

Эхокардиографические параметры ремоделирования левого желудочка у пациентов со сниженной фракцией выброса до и после применения различных видов реваскуляризации миокарда

А.Е. Андреева, Т.В. Найден, С.Ю. Бартош-Зеленая, Л.Л. Берштейн

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Ремоделирование миокарда левого желудочка (ЛЖ) после перенесенного инфаркта миокарда (ИМ) в большинстве случаев ассоциировано с неблагоприятным прогнозом. В ряде случаев, помимо оптимальной медикаментозной терапии, возможно применение хирургических методов реваскуляризации с целью остановить или замедлить процесс ремоделирования. Целью настоящего исследования было выявить структурные и функциональные параметры ремоделирования сердца, влияющие на прогноз и выживаемость пациентов после коронарной реваскуляризации, производимой тем или иным методом, сравнить эти параметры в группах пациентов, перенесших аорто-коронарное шунтирование и стентирование коронарных артерий. Было обследовано 104 пациента с ИБС и сниженной фракцией выброса (ФВ) до, в короткие сроки (5–10 дней) и через 6–12 мес. после реваскуляризации миокарда. Средний возраст больных составил 58 [54; 66] лет, среди них 85% мужчин, 15% женщин. Прооперировано 82% пациентов, из них у 62 (59,6%) человек выполнено аортокоронарное шунтирование (АКШ), стентирование коронарных артерий (КА) – у 23 (22,1%) пациентов. Полная реваскуляризация достигнута в 24 (28,2%) случаях. Помимо стандартных линейных и объемных показателей рассчитывали индекс сферичности в диастолу (КДР/ продольный размер ЛЖ в диастолу) и систолу (КСР/ продольный размер ЛЖ в систолу), а также интегральный систолический индекс ремоделирования (ИСИР), как отношение ФВ к диастолическому индексу сферичности ЛЖ в единицах. Следовательно, к параметрам ремоделирования, представляющим интерес для оценки результатов реваскуляризации относятся ИКДО, ФВ ЛЖ, диастолический индекс сферичности и интегральный систолический индекс ремоделирования. У пациентов, которым было выполнено АКШ, данные параметры отражали меньшую степень ремоделирования левого желудочка: меньше индекс конечно-диастолического объема левого желудочка, диастолический индекс сферичности и интегральный систолический индекс ремоделирования, выше фракция выброса левого желудочка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сердечная недостаточность со сниженной фракцией выброса, ремоделирование левого желудочка, индекс сферичности, интегральный систолический индекс ремоделирование, реваскуляризации миокарда.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Echocardiographic parameters of left ventricle remodeling in patients with reduced ejection fraction before and after various types of myocardial revascularization

A.E. Andreeva, T.V. Naiden, S.Yu. Bartosh-Zelenaya, L.L. Berstein

Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

SUMMARY

Left ventricular (LV) myocardial remodeling after myocardial infarction (MI) is associated with worse prognosis in most cases. In some cases, in addition to optimal drug therapy, surgical revascularization can be used to stop or slow down the remodeling process. The aim of this study was to identify structural and functional parameters of cardiac remodeling that affect the prognosis and survival of patients after coronary revascularization performed by anyone method, and to compare these parameters in groups of patients who underwent coronary artery bypass grafting (CABG) and coronary artery stenting (CAS). A total of 104 patients with coronary artery disease and reduced ejection fraction (EF) were examined before, shortly after (5–10 days), and 6–12 months after myocardial revascularization. The average age of patients was 58 [54; 66] years old, including 85% men and 15% women. 82% of patients were operated on, of which 62 (59.6%) patients underwent CABG and 23 (22.1%) patients underwent CAS. Complete revascularization was achieved in 24 (28.2%) cases. In addition to the standard linear and volumetric dimensions, the sphericity index was calculated in diastole (end-diastolic diameter, EDD/longitudinal dimension of the LV in diastole) and systole (end-systolic diameter, ESD/longitudinal dimension of the LV in systole), as well as the integral systolic remodeling index (ISRI), as the ratio of EF to the diastolic sphericity index of the LV in units. The remodeling parameters of interest for assessing the results of revascularization include EDVI, LVEF, diastolic sphericity index and integral systolic remodeling index. In patients who underwent CABG, these parameters reflected a lower degree of left ventricular remodeling: lower left ventricular end-diastolic volume index, diastolic sphericity index, and integral systolic remodeling index, and higher left ventricular ejection fraction.

