

© Коллектив авторов, 2025  
УДК 616.12-008.46-089.844

Г.А. Аванесян<sup>✉</sup>, А.Г. Филатов, Я.Б. Яхьяев, Ф.В. Смазнов, Р.З. Шалов

## Персонализированный подход в отборе и лечении пациентов с хронической сердечной недостаточностью методом имплантации сердечно-ресинхронизирующей терапии с наличием или отсутствием фибрилляции предсердий

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

✉ Аванесян Грайр Араратович, канд. мед. наук, науч. сотр.; orcid.org/0000-0001-5367-8382, e-mail: grair707@mail.ru

Филатов Андрей Геннадьевич, д-р мед. наук, заведующий научным отделом рентгенохирургической и интраоперационной диагностики и лечения аритмий; orcid.org/0000-0002-7026-7814

Яхьяев Яхья Бийболатович, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-0871-4468

Смазнов Федор Владиславович, ординатор; orcid.org/0009-0007-0713-0771

Шалов Руслан Замирович, канд. мед. наук, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-4403-2536

### Резюме

**Цель исследования** – оценка эффективности персонализированного подхода в отборе и лечении пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) методом имплантации сердечно-ресинхронизирующей терапии (СРТ) с наличием или отсутствием фибрилляции предсердий.

**Материал и методы.** В исследовании были включены 80 пациентов с ХСН (средний возраст  $66 \pm 4,2$  года), которые соответствовали следующим критериям: наличие полной блокады левой ножки пучка Гиса ( $QRS \geq 135$  мс), низкая фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ  $< 40\%$ ) и отсутствие клапанных пороков, требующих хирургической коррекции. Пациенты были разделены на 2 группы по 40 человек.

В 1-й группе ресинхронизирующая терапия проводилась с использованием стандартной настройки устройств на основании длительности комплекса QRS без оптимизации параметров по данным эхокардиографии (ЭхоКГ). Во 2-й группе настройка устройств проводилась с учетом данных ЭхоКГ, включая оценку механической диссинхронии и функциональных параметров ЛЖ.

**Результаты.** Анализ показал положительные изменения в обеих группах, однако во 2-й группе, где использовались данные ЭхоКГ, результаты были значительно лучше.

**Заключение.** Использование данных ЭхоКГ для персонализации настройки устройств СРТ продемонстрировало значительное улучшение электрической и механической функции сердца. Во 2-й группе наблюдалось более выраженное сокращение длительности комплекса QRS и увеличение фракции выброса, что указывает на преимущество персонализированного подхода. Настройка СРТ с учетом ЭхоКГ улучшает прогноз пациентов с ХСН и подчеркивает необходимость внедрения современных методов визуализации в клиническую практику. Эти данные подтверждают целесообразность использования персонализированных подходов для повышения эффективности лечения данной категории пациентов.

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность, ресинхронизирующая терапия

**Для цитирования:** Аванесян Г.А., Филатов А.Г., Яхьяев Я.Б., Смазнов Ф.В., Шалов Р.З. Персонализированный подход в отборе и лечении пациентов с хронической сердечной недостаточностью методом имплантации сердечно-ресинхронизирующей терапии с наличием или отсутствием фибрилляции предсердий. *Креативная кардиология*. 2025; 19 (2): 217–228. DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-2-217-228

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 12.02.2025

Поступила после рецензирования 19.02.2025

Принята к печати 27.02.2025

Г.А. Аванесян<sup>✉</sup>, А.Г. Филатов, Я.Б. Яхьяев, Ф.В. Смазнов, Р.З. Шалов

## Personalized approach in the selection and treatment of patients with chronic heart failure using cardiac resynchronization therapy with or without atrial fibrillation

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

✉ **Grayr A. Avanesyan**, Cand. Med. Sci., Researcher; orcid.org/0000-0001-5367-8382, e-mail: grair707@mail.ru  
**Andrey G. Filatov**, Dr. Med. Sci., Head of the Department of X-ray Surgical and Intraoperative Diagnosis and Treatment of Arrhythmias; orcid.org/0000-0002-7026-7814  
**Yakhya B. Yakhyaev**, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0871-4468  
**Fedor V. Smaznov**, Resident Physician; orcid.org/0009-0007-0713-0771  
**Ruslan Z. Shalov**, Cand. Med. Sci., Junior Researcher; orcid.org/0000-0002-4403-2536

### Abstract

The aim of the study is to evaluate the effectiveness of a personalized approach in the selection and correction of patients with chronic heart failure (CHF) by implantation of cardiac resynchronization therapy (CRT) with or without atrial fibrillation.

**Material and methods.** The study involved 80 patients with CHF (mean age  $66 \pm 4.2$  years) who met the following criteria: complete left bundle branch block (QRS  $\geq 135$  ms), low left ventricular ejection fraction ( $< 40\%$ ), and no valve defects requiring surgical correction. Patients were divided into two groups of 40 people.

In the first group, resynchronization therapy was performed using a standard device setting based on the duration of the QRS complex.

In the second group, device settings were performed taking into account echocardiography data, including an assessment of mechanical dyssynchrony and functional parameters of the left ventricle.

**Results.** The analysis showed positive changes in both groups, but in the second group, where echocardiography data were used, the results were significantly better.

**Conclusion.** The use of echocardiography data to personalize the settings of CRT devices demonstrated a significant improvement in the electrical and mechanical functions of the heart. In the second group, a more pronounced reduction in the duration of the QRS complex and an increase in the ejection fraction were observed, indicating the advantage of a personalized approach. Setting up CRT taking into account echocardiography improves the prognosis of patients with CHF and emphasizes the need to introduce modern imaging methods into clinical practice. These data confirm the feasibility of using personalized approaches to improve the effectiveness of treatment for this category of patients.

**Keywords:** chronic heart failure, resynchronization therapy

**For citation:** Avanesyan G.A., Filatov A.G., Yakhyaev Ya.B., Smaznov F.V., Shalov R.Z. Personalized approach in the selection and treatment of patients with chronic heart failure using cardiac resynchronization therapy with or without atrial fibrillation/ *Creative Cardiology*. 2025; 19 (2): 217–228 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-2-217-228

Received February 12, 2025

Revised February 19, 2025

Accepted February 27, 2025

## Введение

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) – это клинический синдром, возникающий в результате структурных или функциональных нарушений сердца, которые приводят к его неспособности обеспечивать организм достаточным количеством крови для удовлетворения метаболических потребностей. Это прогрессирующее состояние сопровождается значительным ухудшением качества жизни, высокой частотой госпитализаций и риском летальных исходов.

