

## Первый опыт применения технологии спекл-трекинг эхокардиографии в двумерном режиме для оценки связи нарушения деформации левого предсердия с фибрилляцией предсердий после коронарного шунтирования

Ганаев К. Г., Власова Э. Е., Авалян А. А., Саидова М. А., Акчурин Р. С.

**Цель.** Изучить деформационные показатели левого предсердия (ЛП) у кандидатов на коронарное шунтирование (КШ) и оценить их возможную связь с фибрилляцией предсердий (ФП), возникшей впервые после изолированного КШ.

**Материал и методы.** Включено 70 больных без зарегистрированной ФП в анамнезе, средний возраст  $65 \pm 8$  лет, 80% мужчин. Проведена предоперационная эхокардиография (ЭхоКГ) с оценкой деформации ЛП, используя технологию спекл-трекинг ЭхоКГ (СТЭ) с оценкой деформации ЛП в фазы: резервара — PALS, кондукта — ALS early и насоса — ALS late. Рассмотрены 2 группы: без послеоперационной ФП (ПОФП) ( $n=50$ ) — больные без зарегистрированного пароксизма ФП после КШ, и с ПОФП ( $n=20$ ) — больные с выявленной ФП в послеоперационном периоде. Послеоперационная оценка ритма: ежедневная регистрация электрокардиограммы (ЭКГ), непрерывное прикроватное мониторирование ЭКГ до 3 сут., холтеровское мониторирование (ЭКГ) — на 4-5-е сут. после КШ. Медиана наблюдения составила 9 (7; 11) сут.

**Результаты.** ПОФП развилась у 20/70 (29%) больных. Клинико-демографические и интраоперационные параметры КШ в группах без ПОФП и с ПОФП были сопоставимы. ЭхоКГ параметры в исследуемых группах также равнозначны; объем ЛП ( $57,0 \pm 8,7$  vs  $60,0 \pm 12,1$ , соответственно), размер ЛП ( $3,9 \pm 0,3$  vs  $3,9 \pm 0,2$ , соответственно). Анализ параметров деформации показал достоверное их снижение в группе с ПОФП по сравнению с группой без ПОФП: PALS ( $20,4 \pm 3,1$  vs  $27,8 \pm 3,0$ , соответственно), ALS early ( $8,50 \pm 1,5$  vs  $11,8 \pm 1,7$ , соответственно), ALS late ( $-0,2 \pm 0,7$  vs  $-1,0 \pm 1,0$ ). ROC-анализа установил прогностическую ценность параметра PALS: значение  $\leq 23,0\%$  с чувствительностью 90% и специфичностью 78% явилось предиктором ПОФП.

**Заключение.** Традиционные ЭхоКГ предикторы (размер и объем ЛП), указывающие на высокий риск возникновения ПОФП, не могут корректно оценивать риск впервые возникшей послеоперационной аритмии. ФП после КШ, вероятно, связана с имеющейся субклинической дисфункцией ЛП как следствие структурных изменений на фоне хронической ишемической болезни сердца. В нашем исследовании показано, что снижение параметров деформации ЛП по данным СТЭ ассоциировано с развитием ПОФП. Необходимы дальнейшие исследования для оценки эффективности метода СТЭ; такая оценка внесет существенный вклад в возможности прогнозирования ПОФП.

**Ключевые слова:** послеоперационная фибрилляция предсердий, спекл-трекинг эхокардиография, коронарное шунтирование.

**Отношения и деятельность:** нет.

ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е. И. Чазова Минздрава России, Москва, Россия.

Ганаев К. Г.\* — аспирант отдела сердечно-сосудистой хирургии НИИ Клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, ORCID: 0000-0002-8438-2450, Власова Э. Е. — к.м.н., с.н.с. отдела сердечно-сосудистой хирургии НИИ Клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, ORCID: 0000-0003-2925-244X, Авалян А. А. — м.н.с., отдел ультразвуковых методов исследования НИИ Клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, ORCID: 0000-0003-0442-4495, Саидова М. А. — д.м.н., профессор, руководитель отдела ультразвуковых методов исследования НИИ Клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, ORCID: 0000-0002-3233-1862, Акчурин Р. С. — академик РАН, профессор, зам. генерального директора по хирургии, руководитель отдела сердечно-сосудистой хирургии НИИ Клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, ORCID: 0000-0002-6726-4612.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): dr\_ganaev@mail.ru

КШ — коронарное шунтирование, ЛП — левое предсердие, ПОФП — послеоперационная фибрилляция предсердий, СТЭ — спекл-трекинг эхокардиография, ФП — фибрилляция предсердий, ЭКГ — электрокардиография, ЭхоКГ — эхокардиография.

