу кондуита; LASct- Strain (деформация) ЛП в фазу активного сокращения; LASRr- StrainRate (скорость деформации) ЛП в фазу резервуара; LASRcd- StrainRate (скорость деформации) ЛП в фазу кондуита; LASRct- StrainRate (скорость деформации) ЛП в фазу активного сокращения.

Показатели функции левого предсердия- предикторы осложнений раннего послеоперационного периода после АКШ.

Проведен анализ предикторов осложнений раннего послеоперационного периода после АКШ. Установлены следующие дооперационные предикторы развития ФП в послеоперационном периоде:

- LASr менее 9% (ОШ=3,25 95%ДИ: 1,17-9,05; p=0,021);
- LAScd менее 7% (ОШ=3,3 95%ДИ: 1,34-8,3; p=0,009);
- E/e' более 7,0 (ОШ=3,2 95%ДИ: 1,27-8,0; p=0,013);
- Жесткость ЛП более 0,7 (ОШ=3,55 95%ДИ: 1,27-9,15; p=0,008);
- ДЗЛК более 10 мм.рт.ст. (ОШ=4,52 95%ДИ: 1,76-11,6; p=0,002)

Установлены послеоперационные показатели, ассоциированные с развитием фибрилляции предсердий в послеоперационном периоде:

- LAScd менее 4% (ОШ=2,64 95%ДИ: 1,08-6,46; p=0,033);
- LASct менее 4% (ОШ=12,0 95%ДИ: 2,93-49,0; p=0,001);
- LASRr менее 0,4 с⁻¹ (ОШ=3,54 95%ДИ: 1,38-9,0; p=0,008);
- LASRcd менее 0,4 с⁻¹ (ОШ=2,9 95%ДИ: 1,11-7,58; p=0,028);
- Жесткость ЛП более 0,9 (ОШ=3,72 95%ДИ: 1,48-9,34; p=0,005)

Построение логистической прогностической модели риска развития ФП в раннем послеоперационном периоде после АКШ. Методом бинарной логистической регрессии была построена прогностическая модель риска развития фибрилляции предсердий в раннем послеоперационном периоде после АКШ. Наблюдаемая зависимость описывается уравнением: $p = 1 / (1 + e^{-Z}) * 100\%$, где

$$Z = -11,390 - 0,577 * X_1 - 2,667 * X_2 - 1,287 * X_3 + 0,662 * X_4 - 0,173 * X_5 - 0,144 * X_6 + 0,073 * X_7 - 0,151 * X_9 - 0,088 * X_{10} - 0,009 * X_{11} + 0,121 * X_{12} + 0,023 * X_{13} + 21,594 * X_{14} - 2,286 * X_{15} + 0,023 * X_{16} - 0,236 * X_{17} + 0,538 * X_{18} + 2,303 * X_{19} + 2,937 * X_{20} + 0,683 * X_{21} - 0,238 * X_{22},$$

где p – вероятность развития ФП в послеоперационном периоде,

e – число Эйлера, математическая константа ($\approx 2,718$),

x₁- перенесенный передний ОИМ в анамнезе,

x₂- перенесенный задний ОИМ в анамнезе,

x₃- сахарный диабет,

x₄- ожирение,

x₅- хроническая сердечная недостаточность,

x₆- уровень лейкоцитов в 1е сутки после операции,

x₇- рост,

x₈- лактат в 1е сутки после операции,

x₉- ВЕ в 1е сутки после операции,

x₁₀- индекс оксигенации в 1е сутки после операции,

x₁₁- количество тромбоцитов в 1е сутки после операции,

x₁₂- уровень лейкоцитов на 7е сутки после операции,

x₁₃- вес,

x₁₄- митральная регургитация 3 ст.,

x₁₅- venacontracta митральной регургитации,

x₁₆- VTI митральной регургитации,
x₁₇- отношение E/e',
x₁₈- асинергия передней стенки ЛЖ до операции по данным ЭХОКГ,
x₁₉- асинергия задней стенки ЛЖ до операции по данным ЭХОКГ
x₂₀- асинергия передней и задней стенок ЛЖ до операции по данным ЭХОКГ,
x₂₁- жесткость ЛП до операции,
x₂₂- LAScd до операции.

Полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p=0,003$). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель учитывает 51,4% факторов, определяющих вероятность развития ФП. Чувствительность модели составила- 87%, специфичность- 71%.