Основными причинами развития ХСН являются ишемическая болезнь сердца (ИБС) и артериальная гипертензия, которые составляют до 70% всех случаев в развитых странах. Вклад других факторов, таких как клапанные пороки сердца, дилатационная кардиомиопатия, миокардиты и врожденные аномалии, варьирует в зависимости от региона. В разви-

вающихся странах причиной ХСН нередко являются инфекционные заболевания, такие как болезнь Шагаса или ревматическая лихорадка, что значительно отличается от эпидемиологической картины в Европе и Северной Америке. В России, как и в мире, ведущими этиологическими факторами ХСН остаются ИБС и гипертоническая болезнь, однако клиническое течение заболевания отличается более поздней диагностикой и меньшей приверженностью пациентов к лечению [1, 2].

На глобальном уровне распространенность ХСН составляет 1–2% среди взрослого населения, причем с возрастом частота заболевания существенно возрастает. Среди лиц старше 70 лет ХСН диагностируется у 10% и более. В мире насчитывается более 64 млн пациентов с ХСН, и ежегодно это число растет за счет увеличения продолжительности жизни и улучшения выживаемости после острых сердечно-сосудистых событий [3]. В России

распространенность ХСН достигает 7% среди взрослого населения, что превышает показатели развитых стран. Это связано с недостаточной выявляемостью заболевания на ранних стадиях, ограниченной доступностью современных методов лечения и низкой приверженностью пациентов к длительной терапии [4].

Одним из наиболее значимых осложнений ХСН является нарушение электрической активности сердца, которое часто проявляется в виде полной блокады левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ). Это приводит к асинхронной работе желудочков, что ухудшает гемодинамику, усугубляет симптомы заболевания и способствует снижению фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Современные методы лечения, такие как сердечная ресинхронизирующая терапия (СРТ), направлены на устранение этих нарушений. Имплантация устройств СРТ позволяет восстанавливать синхронность работы желудочков, что улучшает гемодинамику, снижает клинические проявления и уменьшает количество госпитализаций [5, 6]. В случаях высокого риска внезапной сердечной смерти применяется ресинхронизирующая терапия с функцией дефибрилляции (СРТ-Д), которая сочетает восстановление синхронной работы желудочков с защитой от жизнеугрожающих аритмий [7].

Показаниями для имплантации СРТ-Д являются наличие симптомной ХСН с ФВ ЛЖ  $\leq 35\%$ , несмотря на оптимальную медикаментозную терапию, а также наличие электрокардиографических признаков БЛНПГ (ширина комплекса QRS 130 мс и более). Эти устройства рекомендованы пациентам с функциональным классом (ФК) сердечной недостаточности II–IV по классификации NYHA, для которых ресинхронизация может существенно улучшить качество жизни и прогноз [8].

Согласно российским клиническим рекомендациям по диагностике и лечению ХСН, СРТ показана пациентам с систолической ХСН и расширенным комплексом QRS. Эффективность СРТ доказана у пациентов с тяжелой (III–IV ФК по NYHA) и умеренной (II ФК) систолической ХСН (ФВ ЛЖ менее 35%) и расширенным комплексом QRS более 120–150 мс), находящихся на оптимальной медикаментозной терапии. [9].

Максимальная эффективность СРТ достигается у пациентов при наличии БЛНПГ и QRS более 150 мс; меньший, но статистически достоверный эффект – при БЛНПГ и QRS 120–150 мс; и не оказывает эффекта при морфологии QRS, отличной от БЛНПГ. Имплантацию устройства СРТ с функцией дефибриллятора следует проводить только пациентам, находящимся на оптимальной медикаментозной терапии в течение не менее 3 мес, при условии, что на фоне терапии сохраняются показания к имплантации [9].

Отбор пациентов для имплантации СРТ или СРТ-Д является ключевым этапом, влияющим на успех лечения. Для включения в группу кандидатов используются строгие клинические и инструментальные критерии, такие как выраженная дисфункция ЛЖ и подтвержденные нарушения электрической активности. В то же время из группы исключаются пациенты с терминальной стадией ХСН, требующей трансплантации сердца, а также с клапанными пороками и другой структурной патологией сердца, при которой требуется хирургическое лечение [10]. Такой подход позволяет выбрать пациентов, которые получают наибольшую пользу от имплантации устройства, минимизируя возможные риски и обеспечивая эффективность терапии.

### ***Влияние фибрилляции предсердий на эффективность ресинхронизирующей терапии***

Фибрилляция предсердий (ФП) является одним из наиболее распространенных и клинически значимых сопутствующих состояний у пациентов с ХСН. Ее наличие не только ухудшает течение ХСН, но и может снижать эффективность ресинхронизирующей терапии. У пациентов с ФП наблюдаются более выраженные гемодинамические нарушения, повышенный риск осложнений, таких как тромбоэмболии, и снижение общей выживаемости. Тем не менее, с учетом современных рекомендаций и инновационных подходов, СРТ может быть эффективно применена и у таких пациентов.

### *Основные аспекты влияния ФП на СРТ*

1. Нарушение синхронности предсердных и желудочковых сокращений. При ФП утрачивается синхронная работа предсердий и желудочков, что существенно снижает эффективность кровообращения. Даже при успешной ресинхронизации желудочков отсутствие атриовентрикулярной синхронности ограничивает улучшение гемодинамики, так как нарушается механизм заполнения желудочков в диастолу. Это особенно важно для пациентов с сохраненной функцией предсердий, где утрата синхронности приводит к значительной потере сердечного выброса. Применение медикаментозной терапии для контроля ритма может частично нивелировать это влияние [9].

2. Высокая частота желудочковых сокращений. Неконтролируемая частота желудочковых сокращений при ФП создает дополнительную нагрузку на миокард, что может негативно влиять на работу устройства СРТ. Для пациентов с ФП важно поддерживать оптимальный ритм, что достигается с помощью бета-адреноблокаторов, антагонистов кальция, дигоксина или, в некоторых случаях, катетерной аблации атриовентрикулярного узла. Снижение частоты сокращений до целевых значений (60–80 уд/мин в покое) является ключевым этапом подготовки к СРТ [11].