Рукопись получена 18.04.2022

Рецензия получена 14.05.2022

Принята к публикации 23.05.2022



**Для цитирования:** Ганаев К. Г., Власова Э. Е., Авалян А. А., Саидова М. А., Акчурин Р. С. Первый опыт применения технологии спекл-трекинг эхокардиографии в двумерном режиме для оценки связи нарушения деформации левого предсердия с фибрилляцией предсердий после коронарного шунтирования. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(7):5026. doi:10.15829/1560-4071-2022-5026. EDN VCCTRF

## First experience of using two-dimensional speckle-tracking echocardiography to assess the association of left atrial strain with atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting

Ganaev K. G., Vlasova E. E., Avalyan A. A., Saidova M. A., Akchurin R. S.

**Aim.** To assess left atrial (LA) strain parameters in candidates for coronary artery bypass grafting (CABG) and to evaluate their possible relationship with newly diagnosed atrial fibrillation (AF) after isolated CABG.

**Material and methods.** The study included 70 patients without prior AF (mean age,  $65 \pm 8$  years; men, 80%). Preoperative speckle-tracking echocardiography with an assessment of LA strain was performed. Two following groups were considered: without postoperative AF (POAF) ( $n=50$ ), with postoperative POAF ( $n=20$ ). After surgery, daily electrocardiography (ECG), 3-day postoperative continuous ECG monitoring, Holter ECG monitoring on the 4<sup>th</sup>-5<sup>th</sup> day after CABG. The median follow-up was 9 (7; 11) days.

**Results.** Postoperative AF developed in 20/70 (29%) patients. Clinical, demographic and intraoperative parameters of CABG in the groups without and with

POAF were comparable. Echocardiographic parameters in the studied groups were also equivalent; LA volume ( $57,0 \pm 8,7$  vs  $60,0 \pm 12,1$ , respectively), LA size ( $3,9 \pm 0,3$  vs  $3,9 \pm 0,2$ , respectively). Strain analysis showed its significant decrease in the group with POAF compared to the group without POAF: peak atrial longitudinal strain (PALS) ( $20,4 \pm 3,1$  vs  $27,8 \pm 3,0$ , respectively), ALS early ( $8,50 \pm 1,5$  vs  $11,8 \pm 1,7$ , respectively), ALS late ( $-0,2 \pm 0,7$  vs  $-1,0 \pm 1,0$ ). ROC analysis established the predictive value of PALS as follows: a value of  $\leq 23,0\%$  with a sensitivity of 90% and a specificity of 78% was a predictor of postoperative AF.

**Conclusion.** Conventional echocardiographic predictors (LA size and volume) indicating a high risk of POAF cannot correctly assess the risk of

newly diagnosed postoperative arrhythmia. AF after CABG is probably associated with the existing subclinical LA dysfunction as a result of structural abnormalities due to coronary artery disease. Our study showed that a decrease in LA strain parameters is associated with POAF. Further studies are needed to evaluate the contribution of speckle-tracking echocardiography to prediction of POAF.

**Keywords:** postoperative atrial fibrillation, speckle tracking echocardiography, coronary artery bypass grafting.

**Relationships and Activities:** none.

E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia.

Ganaev K. G.\* ORCID: 0000-0002-8438-2450, Vlasova E. E. ORCID: 0000-0003-2925-244X, Avalyan A. A. ORCID: 0000-0003-0442-4495, Saidova M. A. ORCID: 0000-0002-3233-1862, Akchurin R. S. ORCID: 0000-0002-6726-4612.

\*Corresponding author: dr\_ganaev@mail.ru

**Received:** 18.04.2022 **Revision Received:** 14.05.2022 **Accepted:** 23.05.2022

**For citation:** Ganaev K. G., Vlasova E. E., Avalyan A. A., Saidova M. A., Akchurin R. S. First experience of using two-dimensional speckle-tracking echocardiography to assess the association of left atrial strain with atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(7):5026. doi:10.15829/1560-4071-2022-5026. EDN VCCTRF

### Ключевые моменты

- У больных с послеоперационной фибрилляцией предсердий (ПОФП) отмечаются худшие параметры деформации левого предсердия на дооперационном этапе по сравнению с больными без ПОФП.
- Прогностическое значение в определении риска ПОФП параметра PALS  $\leq 23,0\%$  (чувствительность 90%, специфичность 78%).

### Key messages

- Patients with postoperative atrial fibrillation (POAF) have worse left atrial strain parameters at the preoperative stage compared with patients without POAF.
- PALS  $\leq 23,0\%$  have the prognostic value in determining the POAF risk (sensitivity, 90%, specificity, 78%).