Очевидно, что логистическая прогностическая модель учитывает большое количество факторов риска как дооперационных (ожирение, сахарный диабет, наличие ишемической МР 3 ст., показатели функции ЛП- LAScd и жесткость ЛП, асинергия ЛЖ), так и послеоперационных (уровень лейкоцитов, тромбоцитов, лактата, ВЕ, индекс оксигенации), что свидетельствует о сложном многофакторном патогенезе развития послеоперационной фибрилляции предсердий.

Таким образом, установленные предикторы и логистическая прогностическая модель свидетельствуют, что развитию ФП в послеоперационном периоде способствуют: наличие механической дисфункции ЛП (по данным анализа Strain, StrainRate) и повышенная жесткость миокарда ЛП до операции, в основе которых лежат фиброзные изменения в миокарде ЛП; кроме того, способствующими факторами являются- диастолическая дисфункция ЛЖ и повышенное ДЗЛК (отражает уровень давления в ЛП). В сочетании с интраоперационными и послеоперационными воздействиями (эффекты ишемии/реперфузии, операционного стресса), которые вызывают развитие послеоперационной дисфункции миокарда- станинга (вследствие, активации воспалительной

реакции, окислительного стресса, апоптоза миокарда предсердий)- эти патофизиологические изменения создают основу для изменений в функции предсердия и способствуют развитию послеоперационных осложнений после АКШ, таких как послеоперационная ФП (см. Рис. 3).

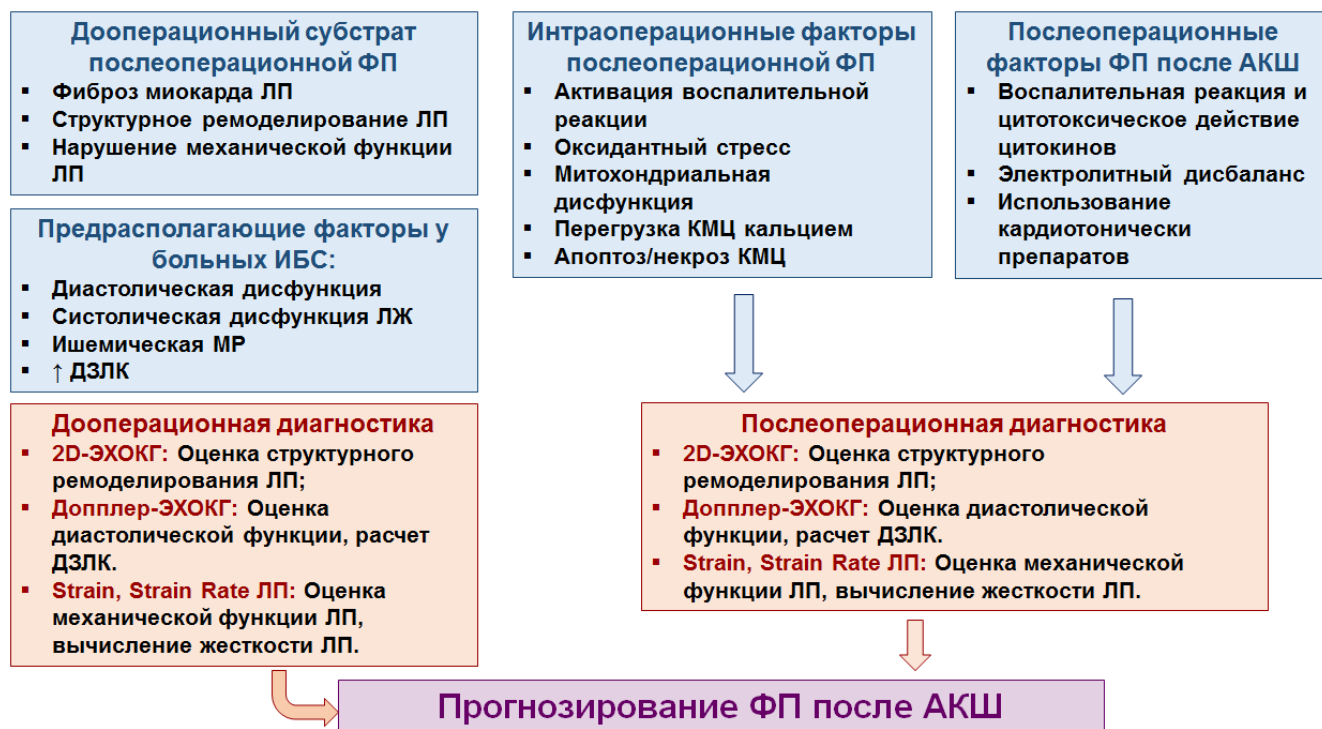


Рисунок 3.