3. Роль катетерной аблации. Катетерная аблация атриовентрикулярного узла с последующей полной желудочковой стимуляцией может значительно улучшить результаты ресинхронизации у пациентов с ХСН и стойкой ФП. Этот метод позволяет устранить неконтролируемую желудочковую активность и обеспечить 100% стимуляцию желудочков устройством СРТ. В клинических исследованиях отмечено, что катетерная аблация устьев легочных вен и/или атриовентрикулярного узла улучшает ФВ ЛЖ, снижает выраженность симптомов ХСН и уменьшает количество госпитализаций [12].

4. Оптимизация отбора пациентов. Для повышения эффективности СРТ пациенты с ХСН и ФП должны быть тщательно отобраны. Ключевые критерии включают ширину комплекса QRS (130 мс и более), морфологию

БЛНПГ и II–IV ФК ХСН по NYHA. У пациентов с пароксизмальной ФП следует стремиться к восстановлению синусового ритма, а у пациентов с персистирующей или стойкой ФП – к контролю частоты сердечных сокращений или проведению катетерной аблации [13].

5. Прогноз и клинические исходы. У пациентов с ФП, получивших СРТ, наблюдается уменьшение клинических проявлений ХСН – снижение частоты госпитализаций и улучшение качества жизни. Однако клинические исследования показывают, что у пациентов с синусовым ритмом результаты ресинхронизации чаще бывают более выраженными. Это подчеркивает важность комплексного подхода к лечению ФП, включая контроль ритма, частоты сокращений и профилактику тромбоэмболических осложнений [14, 15].

Целью исследования является оценка эффективности персонифицированного подхода в отборе и коррекции пациентов с ХСН методом имплантации устройств СРТ с наличием или отсутствием ФП.

### **Материал и методы**

Критерии включения в исследование: наличие полной БЛНПГ (QRS более 135 мс); наличие низкой ФВ ЛЖ менее 40%; отсутствие клапанной патологии, требующей хирургической коррекции.

Критерии исключения из исследования: терминальная стадия сердечной недостаточности, требующая выполнения трансплантации сердца; наличие полной блокады правой ножки пучка Гиса; наличие клапанной и другой структурной патологии сердца, требующей хирургической коррекции.

### ***Статистическая обработка данных***

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics v.28.0.1 (разработчик – IBM Corporation). Собранный материал исследования был подвержен параметрическому и непараметрическому анализу. С помощью описательных статистик количественные данные

были проанализированы на соответствие нормального распределения. Были созданы вариационные ряды, которые объединили полученные в результате исследования данные, после чего в них был проведен расчет на среднее  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). Распределения, которые отличались от нормального, были описаны с использованием критерия Краскела–Уоллиса для непараметрических выборок и с использованием медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3).

В ретроспективное исследование были включены 80 пациентов, прооперированных в период с 2022 по 2024 г. включительно. Пациенты были разделены на 2 группы. Средний период наблюдения составил  $18 \pm 3,1$  мес. В ходе исследования для обеих групп пациентов была применена стандартизированная терапия, соответствующая современным клиническим рекомендациям по лечению пациентов с ХСН. Все пациенты получали базисную медикаментозную терапию, включающую ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (АПФ) или антагонисты рецепторов

ангиотензина II (АРА II), бета-адреноблокаторы и антагонисты минералокортикоидных рецепторов (АМКР), в дозах, адаптированных к индивидуальным особенностям каждого пациента. Дополнительно при необходимости использовали петлевые и тиазидные диуретики для контроля симптомов застоя жидкости.

В исследовании сравнивались 2 группы пациентов (по 40 человек в каждой), различающихся по параметрам оптимизации, основанным на результатах эхокардиографии (ЭхоКГ). В 1-ю группу были включены 40 пациентов, которым выполняли коррекцию параметров стимуляции по ширине комплекса QRS, а во 2-ю группу – 40 пациентов, которым выполняли коррекцию параметров стимуляции по QRS с использованием ЭхоКГ, с целью уменьшения диссинхронии между желудочками.

При анализе клинико-anamнестических характеристик достоверных различий между группами не выявлено, что свидетельствует о сопоставимости их состава (табл. 1).

Возраст пациентов в 1-й группе составил 63 года [53–71], во 2-й группе – 68 лет [62–70]

Таблица 1

Клинико-anamнестические данные

Table 1. Clinical and Anamnestic Data

Показатель	Группы		p
	1-я, n=40	2-я, n=40	
<i>Клинико-anamнестические данные</i>			
Возраст, годы	63 [53–71]	68 [62–70]	0,177
Мужской пол, n (%)	8 (20)	11 (27,5)	0,231
Рост, см	171 [162–178]	176 [163–176]	0,671
Масса тела, кг	88,05 [83,39–92,71]	84,30 [79,62–88,98]	0,277
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	29,62 [26,83–31,43]	29,54 [26,20–32,51]	0,376
<i>Наличие сопутствующей патологии, n (%)</i>			
Сахарный диабет	0 (0)	2 (5)	0,494
Артериальная гипертензия	26 (65)	30 (75)	0,329
Ишемическая болезнь сердца	14 (35)	20 (50)	0,175
Хроническая болезнь почек	2 (5)	3 (7,5)	0,202
Хроническая обструктивная болезнь легких	0 (0)	1 (2,5)	0,430
Стадия ХСН			
I	2 (5,0)	0 (0,0)	0,305
IIА	26 (65,0)	32 (80,0)	
IIБ	10 (25,0)	6 (15,0)	
III	2 (5,0)	2 (5,0)	

Здесь и в таблицах 2, 3 данные представлены в виде медианы и интерквартильного диапазона – Me [25–75%], а также в виде n (%), где n – число больных.

( $p=0,177$ ). Доля мужчин в 1-й группе составила 20%, а во 2-й группе – 27,5% ( $p=0,231$ ). Параметры антропометрии, такие как рост, масса тела и индекс массы тела (ИМТ), также не продемонстрировали достоверных различий: ИМТ составил 29,62 кг/м<sup>2</sup> [26,83–31,43] в 1-й группе и 29,54 кг/м<sup>2</sup> [26,20–32,51] во 2-й ( $p=0,376$ ).