Послеоперационная фибрилляция предсердий (ПОФП) является наиболее распространенной аритмией после операции коронарного шунтирования (КШ): частота варьирует от 20 до 40% [1]. Заболеваемость ПОФП возросла за последние два десятилетия [2]. Рост частоты аритмии в послеоперационном периоде, возможно, в значительной степени связан с увеличением общей продолжительности жизни населения: пациент в клинике и в операционной становится более коморбидным. ПОФП в большинстве случаев протекает доброкачественно: бессимптомный пароксизм спонтанно купируется в течение  $\leq 24$  ч. Однако аритмия в раннем периоде после операции приводит к дополнительному медицинскому уходу, что нередко удлиняет пребывание больного в стационаре и увеличивает затраты. Фибрилляция предсердий (ФП) после КШ повышает риск гемодинамической нестабильности, тромбэмболических событий и закономерно увеличивает общую заболеваемость и смертность после операции КШ [3]. Большинство эпизодов ФП происходит в течение первой послеоперационной недели с пиком заболеваемости на 2-4-е сут. послеоперационного периода [2]. Среди множества факторов риска возникновения ПОФП можно выделить: пожилой возраст, эпизод мерцательной аритмии в анамнезе, снижение функции левого желудочка, увеличение левого предсердия (ЛП), сахарный диабет и ожирение [4-7]. Выявление пациентов с высоким риском ПОФП остается сложной задачей. Клиническая полезность большинства общепринятых факторов, например,

возраста, эхокардиографических (ЭхоКГ) и электрокардиографических (ЭКГ) предикторов или сопутствующей патологии, увеличивающих вероятность возникновения аритмии, низкая. Попытки построить логистические регрессионные модели на основе до- и интраоперационных переменных также не смогли предоставить надежные предикторы для прогнозирования риска развития ПОФП. Из относительно новых предикторов следует выделить нарушение деформации ЛП [8]. Наиболее современным методом изучения параметров деформации предсердий и желудочков является технология спекл-трекинг ЭхоКГ (СТЭ), которая позволяет быстро и воспроизводимо дать оценку параметрам деформации камер сердца. Хорошо известно об использовании СТЭ при оценке состояния желудочков сердца у больных ишемической болезнью сердца [9], хронической сердечной недостаточностью [10], а также при оценке деформации предсердий после катетерной деструкции аритмогенных зон у больных с ФП [11, 12].

Настоящее исследование предпринято в связи с предположением, что деформационные свойства предсердий сопряжены с развитием ПОФП. продемонстрирован первый опыт использования технологии СТЭ в нашей стране как метода оценки деформации — фактора, ассоциированного с развитием ФП после КШ.

Цель исследования — изучить деформационные показатели ЛП у кандидатов на КШ и оценить их возможную связь с ФП, возникшей впервые после изолированного КШ.

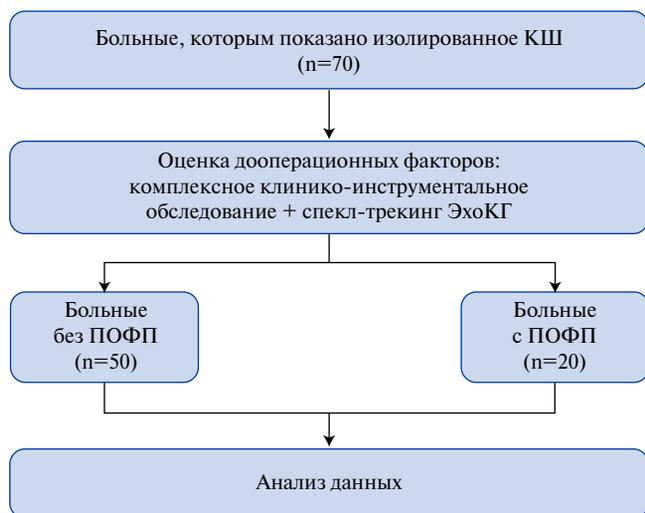


Рис. 1. Представлен дизайн исследования.

**Сокращения:** КШ — коронарное шунтирование, ПОФП — послеоперационная фибрилляция предсердий, ЭхоКГ — эхокардиография.

### Материал и методы

Исследование являлось проспективным. Включены больные, прооперированные в ОССХ ФГБУ “НМИЦК им. акад. Е. И. Чазова” Минздрава России в период с 2020 по 2021гг. Критерии включения — изолированное КШ с достижением полной реваскуляризации. Критерии исключения — документированное наличие ФП в анамнезе, клапанная дисфункция умеренной и тяжелой степени, гормональная дисфункция щитовидной железы, исходная хроническая сердечная недостаточность, развитие периоперационных осложнений (инфаркт миокарда, острая сердечная и дыхательная недостаточность, значимая кровопотеря), умершие в течение первых 5 сут. послеоперационного периода без зарегистрированного пароксизма ФП. Таким образом, в исследование включено 70 больных. Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом “НМИЦ кардиологии им. акад. Е. И. Чазова”. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное добровольное согласие. Показаниями к операции являлись наличие “стволового” и/или многососудистого поражения коронарных артерий, Syntax-score >22, стенокардия напряжения или доказанная безболевая ишемия миокарда (по данным визуализирующих методов исследования). Все операции КШ выполнялись on-pump в условиях кардиopleгии и гипотермии. Периоперационное ведение было стандартным у всех больных; в послеоперационном периоде все больные получали бета-блокатор (бисо-