KEYWORDS: heart failure with reduced ejection fraction, left ventricular remodeling, sphericity index, integral systolic remodeling index, myocardial revascularization.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

Заболеваемость ишемической болезнью сердца (ИБС) во всем мире является одной из наиболее частых причин госпитализации [1, 2, 3, 20]. Нередко ИБС осложняется инфарктом миокарда (ИМ), который, в свою очередь,

запускает процесс ремоделирования сердца [4, 5, 17]. Изначально ремоделирование необходимо для поддержания необходимого ударного объема левого желудочка (ЛЖ) в условиях снижения его сократимости вследствие гибели части миокарда. Но, при определенных

условиях, процесс ремоделирования приобретает дезадаптивный характер. Это, в свою очередь, приводит к дальнейшему снижению сократимости и нарастанию явлений сердечной недостаточности (СН), которая значительно ухудшает прогноз и качество жизни [6, 7, 8, 14, 20]. При ремоделировании сердца вследствие перенесенного ИМ и поражения коронарных артерий сердца, кроме оптимальной медикаментозной терапии (ОМТ) возможно применение хирургических методов реваскуляризации, в ряде случаев способных остановить или замедлить процесс ремоделирования [9, 12, 13, 14, 16, 18]. Тем не менее, хорошо известно, что пациенты со сниженной сократительной функцией ЛЖ имеют повышенный риск хирургического вмешательства [10, 11, 16, 18, 19].

Цель: выявить структурные и функциональные параметры ремоделирования сердца, влияющие на прогноз и выживаемость пациентов после коронарной реваскуляризации, производимой тем или иным методом, сравнить эти параметры в группах пациентов, перенесших аорто-коронарное шунтирование и стентирование коронарных артерий.

Материалы и методы

В рамках настоящего проспективного исследования было обследовано 104 пациента с ИБС и сниженной фракцией выброса (ФВ) до, в короткие сроки после (5–10 дней) и через 6–12 мес. после реваскуляризации миокарда. Средний возраст больных составил 58 [54; 66] лет, среди них 88 (85%) мужчин, 16 (15%) женщин.

Исследование проводилось в клинике им. Э.Э. Эйхвальда ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова в 2011–2020 гг и было разрешено локальным этическим комитетом. Все включенные в исследование пациенты подписывали добровольное информированное согласие.

Были применены следующие критерии включения пациентов в исследование:

- наличие ишемической болезни сердца;
- снижение фракции выброса;
- очаговые изменения ЛЖ и/или диффузное поражение миокарда ЛЖ со снижением глобальной сократимости;
- доказанные гемодинамически значимые стенозы коронарных артерий (более 70% – для основных эпикардальных артерий или их ветвей и более 50% – для общего ствола левой коронарной артерии, ЛКА), по данным коронарографии давностью не более 12 мес.

Критерии исключения пациентов из исследования включали:

- клапанные пороки сердца (тяжелая митральная регургитация, тяжелый аортальный стеноз);
- кардиомиопатии;
- наличие правожелудочковой стимуляции;
- пациенты, которым планируется имплантация 3-камерного устройства (СРТ);
- нарушения ритма сердца в момент исследования, препятствующие оценке временных показателей (частая наджелудочковая и желудочковая экстрасистолия, фибрилляция и трепетание предсердий, АВ-блокада 2 и 3 степеней);

- выраженная тахикардия (свыше 100 ударов в минуту) или брадикардия (менее 45 ударов в минуту).

В качестве конечных точек регистрировались:

- третий осмотр через 6 месяцев и более после проведенной реваскуляризации;
- сердечная смерть.

Прооперировано 85 (82%) пациентов, из них у 62 (59,6%) человек выполнено аортокоронарное шунтирование (АКШ), стентирование коронарных артерий (КА) – у 23 (22,1%) пациентов. Полная реваскуляризация достигнута в 24 (28,2%) случаях.

ЭхоКГ проводилась на аппаратах Vivid Q (GE, США) и Vivid E9 (GE, США) секторным датчиком с частотой 5–7 МГц. Помимо стандартных линейных (конечно-диастолический размер, КДР, конечно-систолический размер, КСР, толщина межжелудочковой перегородки, ТМЖП, и нижнебоковой стенки, ТНБС, в диастолу) и объемных (конечно-диастолический объем, КДО, конечно-систолический объем, КСО, ударный объем, УО, фракция выброса, ФВ, рассчитывали индекс сферичности в диастолу (КДР / продольный размер ЛЖ в диастолу) и систолу (КСР / продольный размер ЛЖ в систолу), а также интегральный систолический индекс ремоделирования (ИСИР), как отношение ФВ к диастолическому индексу сферичности ЛЖ в единицах. Оценка систолической функции ЛЖ была дополнена определением Tei-index по формуле:

$$\text{Tei-index} = \text{IVCT} + \text{IVRT} / \text{ET},$$

где IVCT – время изоволюметрического сокращения, IVRT – время изоволюметрического расслабления, ET – время изгнания.

С помощью тканевого доплеровского исследования, помимо стандартных скоростных параметров, была оценена степень внутрижелудочковой диссинхронии по времени от Q зубца ЭКГ до вершины пика s' базальных сегментов ЛЖ. Массу миокарда ЛЖ (ММ ЛЖ) определяли по формуле Devereux [Райдинг Э., 2008]:

$$\text{ММ ЛЖ (г)} = 0,8 \times [1,04 \times (\text{ДДЛЖ} + \text{ТМЖП} + \text{ТНБС})^3 - (\text{ДДЛЖ})^3] + 0,6,$$

где ДДЛЖ – диастолический диаметр левого желудочка.