При оценке сопутствующих заболеваний, таких как сахарный диабет, артериальная гипертензия, ИБС, хроническая болезнь почек и хроническая обструктивная болезнь легких, статистически значимых различий между группами также не выявлено.

Распределение классов ХСН между группами также оказалось сопоставимым. В 1-й группе ХСН I стадии зарегистрирована у 5% пациентов, IIА – у 65%, IIБ – у 25%, и III – у 5%. Во 2-й группе ХСН I стадии не выявлена, IIА стадия отмечалась у 80% пациентов, IIБ – у 15%, и III – у 5%. Статистически значимых различий по распределению стадий ХСН не выявлено ( $p=0,305$ ).

Таким образом, достоверные различия отсутствуют, что позволяет считать группы клинически сопоставимыми для дальнейшего анализа эффективности проводимой терапии.

В исследовании выявлены значимые различия между двумя группами пациентов, различающихся по параметрам оптимизации ЭхоКГ и характеристикам имплантированных устройств.

Сопутствующие аритмии также имели значимые различия между группами. Желудочковые тахикардии (ЖТ) чаще регистрировались в 1-й группе (70%) по сравнению со 2-й группой (40%;  $p=0,007$ ). При этом ФП была значительно более распространена во 2-й группе – 60% против 20% в 1-й группе ( $p<0,001$ ). Важно отметить, что постоянная форма ФП наблюдалась только во 2-й группе (35%,  $p<0,001$ ). Кроме того, модификация атриовентрикулярного узла (АВУ) была выполнена у 50% пациентов 2-й группы, тогда как в 1-й группе эта процедура проводилась лишь у 5,3% пациентов ( $p<0,001$ ) (табл. 2, рис. 1).

Параметры ЭхоКГ также демонстрировали достоверные различия. У пациентов 2-й груп-

пы наблюдалась более высокая ФВ ЛЖ 33,3% [28,00–36,55] против 28,4% [24,25–32,88] в 1-й группе ( $p=0,002$ ). Конечный систолический объем (КСО) был ниже во 2-й группе: 109 мл [77,75–172,25] против 136 мл [108,75–197,00] в 1-й группе ( $p=0,034$ ) (см. табл. 2, рис. 2).

Пациенты 1-й группы отличались более выраженными нарушениями, включая высокую частоту желудочковых тахикардий, сниженные показатели фракции выброса и увеличенный КСО. Эти особенности обусловили преимущественное использование устройств СРТ-Д в данной группе. Во 2-й группе, напротив, чаще фиксировалась ФП, особенно постоянной формы, что требовало более частой модификации АВУ и привело к преобладающему применению устройств СРТ. Эти результаты подчеркивают значимость индивидуального подхода при выборе метода лечения и типа имплантируемого устройства.

Оценка степени диссинхронии желудочков с использованием VTI (Velocity-Time Integral) является одним из методов, применяемых для определения нарушений синхронности работы правого и левого желудочков. Этот подход базируется на измерении кровотока через выходные тракты желудочков (правого и левого) с использованием доплеровской ЭхоКГ. Он отражает расстояние, которое кровь проходит за один сердечный цикл, и является важным индикатором гемодинамической функции сердца.

### *Оценка эффективности лечения в динамике*

Результаты исследования показали, что в группе пациентов, у которых ресинхронизирующая терапия проводилась с учетом данных ЭхоКГ, наблюдались более выраженные улучшения по сравнению с группой, где такая настройка отсутствовала.

В группе с учетом данных ЭхоКГ длительность комплекса QRS уменьшилась с 165 мс [150–182] до 130 мс [123–155] ( $p<0,001$ ), тогда как в группе без настройки по ЭхоКГ – с 160 мс [150–186] до 140 мс [120–150] ( $p<0,001$ ).

**Сравнительные характеристики пациентов двух групп по параметрам имплантированных устройств, сопутствующих аритмий и показателей ЭхоКГ**

**Table 2.** Comparative Characteristics of Patients in Two Groups by Parameters of Implanted Devices, Concomitant Arrhythmias, and Echocardiographic Indicators.

Показатель	Группы		p
	1-я, n=40	2-я, n=40	
<i>Тип имплантированного устройства</i>			
СРТ	12 (30,0)	24 (60,0)	0,007*
СРТ-Д	28 (70,0)	16 (40,0)	
<i>Сопутствующие аритмии</i>			
ЖТ, %	28 (70,0)	16 (40,0)	0,007*
QRS, мс	160 [150–186]	165 [150–182]	0,640
ФП			
имеется, %	8 (20,0)	24 (60,0)	< 0,001*
отсутствует, %	32 (80,0)	16 (40,0)	
Пароксизмальная, %	4 (10,0)	2 (5,0)	< 0,001*
Персистирующая, %	4 (10,0)	8 (20,0)	
Постоянная, %	0 (0,0)	14 (35,0)	
Модификация АВУ, %	2 (5,3)	20 (50,0)	< 0,001*
<i>Данные ЭхоКГ</i>			
ФВ ЛЖ, %	28,4 [24,25–32,88]	33,3 [28,00–36,55]	0,002*
КСО, мл	136 [108,75–197,00]	109 [77,75–172,25]	0,034*
КДО, мл	192,50 [159,75–257,75]	185,45 [138,75–237,25]	0,218
УО, мл	59,40 [55,18–63,62]	63,64 [57,82–69,45]	0,237
VTI, см	9,72 [9,09–10,36]	9,78 [9,13–10,42]	0,564

\* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Примечание. КДО – конечный диастолический объем, УО – ударный объем, VTI (Velocity-Time Integral).

При этом ФВ ЛЖ в группе с учетом данных ЭхоКГ увеличилась с 33,3% [28,00–36,55] до 43,7% [40,42–45,70] (p < 0,001), в то время как в группе без учета ЭхоКГ ФВ ЛЖ возросла с 28,4% [24,25–32,88] до 33% [26,90–34,85] (p < 0,001) (табл. 3, рис. 4).