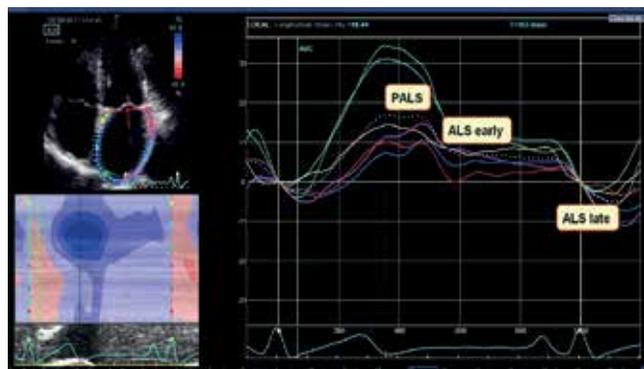


Рис. 2. Технология СТЭ в двумерном режиме ЛП в оценки показателей деформации.

**Примечание:** PALS — деформация ЛП в фазу резервуара, ALS early — деформация ЛП в фазу кондукта, ALS late — деформация ЛП в насосную фазу.

**Сокращение:** ЛП — левое предсердие.

пролол) 1,25-5 мг в сут., начиная с 1-х сут. после операции. Послеоперационное наблюдение за ритмом происходило путем непрерывного прикроватного мониторинга ЭКГ в течение 4 сут., ежедневной плановой регистрации ЭКГ, 24-ч холтеровского мониторинга ЭКГ на 5-6 сут. после КШ, а также дополнительных регистраций ЭКГ при симптомах аритмии. ПОФП определялась как эпизод неправильного ритма в отсутствии зубцов P, зарегистрированная на 12-канальной ЭКГ, продолжительностью ≥30 сек. Длительность наблюдения — послеоперационный госпитальный период.

Определена частота развития впервые выявленной ФП после КШ. Был проведен анализ по двум группам — с документально подтвержденной ПОФП (1 группа) и без возникновения ПОФП (2 группа). Оценены: дооперационные клиничко-лабораторные показатели, наличие сопутствующих заболеваний, показатели ЭхоКГ, в т.ч. деформационные характеристики. Все полученные данные сопоставлены с частотой развития ПОФП (рис. 1).

Для анализа деформационных свойств ЛП больным на предоперационном этапе выполнялась СТЭ. Всем участникам исследования трансторакальная ЭхоКГ проводилась на ультразвуковом приборе экспертного класса Vivid E9 (GE Healthcare, США) с использованием датчика M5S-D для регистрации изображений в 2D режиме. Для определения фаз сердечного цикла во время исследования выполнялась синхронная запись ЭКГ. Исследование проводилось с использованием стандартных эхокардиографических доступов и режимов по стандартной методике: определялись качественные и количественные показатели, согласно рекомендациям по оценке структуры и функции камер сердца [13]. В последующем изображения обрабатывались с помощью програм-

**Таблица 1**

**Клинико-демографическая характеристика исследуемых групп**

Показатели	Без ПОФП (n=50)		С ПОФП (n=20)		p-value*
	n	%	n	%	
Мужчины	42	84	14	70	0,186
Курение	30	60	10	50	0,445
Алкоголь	9	18	5	25	0,508
АГ	45	90	17	85	0,630
СД	15	30	7	35	0,684
ПИКС	31	62	16	80	0,324
ХБП	4	8	2	10	0,739
Значимый стеноз ПКА	40	80	16	80	0,689
Значимый стеноз ЛКА	18	36	7	35	0,948

**Примечание:** \* — различия считались достоверными при уровне статистической значимости  $p < 0,05$ .

**Сокращения:** АГ — артериальная гипертензия, ЛКА — левая коронарная артерия, ПИКС — постинфарктный кардиосклероз, ПКА — правая коронарная артерия, ПОФП — послеоперационная фибрилляция предсердий, СД — сахарный диабет, ХБП — хроническая болезнь почек.