Патофизиологические факторы развития фибрилляции предсердий после АКШ.

Подводя итог проведенному исследованию, мы можем предложить диагностический протокол оценки анатомии и функции левого предсердия у больных ИБС, направляемых на операцию АКШ. Данный протокол должен включать:

- Оценку структурных параметров ЛП;
- Наличие и степень ишемической митральной регургитации;
- Оценку диастолической функции;
- Оценку механической функции ЛП по данным параметров Strain и StrainRate.

При прогнозировании риска развития послеоперационной ФП необходимо ориентироваться на разработанные предикторы (см. Рис. 4).

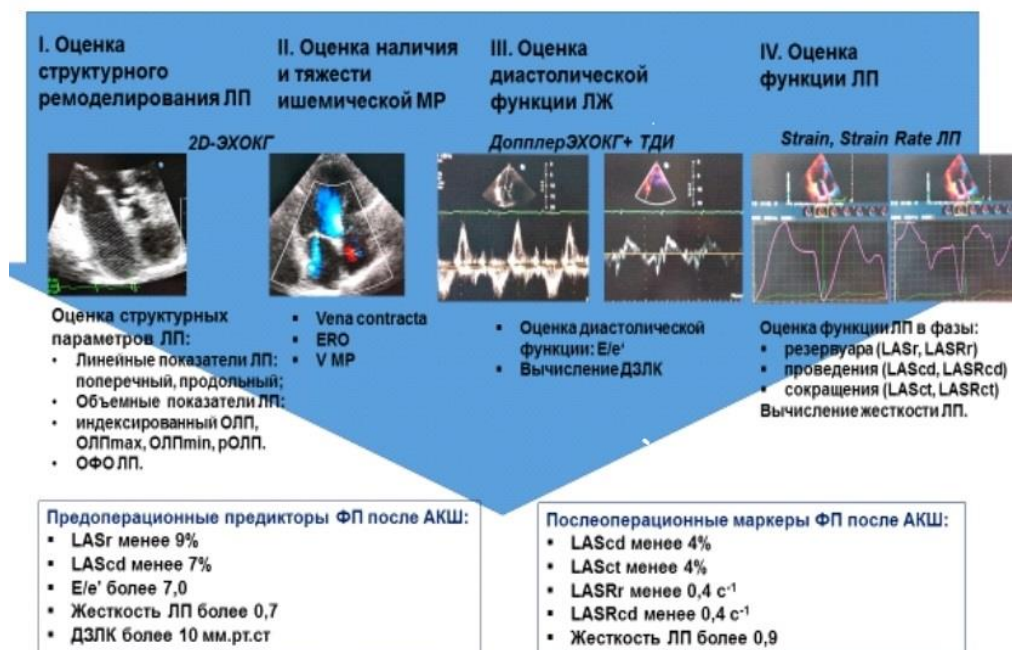


Рисунок 4.

Протокол эхокардиографической оценки ЛП перед операцией АКШ, позволяющий прогнозировать риск послеоперационной ФП

ВЫВОДЫ

1. Дисфункция левого предсердия в категории больных ИБС с сохранной и умеренной сниженной сократительной функцией ЛЖ встречается у 54% пациентов и характеризуется нарушением механической функции, повышением жесткости миокарда ЛП и структурным ремоделированием. Факторы, предрасполагающие к формированию структурно-функционального ремоделирования ЛП при ИБС: диастолическая дисфункция ЛЖ, повышенное ДЗЛК.
2. Ключевую роль в развитии нарушений механической функции ЛП играет диастолическая дисфункция ЛЖ. По мере утяжеления диастолической дисфункции ЛЖ наблюдается увеличение жесткости миокарда ЛП и снижение Strain и Strain Rate ЛП во время фаз резервуара, кондуита и активного сокращения.
3. Установлено влияние дисфункции ЛП на частоту нефатальных послеоперационных осложнений после АКШ, в том числе фибрилляции предсердий и более высокую потребность в инфузии кардиотонических

препаратов; на фатальные послеоперационные осложнения (острая сердечная недостаточность, острая почечная недостаточность и др., смерть) влияния не выявлено.