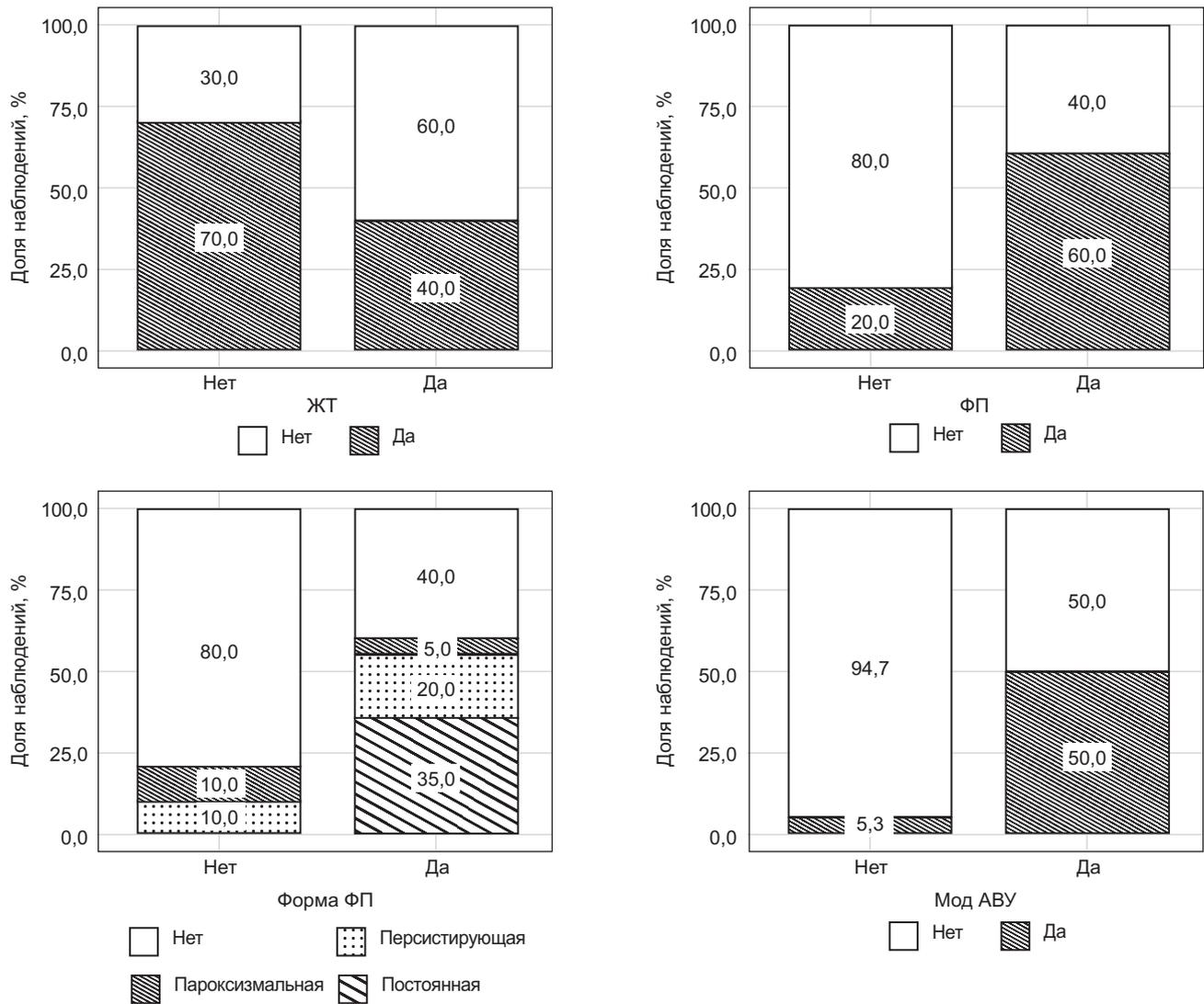
Послеоперационные изменения параметра VTI демонстрируют значительное улучшение сократимости сердца и гемодинамической функции в обеих группах. VTI отражает объем крови, выбрасываемой через выходной тракт ЛЖ за один сердечный цикл, и является важным показателем, напрямую связанным с ударным объемом и сердечным выбросом.

В 1-й группе VTI увеличился с 9,72 см [9,09–10,36] до 16,65 см [15,93–17,37] (p < 0,001), а во 2-й группе – с 9,78 см [9,13–10,42] до 22,18 см [21,30–23,05] (p < 0,001). Такое значительное повышение указывает на улуч-

шение насосной функции сердца, что связано с устранением диссинхронии желудочков и повышением эффективности их сокращений.

Повышение VTI свидетельствует об увеличении ударного объема, что позволяет сердцу поддерживать адекватный системный кровоток с меньшей энергозатратностью. В сочетании с сокращением длительности комплекса QRS (например, во 2-й группе с 165 мс [150–182] до 130 мс [123–155]) и увеличением ФВ (с 33,3% [28,00–36,55] до 43,7% [40,42–45,70]), это подчеркивает восстановление синхронной работы правого и левого желудочков, а также повышение их сократительной способности.

Таким образом, изменения VTI подтверждают значительное улучшение сократимости сердца и оптимизацию гемодинамики, что достигается благодаря устранению диссинхронии желудочков, повышению согласо-



**Рис. 1.** Диаграмма распределения нарушений ритма сердца между группами с наличием оптимизации параметров по данным ЭхоКГ (значение «Да», 1-я группа) и отсутствием (значение «Нет», 2-я группа)

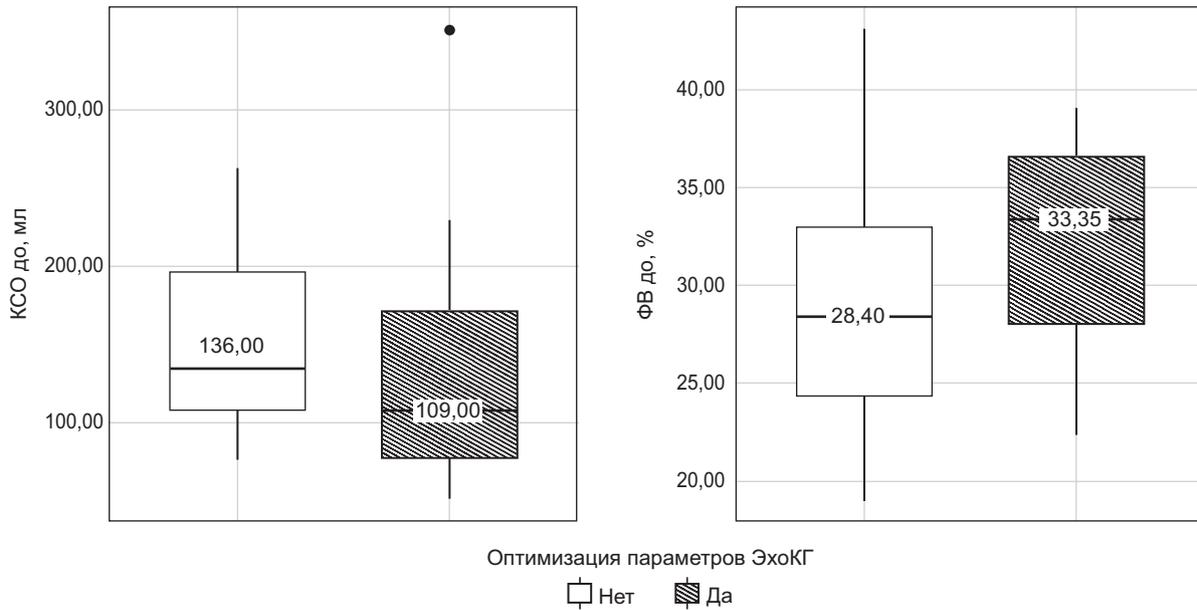
**Fig. 1.** Diagram of the Distribution of Cardiac Rhythm Disorders between Groups with (Group 1 – «Yes») and without (Group 2 – «No») Optimization of Parameters Based on Echocardiography