**Таблица 2**

**Клинико-инструментальная характеристика включенных больных**

Показатели	Без ПОФП (n=50)		С ПОФП (n=20)		p-value*
	М	SD	М	SD	
Возраст, лет	63,2	8,4	66,9	7,7	0,117
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,0	3,2	28,0	2,8	0,820
Euroscore II	1,66	1,14	1,75	1,2	0,922
Размер ЛП, см	3,9	0,3	3,9	0,2	0,635
Объем ЛП, мл	57,0	8,7	60,0	12,1	0,387
Индексированный объем ЛП, мл/м <sup>2</sup>	27,2	2,8	29,1	5,6	0,086
ФВ ЛЖ, %	56,2	6,9	56,2	7,0	0,974
СДЛА, мм рт.ст.	28,0	5,7	27,0	5,2	0,356

**Сокращения:** ИМТ — индекс массы тела, ЛП — левое предсердие, ПОФП — послеоперационная фибрилляция предсердий, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, EuroSCORE (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) — шкала оценки риска кардиохирургических операций, М — среднее значение, SD — стандартное отклонение.

мы EchoPAC PC (GE Healthcare, США). С этой целью выполнялась запись цифровых кинопетель из апикального доступа в 4- и 2-камерной позициях на CD-R носитель с последующим переносом данных на компьютерную станцию обработки. Всем участникам исследования проводился анализ продольной деформации ЛП в трех фазах — кондуктивная, резервуарная и контрактильная. В качестве исходной точки для регистрации данных деформации ЛП принимался зубец R на ЭКГ (рис. 2).

**Статистический анализ.** Статистическая обработка данных выполнена с использованием программы Statistica 10. Перед началом анализа количественных данных проведена их проверка на нормальность распределения (визуальный анализ гистограммы, асимметрия, эксцесс, коэффициент вариации, критерий Колмогорова-Смирнова). Количественные переменные представлены в виде среднего арифметического (M) и стандартного отклонения (SD). Частота выявления признака представлена в виде абсолютного (n) и относительного значения (%). При сравнении двух независимых групп по количественным признакам использован параметрический критерий Стьюдента. Анализ сопряженности качественных признаков в группах проведен с помощью критерия  $\chi^2$ . Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Для оценки прогностической значимости параметров СТЭ применялся ROC-анализ.

### Результаты

Исходная характеристика больных групп без ПОФП и с ПОФП представлены в таблицах 1 и 2. Впервые выявленная ПОФП была зарегистрирована в 29% (n=20)

случаев. Большинство в обеих группах составили мужчины: 84% (42 из 50) в группе без ПОФП и 70% (14 из 20) в группе с ПОФП. Средний возраст составил  $63,2 \pm 8,4$  лет среди больных без ПОФП и  $66,9 \pm 7,7$  лет у больных с ПОФП.

Общепринятые факторы риска развития ишемической болезни сердца (курение, артериальная гипертензия и сахарный диабет) встречались в группах с сопоставимой частотой; также не наблюдалось значительных различий между двумя группами в отношении наличия хронической болезни почек, ранее перенесенного инфаркта миокарда и другими сопутствующими заболеваниями.

В исследовании анализу также подвергались интраоперационные параметры (индекс ревазуляризации, время ишемии и длительность искусственного кровообращения) в группах без и с ПОФП, результаты подробно представлены в нашей предыдущей публикации [14].

Статистических значимых различий по показателям ЭхоКГ (размер и объем ЛП, фракция выброса левого желудочка, систолическое давление в легочной артерии) при сравнении обеих групп не выявлено.

Анализ параметров СТЭ выявил, что у больных с ПОФП отмечалось достоверное снижение дооперационных показателей деформации ЛП по сравнению с показателями деформации ЛП в группе без ПОФП (табл. 3, рис. 3).

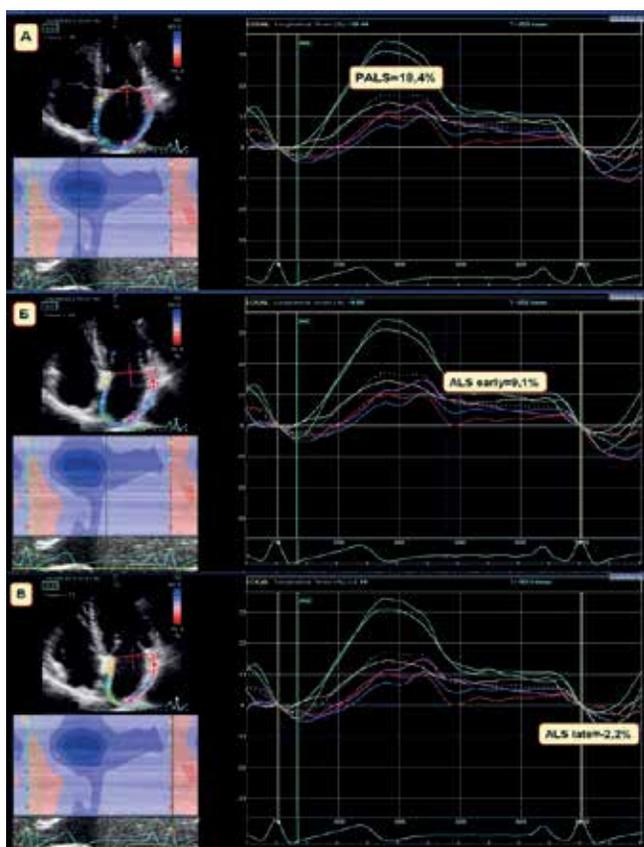
Для определения чувствительности и специфичности параметров деформации по данным СТЭ в двумерном режиме выполнен ROC-анализ (рис. 4). Установлено прогностическое значение в определе-