Индекс массы миокарда (ИММ ЛЖ) рассчитывали, как соотношение:

$$\text{ММ ЛЖ} / \text{BSA}$$

где BSA – площадь поверхности тела в м².

Гипертрофия левого желудочка диагностировалась при значении ИММ >115 г/м² для мужчин и >95 г/м² для женщин [М. et al., 2006]. Относительная толщина стенки ЛЖ (ОТС) определялась по формуле:

$$\text{ОТС} = \text{ТНБС} \times 2 / \text{КДР}.$$

Оценка локальных нарушений сократимости проводилась по 16-сегментарной модели левого желудочка с расчетом индекса локальной сократимости (ИЛС): сумма баллов всех сегментов ЛЖ деленное на число сегментов, площадь поражения определялась как процент сегментов с нарушенной сократимостью.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0» for Windows. Для средних величин приведены значения медианы и нижнего и верхнего квартилей

(m [LQ; HQ]). Сравнение групп по количественным показателям проводилось с помощью U-критерия Манна – Уитни. При проверке статистических гипотез допустимым уровнем ошибки первого типа считалось значение, не превышающее показатель 0,05.

Результаты

Средние значения ЭхоКГ параметров обследованных пациентов приведены в табл. 1. Их определение проиллюстрировано рисунками 1 и 2.

Таблица 1
Средние значения эхокардиографических показателей (Me [QL; QH]) обследованных пациентов, подтверждающие эффективность лечения

Параметр	До операции	Ранние сроки после операции	Через 6–12 мес.
ИКДО, мл/м ²	80 [68; 92]	72 [64; 87]	75 [64; 85]
ИКСО, мл/м ²	46 [37; 56]	39 [30; 51]	38 [30; 47]
Индекс сферичности д.	0,44 [0,58; 0,68]	0,62 [0,55; 0,67]	0,63 [0,59; 0,67]
ФВ, %	43 [40; 47]	46 [40,5; 51]	49 [45; 54]

ИКДО – индекс конечно-диастолического объема, КСО – конечно-систолический объем, ИКСО – индекс конечно-систолического объема, ФВ – фракция выброса.

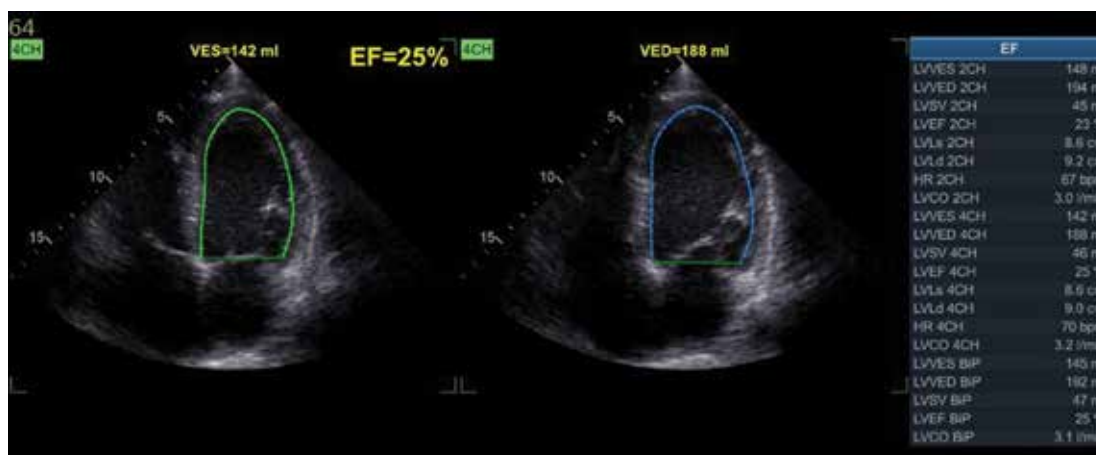


Рисунок 1. Определяемые параметры у обследуемых пациентов (конечно-диастолический объем, LVVED 192 мл; конечно-систолический объем, LVVES 145 мл; фракция выброса, LVEF 25%)