Таблица 3

**Оценка параметров по данным ЭКГ и ЭхоКГ в динамике**  
**Table 3.** Assessment of ECG and Echocardiographic Parameters Over Time

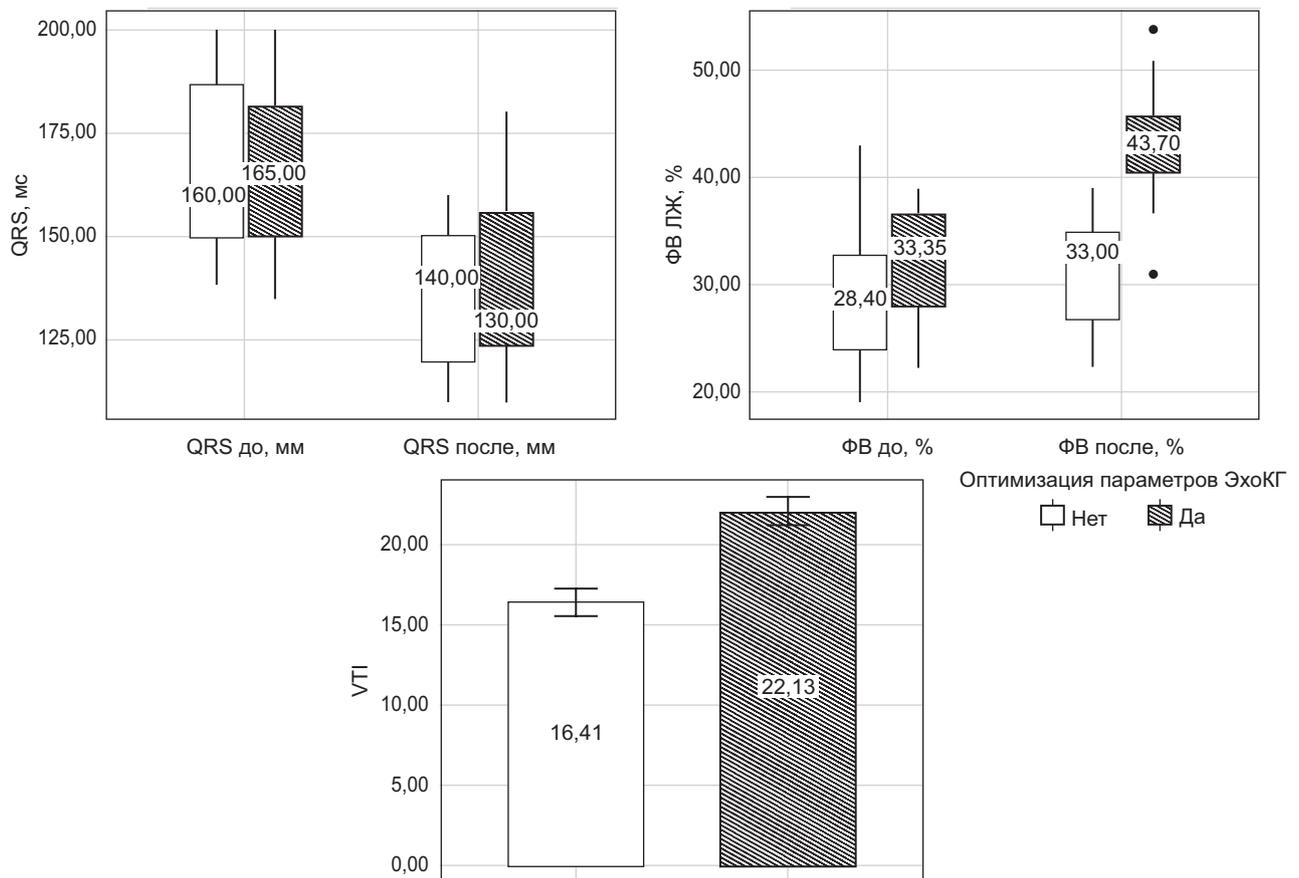
Показатели	Пациенты 1-й группы		p
	до операции (n=40)	после операции (n=40)	
QRS, мс	160 [150–186]	140 [120–150]	< 0,001*
ФВ, %	28,4 [24,25–32,88]	33 [26,90–34,85]	< 0,001*
VTI, см	9,72 [9,09–10,36]	16,65 [15,93–17,37]	< 0,001*
Пациенты 2-й группы			
до операции (n=40)   после операции (n=40)			
QRS, мс	165 [150–182]	130 [123–155]	< 0,001*
ФВ, %	33,3 [28,00–36,55]	43,70 [40,42–45,70]	< 0,001*
VTI, см	9,78 [9,13–10,42]	22,18 [21,30–23,05]	< 0,001*

\* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).



