

БАЛАНС МЕЖДУ КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬЮ: ВЫБОР УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЕРДЕЧНОЙ
РЕСИНХРОНИЗИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ

Д.А.Зорин^{1,2}, А.А.Нечепуренко², А.А.Демидов¹, О.Н.Дьякова¹, Н.Н.Илов^{1,2}, Н.П.Зорина³, К.Н.Иванкова¹
¹ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ МЗ РФ, Россия, Астрахань, ул. Бакинская, д. 121; ²ФГБУ «ФЦССХ»
МЗ РФ, Россия, Астрахань, ул. Покровская Роцца, д. 4; ³ГБУЗ АО «Городская поликлиника № 10», Россия,
Астрахань, ул. Силикатная, д. 26.

Статья посвящена анализу выбора устройства для сердечной ресинхронизирующей терапии, опираясь на стратификацию риска внезапной сердечной смерти. Рассматриваются возможные методы диагностики и клинико-anamnestические данные, а также их роль в прогнозировании аритмогенных событий и принятии решений об имплантации. Обсуждаются различия в подходах к имплантации у пациентов с ишемической и неишемической кардиомиопатией, значимость комбинированной оценки риска и применение прогностических моделей. Рассматриваются нерешенные вопросы оптимального отбора пациентов, сроков оценки эффективности СРТ и возможных стратегий имплантации устройств с учетом экономических и клинических факторов.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность; желудочковые тахикардии; внезапная сердечная смерть; кардиовертер-дефибриллятор; сердечная ресинхронизирующая терапия

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 10.02.2025 **Исправленная версия получена:** 03.06.2025 **Принята к публикации:** 24.06.2025

Ответственный за переписку: Зорин Дмитрий Андреевич, E-mail: dimusechek1997@gmail.com

Д.А.Зорин - ORCID ID 0000-0001-7167-4713, А.А.Нечепуренко - ORCID ID 0000-0001-5722-9883, А.А.Демидов - ORCID ID 0000-0001-7179-5101, О.Н.Дьякова - ORCID ID 0000-0001-7444-530X, Н.Н.Илов - ORCID ID 0000-0003-1294-9646, Н.П.Зорина - ORCID ID 0009-0003-8451-9837, К.Н.Иванкова - ORCID ID 0009-0005-2111-0684

Для цитирования: Зорин ДА, Нечепуренко АА, Демидов АА, Дьякова ОН, Илов НН, Зорина НП, Иванкова КН. Баланс между клинической эффективностью и экономической целесообразностью: выбор устройства для сердечной ресинхронизирующей терапии. *Вестник аритмологии*. 2025;32(3): 55-63. <https://doi.org/10.35336/VA-1467>.

BALANCING BETWEEN CLINICAL EFFICACY AND ECONOMIC EXPEDIENCY: CHOOSING A DEVICE
FOR CARDIAC RESYNCHRONIZATION THERAPY

D.A.Zorin^{1,2}, A.A.Nechepurenko², A.A.Demidov¹, O.N.Dyakova¹, N.N.Ilov^{1,2}, N.P.Zorina³, K.N.Ivankova¹

¹FSBEI of HE Astrakhan State Medical University, MH RF, Russia, Astrakhan, 121 Bakinskaya str;

²FSBI "Federal Center for Cardiovascular Surgery" of the MH RF, Russia, Astrakhan, 4 Pokrovskaya Roscha str;

³SBHO AR «City polyclinic №10», Russia, Astrakhan, 26 Silikatnaya str.

The article focuses on the analysis of device selection for cardiac resynchronization therapy based on the stratification of sudden cardiac death risk. Various diagnostic methods and clinical-anamnesic data are considered, along with their role in predicting arrhythmogenic events and making implantation decisions. Differences in implantation approaches for patients with ischemic and non-ischemic cardiomyopathy are discussed, emphasizing the importance of a combined risk assessment and the use of prognostic models. Unresolved issues related to optimal patient selection, timing for evaluating CRT effectiveness, and potential implantation strategies considering both economic and clinical factors are also reviewed.

Key words: chronic heart failure; ventricular tachyarrhythmias; sudden cardiac death; implantable cardioverter-defibrillator; cardiac resynchronization therapy

Conflict of Interest: none.

Funding: none.