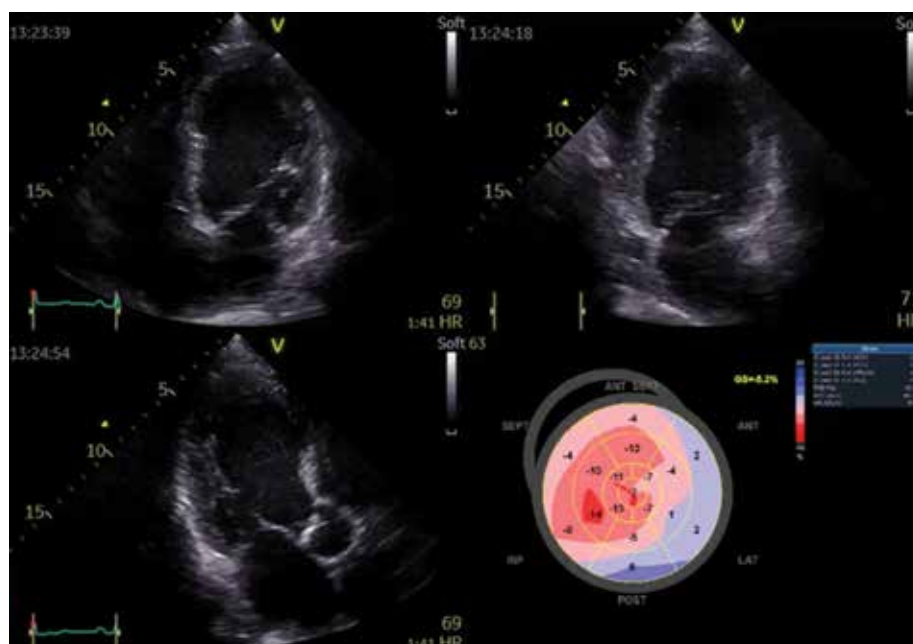


Рисунок 2. Определяемые параметры у обследуемых пациентов (глобальная продольная деформация, GS-5,2%)

Согласно данным, представленным в таблице 1, наибольшей динамике после реваскуляризации были подвержены следующие показатели ЛЖ: ИКДО, ИКСО и диастолический индекс сферичности, тогда как ФВ ЛЖ, хоть и имела статистически значимую тенденцию к увеличению, но изменялась в меньшей степени, что собственно и отражает ключевую роль ремоделирования ЛЖ в улучшении функции сердца.

Из числа обследованных пациентов 29 человек (27,6%) имели ИФК стенокардии, 35 человек (33,3%) – III, двое – IV класс (1,9%). Значимых различий по данной характеристике в группах пациентов с АКШ и стентирования выявлено не было ($p=0,24$).

Первый функциональный класс СН по NYHA до операции имели 10 пациентов (9,5%), 2-й класс – 45,7%, 3-й класс – 14 человек (13,3%), 4-й класс – 2 (1,9%) пациентов. В целом, у пациентов, которым в дальнейшем было выполнено стентирование, ФК СН был выше ($p=0,014$).

Средний балл по шкале EuroScore до операции составил 2,0, причем пациенты в группе стентирования имели в 2,4 раза больший риск, рассчитанный по данной шкале (2,1 vs 4,7 балла, $p<0,0001$).

Многососудистое поражение в группах пациентов, получивших АКШ и стентирование, встречалось в 51,6% и 47,8% случаев, соответственно ($p=0,20$). Поражение ствола ЛКА регистрировалось всего у 12 человек (11,4%), сре-

ди пациентов, перенесших стентирование – в 3-х случаях (25%), среди перенесших АКШ – в 9-ти случаях (75%).

Площадь поражения миокарда в группах до лечения составила, 37,0 см² [31; 50] и была значимо выше в группе стентирования (48,3 см² vs 40,3 см², $p=0,017$).

При сравнении линейных размеров ЛЖ до и после реваскуляризации значимых различий получить не удалось.

Индекс КДО ЛЖ до операции составил 80 мл [68; 92]; в ранние сроки после лечения – 72 [64; 87] ($p<0,001$), через год – 75 [64; 85] ($p=0,005$). Причем значимых различий ИКДО в ранние и поздние сроки после лечения выявлено не было ($p=0,21$). Обнаружены значимые различия ИКДО в ранние сроки после операции в группах АКШ и стентирования (72,0 vs 93,8 мл, $p=0,003$).

Индекс КСО ЛЖ до операции в среднем составил 46 мл [37; 56]; в ранние сроки после лечения – 39 мл [30; 51] ($p<0,0001$), через год – 38 мл [30; 47]. Значимого изменения ИКСО в ранние и поздние сроки после операции не выявлено ($p=0,81$). Причем ИКСО в группе стентирования после лечения значимо превышал данный показатель в группе АКШ (56,1 мл vs 38,1 мл, $p=0,006$).

Фракция выброса ЛЖ до операции составила 43% [40; 47]; в ранние сроки после лечения – 46% [40; 51] ($p<0,0001$), через год – 49 [45; 54] ($p=0,013$). В группе АКШ в ранние сроки после лечения ФВ ЛЖ была значимо выше (47,8%), чем в группе стентирования (40,8%, $p=0,007$, рис. 3, 4).