**Рис. 2.** Диаграмма показателей между группами с наличием оптимизации параметров по данным ЭхоКГ (значение «Да», 1-я группа) и отсутствием (значение «Нет», 2-я группа)

*Fig. 2. Diagram of Echocardiographic Parameters between Groups with (Group 1 – «Yes») and without (Group 2 – «No») Optimization of Parameters Based on Echocardiography*



**Рис. 3.** Оценка параметров по данным ЭКГ и ЭхоКГ в динамике у пациентов с наличием оптимизации параметров по ЭхоКГ (значение «Да», 1-я группа) и отсутствием (значение «Нет», 2-я группа)

*Fig. 3. Assessment of ECG and Echocardiographic Parameters Over Time in Patients with (Group 1 – «Yes») and without (Group 2 – «No») Optimization of Parameters Based on Echocardiography*

ванности их работы и увеличению эффективности сердечного выброса. Эти результаты акцентируют важность интервенционных методов в лечении сердечной недостаточности и связанных с ней нарушений проводимости.

Эти данные указывают на то, что персонализированный подход с использованием результатов ЭхоКГ для настройки СРТ позволяет достичь более значительного сокращения длительности комплекса QRS и повышения сократительной способности сердца. Таким образом, внедрение учета данных ЭхоКГ в клиническую практику повышает эффективность СРТ и улучшает прогноз пациентов.

### Обсуждение

Результаты нашего исследования подтвердили высокую эффективность СРТ в улучшении электрической и механической функций сердца у пациентов с ХСН. Использование данных ЭхоКГ для персонализации настроек устройств показало значительные преимущества по сравнению с применением стандартного подхода без учета этих данных.

В группе с использованием ЭхоКГ наблюдались более выраженные улучшения: длительность комплекса QRS уменьшилась до 130 мс, а ФВ ЛЖ увеличилась до 43,7% ( $p < 0,001$ ). В группе без учета данных ЭхоКГ QRS сократился до 140 мс, а ФВ ЛЖ возросла до 33% ( $p < 0,001$ ) в раннем послеоперационном периоде. Эти результаты согласуются с современными международными исследованиями, где подчеркивается, что персонализированный подход с использованием дополнительных методов диагностики, таких как ЭхоКГ, позволяет улучшить клинические исходы. Например, исследования последних лет показали, что применение трехмерной ЭхоКГ для оценки механической диссинхронии способствует более точной настройке устройств и улучшению результатов лечения [16, 17].

Отечественные исследования также подтверждают важность персонализации терапии. В работе, опубликованной Л.А. Бокерия и соавт. в 2018 г., отмечено, что учет данных ЭхоКГ позволяет повысить эффективность

СРТ за счет оптимизации отбора пациентов и настройки устройств. Это приводит к улучшению функционального состояния пациентов, снижению симптомов и уменьшению частоты госпитализации [18]. Роль ЭхоКГ как инструмента для повышения эффективности СРТ была также подтверждена в других клинических исследованиях, где она ассоциировалась с лучшим контролем сердечной синхронности и улучшением гемодинамических показателей [19].

Высокая частота проведения модификации атриовентрикулярного узла (АВУ) в группе с использованием данных ЭхоКГ (50% против 5,3% в группе без ЭхоКГ) также может объяснить лучшую электрическую синхронизацию в данной группе. Международные исследования показывают, что полная желудочковая стимуляция, достигаемая после модификации АВУ, является ключевым фактором для успешного восстановления электрической и механической синхронности сердца [15, 20, 21].

Таким образом, использование ЭхоКГ для персонализации ресинхронизирующей терапии демонстрирует значительные преимущества, включая более выраженное сокращение комплекса QRS и улучшение сократительной функции сердца. Эти данные подтверждают необходимость интеграции персонализированного подхода в клиническую практику для достижения максимального терапевтического эффекта.

### Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало, что использование данных ЭхоКГ для персонализации ресинхронизирующей терапии способствует значительному улучшению клинических и функциональных показателей пациентов с ХСН. В группе с учетом данных ЭхоКГ наблюдались более выраженные улучшения длительности комплекса QRS и ФВ ЛЖ, по сравнению с группой, где такая настройка отсутствовала.

Персонализированный подход с использованием данных ЭхоКГ позволил достичь не только восстановления электрической синхронности работы сердца, но и значительного

улучшения сократительной функции миокарда. Это подтверждает необходимость применения современных инструментов визуализации для оптимизации терапии, что может повысить эффективность лечения и улучшить прогноз пациентов.

Таким образом, учет данных ЭхоКГ при проведении СРТ является важным этапом, обеспечивающим максимальный терапевтический эффект, и должен быть внедрен в клиническую практику как стандартный компонент лечения пациентов с ХСН.