**Таблица 3**  
Показатели деформации в группах с ПОФП и без ПОФП

Показатели	Без ПОФП		С ПОФП		p-value*
	M	SD	M	SD	
PALS, %	27,8	3,0	20,4	3,1	0,024
ALS early, %	11,8	1,7	8,50	1,5	0,038
ALS late, %	-1,0	1,0	-0,2	0,7	0,039

**Примечание:** \* — различия считались достоверными при уровне статистической значимости  $p < 0,05$ .

**Сокращения:** ПОФП — послеоперационная фибрилляция предсердий, ALS early — деформация левого предсердия в фазу кондукта, ALS late — деформация левого предсердия в насосную фазу, PALS — деформация левого предсердия в фазу резервуара.

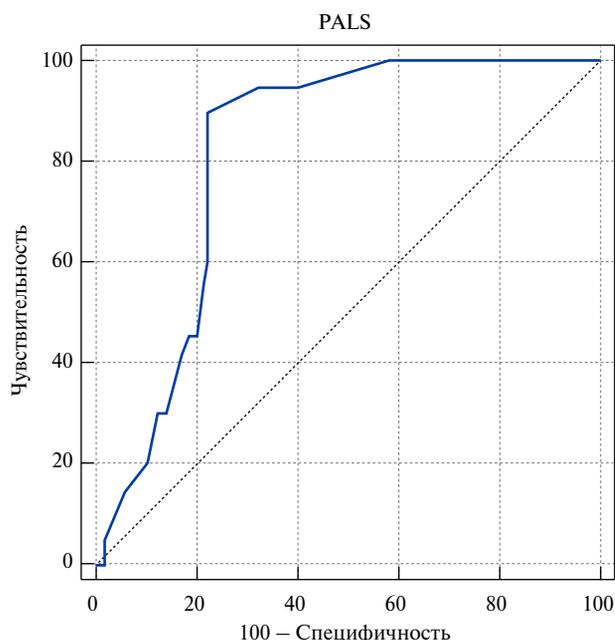


**Рис. 3.** Анализ параметров деформации ЛП, с использованием технологии СТЭ. (А) PALS — деформации ЛП в фазу резервуара; (Б) ALS early — деформации ЛП в фазу кондукта; (В) ALS late — деформации ЛП в фазу насоса.

нии риска ПОФП параметра PALS  $\leq 23,0\%$  (чувствительность 90% и специфичность 78%; площадь под ROC кривой составила  $0,820 \pm 0,050$  с 95% доверительным интервалом: 0,710-0,902).

### Обсуждение

ПОФП — самое частое осложнение всех кардиохирургических вмешательств; по данным литературы частота распространения после изолирован-



**Рис. 4.** Диагностическая значимость PALS по данным СТЭ в двумерном режиме как прогностического фактора развития ФП после КШ.

ного КШ составляет от 20% до 40% [1]. Несмотря на улучшение анестезиологического пособия, методов защиты миокарда и модернизацию хирургической техники, в т.ч. применение малоинвазивных способов открытой реваскуляризации, не отмечено существенного снижения заболеваемости ПОФП. Напротив, его частота парадоксальным образом увеличилась в последние десятилетия, скорее это связано с увеличением продолжительности жизни населения, большим количеством сопутствующих заболеваний у хирургических пациентов, совершенствованием технологий непрерывного мониторинга ритма сердца.

Принято рассматривать ПОФП не как самостоятельное заболевание, а как временное доброкачественное и хорошо переносимое клиническое состояние. Однако существует немало исследований, показывающих, что ФП, возникшая после кардиохирургического вмешательства, является более “злокачественной”, чем принято считать, и ассоциирована с более длительным пребыванием в отделении реанимации, увеличением койко-дня госпитализации, увеличением финансовых затрат. Сообщается также о двукратном повышении риска сердечно-сосудистой смерти у пациентов с ПОФП после КШ [15, 16].