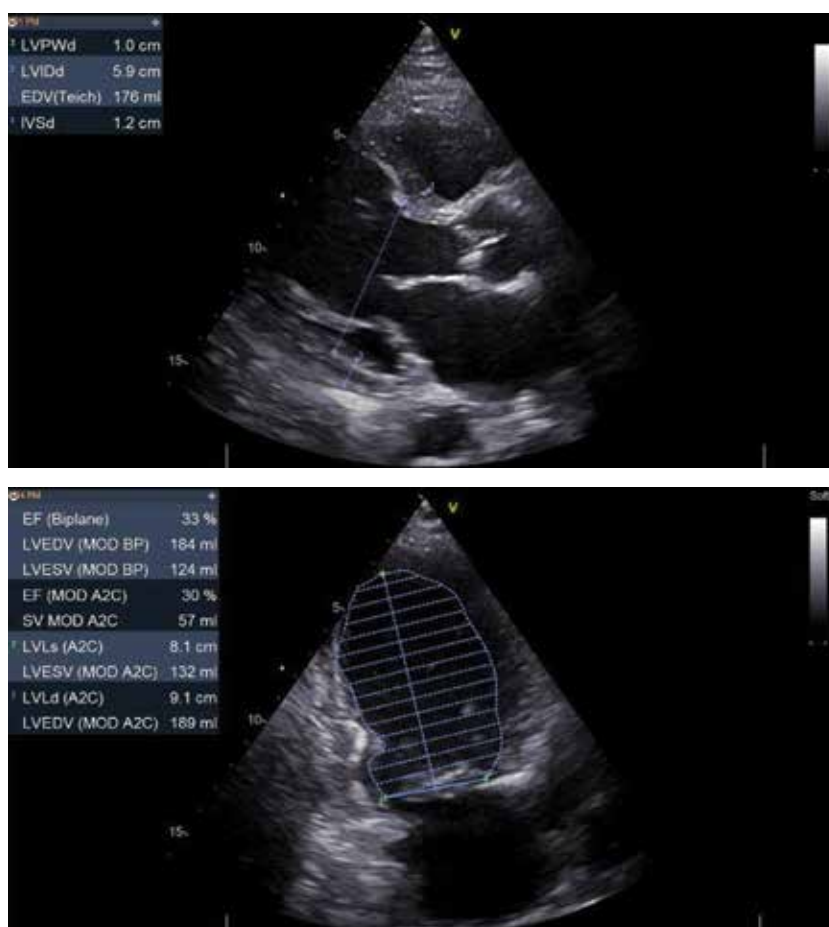


Рисунок 3. Пациент Д. 62 г. До операции АКШ (увеличен конечно-диастолический размер, 59 мм, индекс конечно-диастолического размера не увеличен, 27 мм/м²; увеличен конечно-диастолический объем, 184 мл, индекс конечно-диастолического объема, 86 мл/м²; конечно-систолический объем, 124 мл, индекс конечно-систолического объема не увеличен, 57 мл/м²; снижена фракция выброса, EF 30%)