### Литература/References

1. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G.F., Coats A.J.S. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur. Heart J.* 2016; 37 (27): 2129–2200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128
2. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я., Колесникова Е.И. Сердечно-сосудистые заболевания в Российской Федерации: эпидемиология и факторы риска. *Кардиология.* 2013; 6: 4–11. Oganov R.G., Maslennikova G.Y., Kolesnikova E.I. Cardiovascular diseases in the Russian Federation: epidemiology and risk factors. *Cardiology.* 2013; 6: 4–11 (in Russ.).
3. Savarese G., Lund L.H. Global public health burden of heart failure. *Cardiac Fail. Rev.* 2017; 3 (1): 7–11. DOI: 10.15420/cfr.2016:25:2
4. Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю., Терещенко С.Н. Диагностика и лечение хронической сердечной недостаточности: российский взгляд. *Кардиология.* 2020; 60 (3): 25–33. DOI: 10.18087/cardio.2020.3.10233  
Belenkov Y.N., Mareev V.Y., Tereshchenko S.N. Diagnosis and treatment of chronic heart failure: the Russian perspective. *Cardiology.* 2020; 60 (3): 25–33 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2020.3.10233
5. Cleland J.G., Daubert J.C., Erdmann E., McMurray J.J.V., Priestley J., Mitrovic V. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *New Engl. J. Med.* 2005; 352 (15): 1539–1549. DOI: 10.1056/NEJMoa050496
6. Moss A.J., Hall W.J., Cannom D.S., Klein H., Brown M.W., Daubert J.C. Cardiac-resynchronization therapy for the prevention of heart-failure events. *New Engl. J. Med.* 2009; 361 (14): 1329–1338. DOI: 10.1056/NEJMoa0906431
7. Bristow M.R., Saxon L.A., Boehmer J., Raffa S., Kass D.A., Ducharme A. Cardiac-resynchronization therapy with or without an implantable defibrillator in advanced chronic heart failure. *New Engl. J. Med.* 2004; 350 (21): 2140–2150. DOI: 10.1056/NEJMoa032423
8. Tracy C.M., Epstein A.E., Darbar D., Dimarco J.P., Estes N.A., Exner D.V. 2012 ACCF/AHA/HRS Focused update on device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities. *Circulation.* 2012; 126: 1784–1800. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3182618569
9. Российское кардиологическое общество (РКО). Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25 (11): 4083. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4083  
2020 Clinical practice guidelines for chronic heart failure. *Russian Cardiology Journal.* 2020; 25 (11): 4083 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4083
10. Abraham W.T., Fisher W.G., Smith A.L., Leon A.R., Eldadah Z., Sung R. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *New Engl. J. Med.* 2002; 346 (24): 1845–1853. DOI: 10.1056/NEJMoa013168
11. Gierula J., Cubbon R.M., Ahmad T., Pieske B., Petrie M.C., McMurray J.J.V. The impact of atrial fibrillation on moderate chronic heart failure mortality: the Leeds heart failure cohort. *Heart.* 2020; 106 (16): 1265–1271. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-316590
12. Brignole M., Auricchio A., Baron-Esquivias G., Harsch-Gradsnik P., Leyva F., McDonagh T. 2013 ESC Guidelines on Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy. *Eur. Heart J.* 2013; 34 (29): 2281–2329. DOI: 10.1093/eurheartj/eh150
13. Dickstein K., Vardas P.E., Auricchio A., Bax J.J., Boehm M., Chareonthaitawee P. 2010 Focused Update of ESC Guidelines on Device Therapy in Heart Failure. *Eur. Heart J.* 2010; 31 (21): 2677–2687. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq337
14. Вилкова Е.А., Терещенко С.Н., Барзилович О.В. Фибрилляция предсердий при хронической сердечной недостаточности: место катетерной абляции в современных рекомендациях. *Кардиология.* 2021; 61 (12): 65–73. DOI: 10.18087/cardio.2021.12.10235  
Vilkova E.A., Tereshchenko S.N., Barzilovich O.V. Atrial fibrillation in chronic heart failure: the role of catheter ablation in modern recommendations. *Cardiology.* 2021; 61 (12): 65–73 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2021.12.10235
15. Тарасова К.А., Бердибеков Б.Ш., Булаева Н.И., Голухова Е.З. Влияние катетерной изоляции устьев легочных вен на прогноз пациентов с фибрилляцией предсердий и хронической сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса. *Креативная кардиология.* 2023; 17 (3): 359–366. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-359-366  
Tarasova K.A., Berdibekov B.Sh., Bulayeva N.I., Golukhova E.Z. Impact of catheter isolation of the pulmonary vein ostia on the prognosis of patients with atrial fibrillation and chronic heart failure with preserved ejection fraction. *Creative Cardiology.* 2023; 17 (3): 359–366 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-359-366
16. Singh J.P., Solomon S.D., Hummel J.J., Reimold S.C., Shavelle D., Ellis C. Analysis of the clinical outcome of CRT guided by mechanical dyssynchrony: Results from a prospective trial. *Eur. Heart J.* 2018; 39 (4): 676–683. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx740
17. Galiuto L., Badano L., Fox K., Gherardi S., Di Stefano G., Pennestri F. Three-dimensional echocardiography for CRT optimization: new insights from recent studies. *J. Cardiol.* 2018; 75 (2): 123–132. DOI: 10.1016/j.jcc.2017.11.009
18. Бокерия Л.А., Неминуший Н.М., Постол А.С. сердечная ресинхронизирующая терапия. Формирование показаний и современные подходы к повышению эффективности метода. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2018; 7 (3): 102–116. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-3-102-116  
Bokeriya L.A., Neminyushchiy N.M., Postol A.S. Cardiac resynchronization therapy. Formulation of indications and modern approaches to improving the method's effectiveness. *Complex Problems of Cardiovascular Diseases.* 2018; 7 (3): 102–116 (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-3-102-116
19. Петрова Е.В., Сидоренко Б.А., Гончаров И.В. Значение ЭХО-КГ для оптимизации сердечной ресинхронизации. *Российский кардиологический журнал.* 2018; 23 (12): 75–80. DOI: 10.18087/cardio.2018.12.10251  
Petrova E.V., Sidorenko B.A., Goncharov I.V. The role of echocardiography in the optimization of cardiac resynchronization. *Russian Cardiology Journal.* 2018; 23 (12): 75–80 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2018.12.10251
20. Савельева М.А., Степанова В.В., Стовпюк О.Ф., Зубарев С.В., Карев Е.А., Маринин В.А. Сердечная ресинхронизирующая терапия у взрослой пациентки со сложным врожденным пороком сердца и длительным стажем постоянной элек-

Original Articles

- трокардиостимуляции. *Анналы аритмологии*. 2024; 21 (1): 9–15. DOI: 10.15275/annaritmol.2024.1.2
- Savelyeva M.A., Stepanova V.V., Stovyuk O.F., Zubarev S.V., Karev E.A., Marinin V.A. Cardiac resynchronization therapy in an adult patient with complex congenital heart disease and a long history of permanent cardiac pacing. *Annaly Aritmologii*. 2024; 21 (1): 9–15 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2024.1.2
21. Голухова Е.З. Отчет о научной и лечебной работе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева

Минздрава России за 2023 год и перспективы развития. Сердечно-сосудистые заболевания. *Бюллетень НИЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2024; 25 (S): 5–141. DOI: 10.24022/1810-0694-2024-25S

Golukhova E.Z. Report on the scientific and medical activities of the A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of Russia in 2023 and development prospects. *The Bulletin of Bakoulev Cardiovascular Surgery. Cardiovascular Diseases*. 2024; 25 (S): 5–141 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2024-25S

**Вклад авторов:** Аванесян Г.А. – разработка концепции и дизайна, анализ и интерпретация данных; Филатов А.Г. – окончательное утверждение для публикации рукописи; Яхьяев Я.Б. – проверка критически важного содержания; Смазнов Ф.В. – сбор данных; Шалов Р.З. – проверка критически важного содержания.

**Contribution:** Avanesyan G.A. – study concept and design, formal analysis and investigation; Filatov A.G. – approval of the final version; Yakhyaev Ya.B. – supervision and validation; Smaznov F.V. – material collection and processing; Shalov R.Z. – supervision and validation.