Генез ПОФП до конца не ясен. Текущие данные свидетельствуют о том, что комбинация нескольких факторов связана с возникновением ПОФП, и что аритмия, вероятно, имеет многофакторный характер. К основным факторам можно отнести: возраст, фиброз и расширение предсердий, системный воспалительный ответ, эффект катехоламинов, дис-

баланс вегетативного тонуса [17-20]. Определение факторов риска ПОФП после КШ является важной задачей, поскольку улучшение стратификации риска возникновения аритмии способствует планированию и реализации стратегий профилактики.

В нашем исследовании частота ПОФП составила 29%. Сравнительный анализ показал сопоставимость частоты ПОФП с данными научной литературы.

Группы больных без ПОФП и с ПОФП не различались по клинико-демографическим показателям, а также по наличию сопутствующих заболеваний. Предоперационная механическая дисфункция предсердий может прогнозировать развитие ФП после КШ. Определение предсердной функции может быть клинически полезным для выявления пациентов с высоким риском ПОФП. Отметим, что в нашем исследовании отсутствовала связь между традиционными ЭхоКГ параметрами, такими как размер и объем ЛП, с развитием послеоперационной аритмии. Влияние данных показателей на возникновение ПОФП было продемонстрировано во многих исследованиях [21]. Считаем, что в большинстве исследований увеличенное ЛП являлось отражением ремоделирования, как следствие мерцательной аритмии в анамнезе, задачей текущего исследования был анализ впервые выявленной ПОФП путем исключения больных с указаниями на мерцательную аритмию в прошлом.

Увеличенное ЛП можно рассматривать как клинико-инструментальный “маркер” имеющейся механической дисфункции ЛП. Возможно ли выявить признаки субклинической дисфункции ЛП в условиях нормы стандартных ЭхоКГ показателей и определить риски послеоперационной аритмии? Скорее всего, да. Такой опыт уже есть: ранее сообщалось о влиянии деформации ЛП на возникновение ПОФП, однако многие исследователи не изучали особенности деформации трех фаз ЛП: роль

деформационных характеристик в возникновении ПОФП оценивалась путем определения деформации, как правило, в фазу резервуара ЛП [8]. Нами в исследовании проанализированы предоперационные характеристики деформации ЛП, показано, что у больных с зарегистрированной ПОФП отмечается статистически достоверное снижение деформации ЛП на дооперационном этапе в фазы: резервуара, кондуита и насоса. Выполненный ROC-анализ позволил определить, что пороговое значение деформации ЛП в фазу резервуара  $\leq 23\%$  прогнозировало ПОФП (чувствительность и специфичность модели 90% и 78%, соответственно).

Это первое исследование в нашей клинике и в Российской Федерации, демонстрирующее связь ФП после КШ с дооперационными деформационными характеристиками ЛП, определенными с помощью технологии СТЭ.

### Заключение

У больных с ПОФП отмечаются худшие параметры деформации ЛП на дооперационном этапе по сравнению с больными без ПОФП. Прогностическое значение в определении риска ПОФП параметра PALS  $\leq 23,0\%$  (чувствительность 90%, специфичность 78%).

Мы предполагаем, что ФП после КШ является ассоциированным с уже имеющейся субклинической дисфункцией ЛП как следствие структурных изменений на фоне хронической ишемической болезни сердца. Необходимы дальнейшие исследования для оценки эффективности метода СТЭ; такая оценка внесет существенный вклад в возможности прогнозирование развития ПОФП.