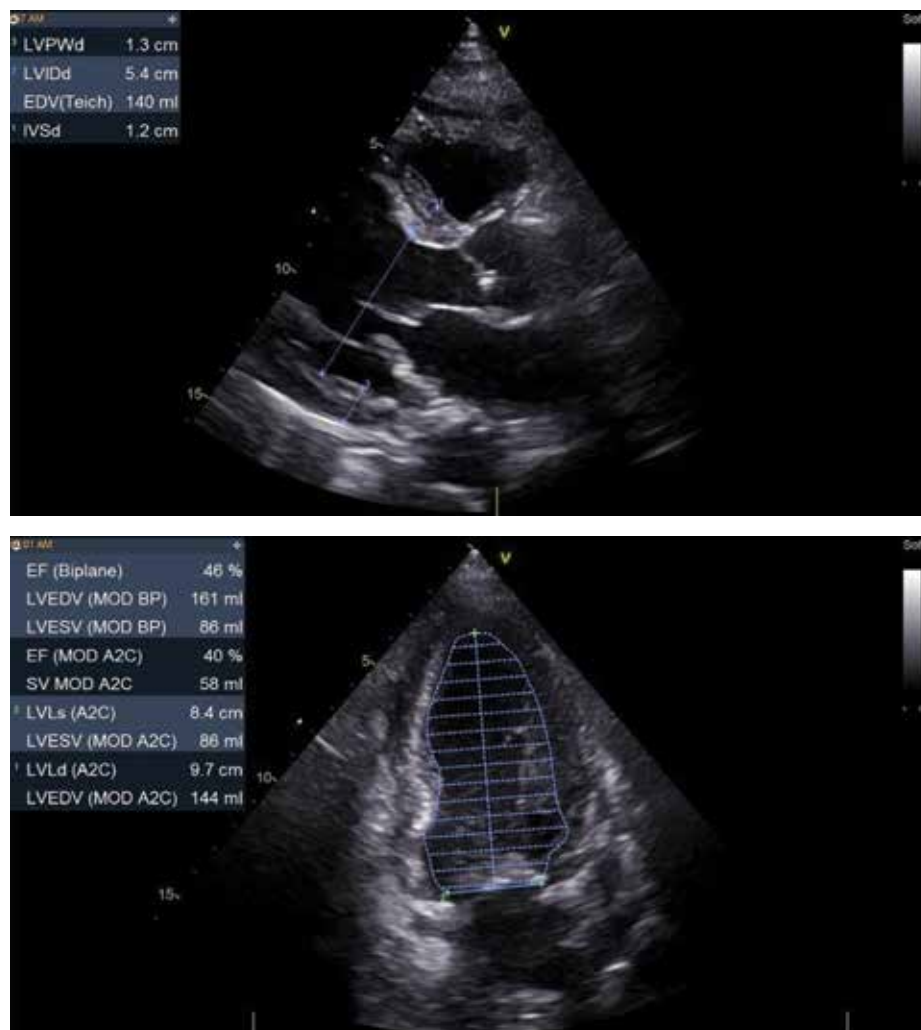


Рисунок 4. Пациент Д. 62 г. После операции АКШ (уменьшение конечно-диастолического размера, 54 мм, индекса конечно-диастолического размера, 25 мм/м²; конечно-диастолического объема 161 мл, индекса конечно-диастолического объема, 74 мл/м²; конечно-систолического объема, 86 мл, индекса конечно-систолического объема, 39 мл/м²; и улучшение фракции выброса, EF 40%)

Индексы сферичности до и после оперативного лечения значимо не различались. Так, диастолический индекс сферичности ЛЖ до операции составил 0,69 [0,58; 0,68]; в ранние сроки после лечения – 0,62 [0,55; 0,67] ($p=0,05$), через год – 0,63 [0,59; 0,67]. Систолический индекс сферичности ЛЖ до операции составил 0,51 [0,45; 0,58]; в ранние сроки после лечения – 0,52 [0,47; 0,60], через год – 0,50 [0,45; 0,57] ($p=0,57$ и 0,16). Однако, в группе пациентов, перенесших АКШ, диастолический индекс сферичности был существенно ниже по сравнению с группой стентирования: 0,59 vs 0,67, соответственно ($p=0,003$), тогда как значимых различий систолического индекса сферичности выявить не удалось (0,51 vs 0,56, $p=0,10$).

Интегральный систолический индекс ремоделирования на ранних сроках после реваскуляризации составил 60,0, на поздних сроках – 77,4, с преобладанием в группе больных, перенесших АКШ (62,5 vs 68,2 – в раннем послеоперационном периоде, $p=0,002$; с тенденцией к выравниванию в более поздние сроки: 83,0 vs 84,0, $p=0,006$, соответственно).

Обсуждение результатов

S. Yamazaki et al. (2019) с своим обзором приводят данные об отсутствии изменений со стороны индекса сферичности после операций АКШ у пациентов, перенесших ОИМ. В то же время авторы отмечают важную прогностическую роль данного параметра у пациентов с постинфарктным кардиосклерозом [21].

Напротив, по данным других исследователей добавление параметров ремоделирования ЛЖ к традиционным факторам сердечно-сосудистого риска улучшало прогнозирование 10-летней выживаемости и обеспечивало лучшие результаты по сравнению с оценкой массы и объемов ЛЖ: в отношении сердечной недостаточности AUC составляла $0,83 \pm 0,01$ и $0,81 \pm 0,01$, соответственно; ($p < 0,05$), ишемической болезни сердца – AUC $0,77 \pm 0,01$ и $0,75 \pm 0,01$ соответственно ($p < 0,05$), для всех сердечно-сосудистых заболеваний – AUC, $0,78 \pm 0,0$ и $0,76 \pm 0,0$ соответственно; $P < 0,05$). Анализ Каплана – Майера показал, что у участников с признаками ремоделирования ЛЖ 10-летняя выживаемость составила 56% по сравнению с 95% у лиц при его отсутствии [22].

Wu P. et al. (2024) в своем исследовании параметров ремоделирования ЛЖ более чем у 6 тысяч пациентов, перенесших АКШ и сердечной недостаточностью с сохраненной или супернормальной фракцией выброса (> 65%), доказали, что индексы сферичности и эксцентричности, оцененные в покое методом визуализации перфузии миокарда, служат предикторами неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, наряду с перфузионным индексом и фракцией выброса [23]. Авторы опирались на данные других исследований, продемонстрировавших, что до 1/3 летальных исходов у пациентов с ИБС в течение 1-го года после оперативного лечения [24, 25]. Следовательно, даже при сохранной глобальной сократимости существуют параметры, определяющие неблагоприятный исход, к которым, несомненно, относится ремоделирование сердца. Поэтому целью авторов стал поиск легко определяемых параметров, характеризующих данный патологический процесс, влияющих на прогноз и выживаемость пациентов после коронарной реваскуляризации, производимой тем или иным методом, сравнить эти параметры в группах пациентов, перенесших аорто-коронарное шунтирование и стентирование коронарных артерий

Выводы

Эхокардиография (ЭхоКГ) представляет собой универсальный инструмент структурно-функциональной оценки сердца у пациентов с ИБС и сниженной фракцией выброса (ФВ). К параметрам ремоделирования, представляющим интерес для оценки результатов реваскуляризации относятся ИКДО, ФВ ЛЖ, диастолический индекс сферичности и интегральный систолический индекс ремоделирования. У пациентов, которым было выполнено АКШ, данные параметры отражали меньшую степень ремоделирования левого желудочка: меньше индекс конечно-диастолического объема левого желудочка, диастолический индекс сферичности и интегральный систолический индекс ремоделирования, выше фракция выброса левого желудочка.