4. У больных с ишемической митральной регургитацией развивается более тяжелое структурно- функциональное ремоделирование ЛП, в сравнении с пациентами с ИБС без регургитации. Тяжесть ишемической МР коррелирует с показателями насосной функции ЛП (диаметра перешейка регургитации с объемом активного опустошения ЛП ($r=0,88$; $p=0,004$) и фракцией активного опустошения ЛП ($r=0,7$; $p=0,05$), что свидетельствует об ответном компенсаторном увеличении насосной функции ЛП для поддержания наполнения ЛЖ и ударного объема.

5. Полученная логистическая прогностическая модель свидетельствует, что патофизиология развития фибрилляции предсердий в послеоперационном периоде является сложной и включает до-, интра- и послеоперационные причины. Дооперационными факторами риска являются: нарушение механической функции и повышение жесткости миокарда ЛП, диастолическая дисфункция ЛЖ, повышенное ДЗЛК, ишемическая митральная регургитация тяжелой степени, систолическая дисфункция ЛЖ; клиническими факторами: ожирение, сахарный диабет, ХСН; интра- и послеоперационными факторами: уровни лейкоцитов, тромбоцитов, лактата, ВЕ, индекса оксигенации в раннем послеоперационном периоде.

6. Дооперационные предикторы развития фибрилляции предсердий после АКШ:

- LASr менее 9% (ОШ=3,25 95%ДИ: 1,17-9,05; $p=0,021$);
- LAScd менее 7% (ОШ=3,3 95%ДИ: 1,34-8,3; $p=0,009$);
- E/e' более 7,0 (ОШ=3,2 95%ДИ: 1,27-8,0; $p=0,013$);
- Жесткость ЛП более 0,7 (ОШ=3,55 95%ДИ: 1,27-9,15; $p=0,008$);
- ДЗЛК более 10 мм.рт.ст. (ОШ=4,52 95%ДИ: 1,76-11,6; $p=0,002$).

Послеоперационные предикторы развития фибрилляции предсердий после АКШ:

- LAScd менее 4% (ОШ=2,64 95%ДИ: 1,08-6,46; p=0,033);
- LASct менее 4% (ОШ=12,0 95%ДИ: 2,93-49,0; p=0,001);
- LASRr менее 0,4 с-1 (ОШ=3,54 95%ДИ: 1,38-9,0; p=0,008);
- LASRcd менее 0,4 с-1 (ОШ=2,9 95%ДИ: 1,11-7,58; p=0,028);
- Жесткость ЛП более 0,9 (ОШ=3,72 95%ДИ: 1,48-9,34; p=0,005).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- Больным ИБС, направляемым на операцию АКШ, необходимо проведение комплексного обследования состояния левого предсердия для прогнозирования риска развития фибрилляции предсердий и других осложнений в послеоперационном периоде.
- Для клинического использования разработан диагностический протокол оценки анатомии и функции левого предсердия у больных ИБС, направляемых на операцию АКШ.

Данный протокол должен включать:

А. *Оценку структурно-геометрических параметров ЛП:*

- Линейные показатели ЛП: поперечный и продольный размеры;
- Объемные показатели ЛП: индексированный объем, ОЛПmax, ОЛПmin, рОЛП.

Б. *Оценку наличия и степени ишемической митральной регургитации: цветное доплеровское картирование, диаметр перешейка регургитации, ERO, объем МР.*

В. *Оценку диастолической функции ЛЖ:*

- E/e',
- вычисление ДЗЛК.

Г. *Оценку функциональных параметров ЛП:*

- Оценка параметров Strain и Strain Rate ЛП в фазы резервуара (LASr, LASRr), проведения (LAScd, LASRcd) и сокращения (LASct, LASRct);
- Вычисление жесткости ЛП.

- При прогнозировании риска развития послеоперационной ФП необходимо ориентироваться на следующие параметры:

Предоперационные критерии:

- LASr менее 9%;
- LAScd менее 7%;
- E/e' более 7,0;
- Жесткость ЛП более 0,7;
- ДЗЛК более 10 мм.рт.ст.