**Отношения и деятельность:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

### Литература/References

1. Siebert J, Rogowski J, Jagielak D, et al. Atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2000;17:520-3. doi:10.1016/s1010-7940(00)00368-7.
2. Aranki SF, Shaw DP, Adams DH, et al. Predictors of atrial fibrillation after coronary artery surgery. Current trends and impact on hospital resources. *Circulation.* 1996;94:390-7. doi:10.1161/01.cir.94.3.390.
3. El-Chami MF, Kilgo P, Hourani V, et al. 2010. New-onset atrial fibrillation predicts long-term mortality after coronary artery bypass graft. *J Am Coll Cardiol* 55:1370-6. doi:10.1016/j.jacc.2009.10.058.
4. Filardo G, Ailawadi G, Pollock BD, et al. Sex differences in the epidemiology of new-onset in-hospital post-coronary artery bypass graft surgery AF: a large multicenter study. *Circulation. Cardiovascular Quality and Outcomes.* 2016;9(6):723-30. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.116.003023.
5. Mathew JP, Fontes ML, Tudor IC, et al. Investigators of the Ischemia Research and Education Foundation; Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. A multicenter risk index for atrial fibrillation after cardiac surgery. *JAMA.* 2004;14:291(14):1720-9. doi:10.1001/jama.291.14.1720.
6. Melby SJ, George JF, Picone DJ, et al. A time-related parametric risk factor analysis for postoperative atrial fibrillation after heart surgery. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2015;149(3):886-92. doi:10.1016/j.jtcvs.2014.11.032
7. Revishvili AS, Popov VA, Korostelev AN, et al. Predictors of new onset of atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting surgery. *Journal of Arrhythmology.* 2018;(94):11-6. (In Russ.) Ревишвили А. Ш., Попов В. А., Коростелев А. Н. и др. Предикторы развития фибрилляции предсердий после операции аортокоронарного шунтирования. *Вестник аритмологии.* 2018;(94):11-6. doi:10.25760/VA-2018-94-11-16.
8. Gabrielli L, Corbalan R, Córdova S, et al. Left atrial dysfunction is a predictor of postcoronary artery bypass atrial fibrillation: Association of left atrial strain and strain rate assessed by speckle tracking. *Echocardiography.* 2011;28(10):1104-8. doi:10.1111/j.1540-8175.2011.01518.
9. Moustafa S, Elrabat K, Swailem F, et al. The correlation between speckle tracking echocardiography and coronary artery disease in patients with suspected stable angina pectoris. *Indian Heart J.* 2018;70(3):379-86. doi:10.1016/j.ihj.2017.09.220.
10. Hiebert JB, Vacek J, Shah Z, et al. Use of speckle tracking to assess heart failure with preserved ejection fraction. *J Cardiol.* 2019;74(5):397-402. doi:10.1016/j.jicc.2019.06.004.
11. Nielsen AB, Skaarup KG, Lassen MCH, et al. Usefulness of left atrial speckle tracking echocardiography in predicting recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2020;36(7):1293-309. doi:10.1007/s10554-020-01828-2.
12. Musin TI, Bagmanova ZA, Gareev DA, et al. Prediction of sinus rhythm maintenance after radiofrequency ablation in patients with atrial fibrillation using speckle tracking

- echocardiography and dynamics of left atrial structural and functional parameters. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(S2):4256. (In Russ.) Мусин Т.И., Барманова З.А., Гареев Д.А. и др. Прогнозирование контроля синусового ритма после радиочастотной абляции у больных с фибрилляцией предсердий с помощью технологии спекл-трекинг и динамика структурно-функциональных показателей левого предсердия. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(S2):4256. doi:10.15829/1560-4071-2021-4256.
13. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(1):1-64. doi:10.1016/j.echo.2018.06.004.
  14. Ganaev KG, Vlasova EE, Shiryayev AA, et al. Atrial fibrillation after coronary bypass grafting in patients with local and diffuse lesions of the coronary arteries. *Russian Cardiology Bulletin*. 2021;16(2):59-64. (In Russ.) Ганаев К.Г., Власова Э.Е., Ширяев А.А. и др. Фибрилляция предсердий после коронарного шунтирования у больных с локальным и диффузным поражением коронарного русла. *Кардиологический вестник*. 2021;16(2):59-64. doi:10.17116/Cardiobulletin20211602159.
  15. Wu ZK, Iivainen T, Pehkonen E, et al. Fibrillation in patients subjected to coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126:1477-82. doi:10.1016/s0022-5223(03)00749-9.
  16. Ahlsson A, Bodin L, Fengsrud E, et al. Patients with postoperative atrial fibrillation have a doubled cardiovascular mortality. *Scand Cardiovasc J*. 2009;43:330-6. doi:10.1080/14017430802702291.
  17. Auer J, Weber T, Berent R, et al. Risk factors of postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *J Card Surg* 2005;20(5):425-31. doi:10.1111/j.1540-8191.2005.2004123.x.
  18. Hogue CW Jr, Creswell LL, Gutterman DD, et al. American College of Chest Physicians guidelines for the prevention and management of postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *Chest*. 2005;128(Suppl 2):9S-16S. doi:10.1378/chest.128.2\_suppl.9s.
  19. Phan K, Ha HS, Phan S, et al. New-onset atrial fibrillation following coronary bypass surgery predicts long-term mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;48:817-24. doi:10.1093/ejcts/ezu551.
  20. Erdil N, Gedik E, Donmez K, et al. Predictors of postoperative atrial fibrillation after on-pump coronary artery bypass grafting: is duration of mechanical ventilation time a risk factor? *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;20:135-42. doi:10.5761/atcs.oa.12.02104.
  21. Schnabel RB, Yin X, Gona P, et al. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet*. 2015;386(9989):154-62. doi:10.1016/S01406736(14)61774-8.