Received: 10.02.2025 **Revision received:** 03.06.2025 **Accepted:** 24.06.2025

Corresponding author: Zorin Dmitry, E-mail: dimusechek1997@gmail.com

Д.А.Зорин - ORCID ID 0000-0001-7167-4713, А.А.Нечепуренко - ORCID ID 0000-0001-5722-9883, А.А.Демидов - ORCID ID 0000-0001-7179-5101, О.Н. Дьякова - ORCID ID 0000-0001-7444-530X, Н.Н.Илов - ORCID ID 0000-0003-1294-9646, Н.П.Зорина - ORCID ID 0009-0003-8451-9837, К.Н.Иванкова - ORCID ID 0009-0005-2111-0684

For citation: Zorin DA, Nechepurenko AA, Demidov AA, Dyakova ON, Ilov NN, Zorina NP, Ivankova KN. Balancing between clinical efficacy and economic expediency: choosing a device for cardiac resynchronization therapy. *Journal of Arrhythmology*. 2025;32(3): 55-63. <https://doi.org/10.35336/VA-1467>.

Согласно эпидемиологическим исследованиям, хроническая сердечная недостаточность (ХСН) затрагивает 1-2% взрослого населения развитых стран. В России за последние годы распространенность ХСН значительно возросла: с 4,9% до 10,2% за период с 1998 по 2014 годы. На рубеже XXI века в европейской части России частота встречаемости ХСН любого функционального класса (ФК) по классификации NYHA составила 7,0%, причем тяжелые формы ХСН (3-4 ФК) диагностировались у 2,1% населения [1].

Особенно сложной категорией в плане определения сердечно-сосудистых рисков и прогнозирования вероятности развития нежелательных событий являются пациенты со сниженной фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Доказано, что при снижении ФВ ЛЖ ниже 35% такие пациенты входят в группу высокого риска внезапной сердечной смерти (ВСС) [2] и смерти по причине острой декомпенсации сердечной деятельности, при этом ВСС составляет 15-20% всех летальных случаев [3, 4].

ВСС преимущественно обусловлена развитием желудочковых тахикардий (ЖТ), которые могут быть эффективно купированы электротерапией имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора (ИКД). Устройство реализует свое воздействие с помощью методов антитахикардийной стимуляции или нанесения шоковых разрядов [5]. В связи с этим имплантация ИКД рекомендована всем пациентам с сердечной недостаточностью со сниженной ФВ ЛЖ (СНнФВ), относящимся к группе высокого риска ВСС, а также больным, уже перенесшим эпизод ВСС либо имеющим зарегистрированный эпизод устойчивой ЖТ. Если клиническая обоснованность установки ИКД с целью вторичной профилактики не вызывает сомнений в профессиональном сообществе, то вопросы отбора больных с СНнФВ для проведения интервенционной первичной профилактики ВСС все чаще становятся предметом бурного обсуждения и споров [6].

Следует помнить, что установка ИКД предоставляет доступ к жизнеспасующей терапии, но не профилактирует возникновение подобных событий в будущем. Напротив, другой вид интервенционного лечения ХСН - сердечная ресинхронизирующая терапия (СРТ), показанная больным СНнФВ с широким комплексом QRS на электрокардиограмме (ЭКГ), не только улучшает сократимость ЛЖ [7], снижает вероятность повторных госпитализаций по поводу ХСН [8], улучшает качество жизни [9], но и обладает потенциалом модификации аритмического риска [10]. Суть метода СРТ заключается в попытке осуществления коррекции предсердно-желудочковой и межжелудочковой диссинхронии путем эндокардиальной стимуляции правого желудочка и эпикардиальной стимуляции ЛЖ, согласованных с систолой предсердий. Наличие ответа на проводимую терапию является положительным прогностическим маркером [7]. Учитывая, что при возможном ответе на проводимую СРТ пациент может

выйти из показаний для имплантации ИКД возникает вопрос о выборе устройства между СРТ-ЭКС (СРТ без функции дефибриллятора) и СРТ-ИКД (СРТ с функцией дефибриллятора).

Проблема выбора вида имплантируемого устройства для СРТ в зависимости от наличия функции дефибриллятора крайне актуальна из-за необходимости соблюдения баланса между клинической эффективностью, безопасностью, экономической доступностью и индивидуальными характеристиками пациентов. Это делает исследования в этой области крайне востребованными.