Список литературы / References

1. Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Арutyunov Г.П. и др. «Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр) Утверждены на Конгрессе ОССН 7 декабря 2012 года, на Правлении ОССН 31 марта 2013 и Конгрессе РКО 25 сентября 2013 года» Журнал Сердечная Недостаточность. Том 14, № 7 (81), 2013 г. С. 379–472. Mareev V.Yu., Ageev F.T., Arutyunov G.P. et al. National guidelines of the OSSH, RKO and RNMT for the diagnosis and treatment of CHF (fourth revision). Approved at the OSSH Congress on December 7, 2012, at the OSSH Board on March 31, 2013 and the RKO Congress on September 25, 2013. *Journal of Heart Failure*. Vol. 14, No. 7 (81), 2013. P. 379–472.
2. Gheorghide M., Sopko G., De Luca L. et al. Navigating the crossroads of coronary artery disease and heart failure. *Circulation*. 2006. 12; 114(11): P. 1202–1213.
3. Hobbs F.D., Roalfe A.K., Davis R.C. et al. Midlands Research Practices Consortium (MidReC) Prognosis of all-cause heart failure and borderline left ventricular systolic dysfunction: 5 year mortality follow-up of the Echocardiographic Heart of England Screening Study (ECHOES). *Eur Heart J*. 2007. 28(9): P. 1128–1134.
4. Konstam M.A., Kramer D.G., Patel A.R. et al. Left ventricular remodeling in heart failure: current concepts in clinical significance and assessment. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2011; 4(1): P. 98–108. doi: 10.1016/j.jcmg.2010.10.008. PMID: 21232712.
5. Белов Ю.В., Вараксин В.А. Постинфарктное ремоделирование левого желудочка сердца. От концепции к хирургическому лечению. – М.: DeNovo, 2002. – 194 с. Belov Yu.V., Varaksin V.A. Postinfarction remodeling of the left ventricle of the heart. From concept to surgical treatment. – М.: DeNovo, 2002. – 194 p.
6. Mann D.L. Mechanisms and models in heart failure: A combinatorial approach. *Circulation*. 1999; 100: P. 999–1008.
7. Ciampi Q., Villari B. Role of echocardiography in diagnosis and risk stratification in heart failure with left ventricular systolic dysfunction. *Cardiovasc. Ultrasound*. 2007; 5: P. 34. doi: 10.1186/1476-7120-5-34.
8. Нечесова Т.А., Коробко И.Ю., Кузнецова Н.И. Ремоделирование левого желудочка: патогенез и методы оценки Журнал «Медицинские новости». Архив № 11. 2008. С. 7–13. Nechesova T.A., Korobko I.Yu., Kuznetsova N.I. Left ventricular remodeling: pathogenesis and assessment methods. *Journal «Medical News»*. Archive No. 11. 2008. P. 7–13.
9. Pymirat E., Simon T., Steg P.G. et al. USIK USIC 2000 Investigators; FAST MI Investigators. Association of changes in clinical characteristics and management with improvement in survival among patients with ST-elevation myocardial infarction. *JAMA*. 2012; 308: P. 998–1006
10. Wijns W., Kolh P., Danchin N. et al. Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions [EAPCI]. *European Heart Journal*, Volume 31, Issue 20, 1 October 2010, Pages 2501–2555, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq277>
11. Topkara V.K., Cheema F.H., Kesavaramanujam S. Coronary artery bypass grafting in patients with low ejection fraction. *Circulation*. 2005; 112: P. 344–350.
12. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022 Jan 18;145(3):e4–e17. doi: 10.1161/CIR.0000000000001039.
13. Petrie M.C., Jhund P.S., She L. et al. Ten-year outcomes after coronary artery bypass grafting according to age in patients with heart failure and left ventricular systolic dysfunction: an analysis of the extended follow-up of the STICH trial (Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure). *Circulation*. 2016;134: P. 1314–1324.
14. Leancă S.A., Crișu D., Petriș A.O. et al. Left Ventricular Remodeling after Myocardial Infarction: From Physiopathology to Treatment. *Life (Basel)*. 2022. 24; 12(8): P. 1111. doi: 10.3390/life12081111.
15. McCartney P.J., Berry C. Redefining successful primary PCI. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 20: P. 133–135. doi: 10.1093/ehjci/eyj159.
16. Grabka M., Kocierz-Woźnowska M., Wybraniec M. et al. Left ventricular reverse remodeling in patients with anterior wall ST-segment elevation acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Postępy Kardiol. Interwencyjne*. 2018;14:373–382. doi: 10.5114/aic.2018.79867.
17. Reindl M., Reinstadler S.J., Tiller C. et al. Prognosis-based definition of left ventricular remodeling after ST-elevation myocardial infarction. *Eur. Radiol*. 2019;29: P. 2330–2339. doi: 10.1007/s00330-018-5875-3.
18. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K.C. et al. ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024 Sep 29;45(36):3415–3537. doi: 10.1093/eurheartj/ehae177.
19. Kunađian V., Zaman A., Qiu W. Revascularization among patients with severe left ventricular dysfunction: a meta-analysis of observational studies. *Eur J Heart Fail* 2011. 13: P. 773–784.
20. Мареев В.Ю., Фомин И.В., Агеев Ф.Т., и др. Клинические рекомендации ОССН – РКО – РНМОТ. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ХДЧН). Диагностика, профилактика и лечение. Кардиология. 2018; 58(6S): с. 8–158. <https://doi.org/10.18087/cardio.2475>. Mareev V.Yu., Fomin I.V., Ageev F.T. et al. Clinical guidelines of the Russian Society of Cardiology – Russian Society of Cardiology – Russian Society of Cardiology. Heart failure: chronic (CHF) and acute decompensated (ADHF). Diagnostics, prevention and treatment. *Cardiology*. 2018; 58(6S): P. 8–158. <https://doi.org/10.18087/cardio.2475>.
21. Yamazaki S., Numata S., Yaku H. The Ultimate Goals of Surgical Ventricular Reconstruction: Volume, Shape and Viability. *Journal of Coronary Artery Disease*. 2019; 25: 34 – 38.
22. Mauger C.A., Gilbert K., Suinasiaputra A. et al. Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis: Relationship between Left Ventricular Shape at Cardiac MRI and 10-year Outcomes. *Radiology*. 2023 Feb;306(2):e220122. doi: 10.1148/radiol.220122. Epub 2022 Sep 20. PMID: 36125376; PMCID: PMC9870985.
23. Wu P., Zhao Y., Guo X. Prognostic Value of Resting Left Ventricular Sphericity Indexes in Coronary Artery Disease With Preserved Ejection Fraction. *Journal of American Heart Association*. 2024; 13:e032169. DOI: 10.1161/JAHA.123.032169.
24. Arnold JR, Kanagala P, Budgeon CA, Jerosch-Herold M. et al. Prevalence and prognostic significance of microvascular dysfunction in heart failure with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol Img*. 2022; 15:1001– 1011. doi: 10.1016/j.jcmg.2021.11.022.
25. Pagliaro BR, Cannata F, Stefanini GG, Bolognese L. Myocardial ischemia and coronary disease in heart failure. *Heart Fail Rev*. 2020; 25:53–65. doi: 10.1007/s10741-019-09831-z