Послеоперационные критерии:

- LAScd менее 4%;
- LASct менее 4%;
- LASRr менее 0,4 с-1 ;
- LASRcd менее 0,4 с-1 ;
- Жесткость ЛП более 0,9.
- *Пациентам, имеющим высокий риск развития фибрилляции предсердий в послеоперационном периоде, рекомендуется:*
 - медикаментозная подготовка перед предстоящей операцией с назначением антиаритмической терапии (терапия амиодароном);
 - антиаритмическая терапия и строгий контроль электролитов крови, уровня волемии в раннем послеоперационном периоде.
 - расчетные показатели жесткости ЛП (как маркер интерстициального фиброза миокарда) и ДЗЛК (отражающее уровень давления в левом предсердии) могут использоваться в качестве индексов при динамическом наблюдении, позволяющих оценивать динамику состояния пациентов и эффективность проводимой медикаментозной терапии.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Кокшенева И.В., Капленко Л.И. Анатомия и функция левого предсердия: от диагностики к клинической практике. // Клиническая физиология кровообращения. -2022. - № 4(19). - С. 302-313.

2. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Турахонов Т.К., Ирасханов А.Ш. Параметры деформации миокарда левого предсердия как маркер диастолической дисфункции у больных ишемической болезнью сердца //Клиническая физиология кровообращения. -2022.-№4(19). – С. 326-337.
3. Кокшенева И.В., Малороева А.И., Голубев Е.П., Ибрагимов Р.М., Турахонов Т.К., Капленко Л.И. Прогнозирование динамики ишемической митральной регургитации после реваскуляризации миокарда. // Креативная кардиология. – 2022.-№16(3). - С. 326-339.
4. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Турахонов Т.К., Жертовская Е.В., Амбатьелло С.Г. Значение оценки механической функции левого предсердия у больных с митральной регургитацией. // Клиническая физиология кровообращения. -2023.- Т20. -№ 3. –С. 213– 220.
5. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Голубев Е.П., Ибрагимов Р.М., Турахонов Т.К., Гришенков А.В., Жертовская Е.В., Ирасханов А.Ш. Структурно-функциональная дисфункция левого предсердия у больных ишемической болезнью сердца: механизмы развития, влияние на течение раннего послеоперационного периода после коронарного шунтирования. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. -2023.- Т 24. - №6. – С .585-596.
6. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Голубев Е.П., Ибрагимов Р.М., Турахонов Т.К., Гришенков А.В., Жертовская Е.В., Ирасханов А.Ш. Влияние функционального состояния левого предсердия на риск развития фибрилляции предсердий в раннем послеоперационном периоде после коронарного шунтирования. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН -2024.- №1(25). - С. 41-55
7. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Турахонов Т.К. Изменение показателей деформации миокарда левого желудочка и левого предсердия в раннем послеоперационном периоде после коронарного шунтирования. //Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии. -2022. - С. 86.

8. Малороева А.И., Бузиашвили Ю.И., Кокшенева И.В., Турахонов Т.К., Капленко Л.И. Структурно – функциональная характеристика миокарда по данным тканевого доплеровского исследования у больных с обратимой и необратимой ишемической митральной регургитацией. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. //Сердечно-сосудистые заболевания.- 2022.-Т23(№3)- С.36.
9. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Ахмедярова Н.К., Алимов В.П., Тугеева Э.Ф., Шуваев И.П.,Турахонов Т.К., Ирасхонов А.Ш.. Параметры деформации миокарда левого предсердия как маркер диастолической дисфункции у больных ишемической болезнью сердца.// Сердечно-сосудистые заболевания.- 2023.- Т.24 (№3).- С. 42.
10. Капленко Л.И., Бузиашвили Ю.И., Кокшенева И.В., Голубев Е.П., Ибрагимов Р.М., Турахонов Т.К. Структурно-функциональная дисфункция левого предсердия у больных ИБС: механизмы развития, влияние на течение раннего послеоперационного периода после коронарного шунтирования. Ишемическая болезнь сердца. Реваскуляризация миокарда. Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.- 2024.- Т25 (№6). - С. 54.
11. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Голубев Е.П., Ибрагимов Р.М., Турахонов Т.Н. Влияние функционального состояния левого предсердия на риск развития фибрилляции предсердий в раннем послеоперационном периоде после коронарного шунтирования. Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. -2025.-Т 26(№3).- С. 47.
12. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Голубев Е.П., Ибрагимов Р.М., Турахонов Т.Н., Гришенков А.В. Эхокардиографические подходы к прогнозированию риска развития фибрилляции предсердий после операции коронарного шунтирования. В книге: XXXI Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов. Тезисы докладов.- 2025.- Т26 (№6).- С.86.