Статья поступила / Received 10.08.2025
Получена после рецензирования / Revised 10.11.2025
Принята в печать / Accepted 14.11.2025

Информация об авторах

Андреева Алина Евгеньевна – заведующая отделением функциональной диагностики, асс. кафедры функциональной диагностики
E-mail: alina.andreeva@szgmu.ru

Найден Татьяна Викторовна – к.м.н., доц. кафедры функциональной диагностики
E-mail: tatianan86@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9770-472X>

Бартош-Зеленая Светлана Юрьевна – д.м.н., проф., проф. кафедры функциональной диагностики
E-mail: s.bartosh.spb@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7300-1942>

Берштейн Леонид Львович – д.м.н., проф., проф. кафедры кардиологии
E-mail: l.berstein@yahoo.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9444-159X>

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Найден Татьяна Викторовна. E-mail: tatianan86@mail.ru

Для цитирования: Андреева А.Е., Найден Т.В., Бартош-Зеленая С.Ю., Берштейн Л.Л. Эхокардиографические параметры ремоделирования левого желудочка у пациентов со сниженной фракцией выброса до и после применения различных видов реваскуляризации миокарда. Медицинский алфавит. 2025;(31):38–44. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-31-38-44>

Author information

Andreeva Alina Evgenievna – chief of the Department of Functional Diagnostics
E-mail: alina.andreeva@szgmu.ru

Nayden Tatyana Viktorovna – PhD, Associate Professor, Department of Functional Diagnostics
E-mail: tatianan86@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9770-472X>

Bartosh-Zelenaya Svetlana Yuryevna – MD, PhD, prof., prof. of the Department of Functional Diagnostics
E-mail: s.bartosh.spb@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7300-1942>

Berstein Leonid Lvovich – MD, PhD, prof., prof. of the Department of Cardiology
E-mail: l.berstein@yahoo.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9444-159X>

Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

Contact information

Nayden Tatyana Viktorovna. E-mail: tatianan86@mail.ru

For citation: Andreeva A.E., Nayden T.V., Bartosh-Zelenaya S.Yu., Berstein L.L. Echocardiographic parameters of left ventricle remodeling in patients with reduced ejection fraction before and after various types of myocardial revascularization. Medical alphabet. 2025;(31):38–44. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-31-38-44>