СРТ - ПОКАЗАНИЯ И ВАРИАНТЫ ОТВЕТА НА ТЕРАПИЮ

Основными показаниями для СРТ являются ФВ ЛЖ $\leq 35\%$ и продолжительность комплекса QRS более или равным 150 мс при наличии морфологии полной блокады левой ножки пучка Гиса (ПБЛНПГ). СРТ также показана пациентам с широким QRS-комплексом без морфологии ПБЛНПГ, хотя эти показания имеют меньший уровень доказательности [11]. У пациентов с СНнФВ нарушения межжелудочковой и внутрижелудочковой проводимости, в том числе ПБЛНПГ, встречаются примерно в 30% случаев [12]. Современные национальные и международные рекомендации признают СРТ высокоэффективным методом лечения таких пациентов, поскольку этот метод лечения доказано улучшает сократительную функцию, снижает симптомы и улучшает качество жизни пациентов, а также снижает смертность и частоту госпитализации у пациентов с ХСН [11].

Известно, что ПБЛНПГ является неблагоприятным признаком, ухудшающим прогноз у пациентов с ХСН [12]. Это связывают с формированием межжелудочковой диссинхронии, при которой сокращение правого желудочка происходит раньше, чем систола ЛЖ. Развивающаяся межжелудочковая и внутрижелудочковая диссинхрония является результатом распространения электрического сигнала через межжелудочковую перегородку, при котором септальная часть ЛЖ активируется рано, а в области задне-базальной стенки ЛЖ появляется зона поздней активации. Такое механическое несоответствие приводит к пресистолическому растяжению поздно активированных областей, что в соответствии с законом Франка-Старлинга усиливает систолическое сокращение. В результате систолический стресс, напряжение и потребление кислорода миокардом увеличиваются в поздно активированных областях и снижаются в рано активированных областях. Последующая потеря эффективности сократительной функции приводит к сердечной недостаточности [13].

Представленные в литературных источниках варианты критериев ответа на проводимую СРТ можно классифицировать по нескольким основным категориям:

- клинический ответ - улучшение ФК по NYHA, улучшение качества жизни;

- эхокардиографический (ЭхоКГ) ответ - увеличение ФВ ЛЖ, уменьшение конечного систолического объема ЛЖ (КСО ЛЖ), уменьшение времени механической диссинхронии;
- электрокардиографический ответ - сокращение QRS-комплекса на 10 и более мс.

Варианты ответа на СРТ оказывают влияние на достижение различных конечных точек - снижение количества госпитализаций, общей и сердечно-сосудистой смерти, снижение аритмического риска [14].

В качестве клинических вариантов ответа на СРТ традиционно рассматриваются улучшение ФК ХСН по NYHA. В работе Toshiko Nakai и др. [15] сравнивались пациенты, рассматриваемые по двум вариантам ответа - клиническому и ЭхоКГ. Пациенты с улучшением ФК по NYHA показали лучшие клинические результаты после имплантации, особенно в отношении госпитализации по поводу ХСН и смерти от сердечно-сосудистых причин.

Влияние электрокардиографического ответа рассмотрено в мета-анализе George Bazoukis и др. [16], в котором обнаружено, что сужение QRS после имплантации СРТ было связано как с улучшением ФК по NYHA, так и снижением КСО ЛЖ. Продолжительность комплекса QRS, безусловно, является прогностическим критерием, увеличивающим вероятность ответа, однако, ширина комплекса QRS на электрокардиограмме тесно связана с объемными показателями ЛЖ, измеряемыми по данным ЭхоКГ. Каждое увеличение длительности комплекса QRS на 10 мс по данным R.A.Stewart и др. связано с увеличением массы миокарда ЛЖ на 8,3%, конечно-диастолического объема ЛЖ на 9,2% и КСО ЛЖ на 7,8% [17]. Исследуемый N.Yamamoto и др. индекс модифицированной длительности QRS, определяемый как отношение длительности QRS к конечному диастолическому объему ЛЖ, показал значительное повышение вероятности ответа на СРТ у пациентов с «промежуточной» (от 120 до 149 мс) шириной желудочкового комплекса на ЭКГ [9].

«Золотым стандартом» положительного гемодинамического ответа считается увеличение ФВ ЛЖ на $\geq 5\%$, либо уменьшение КСО ЛЖ на $\geq 15\%$ процентов и изменение этих показателей имеет доказанное влияние на общую смертность, аритмический риск и смертность от сердечно-сосудистых осложнений [14, 18].

Важно подчеркнуть, что влияние СРТ не ограничивается улучшением сократительной функции ЛЖ и улучшением ФК ХСН. Они включают снижение электрической неоднородности миокарда, что может способствовать снижению риска аритмий. Например, уменьшение КСО ЛЖ и увеличение ФВ ЛЖ ассоциируются не только с лучшими функциональными показателями, но и с уменьшением вероятности развития ЖТ. Так, в работе Н.Н.Илова и др. продемонстрировано, что снижение КСО ЛЖ на 15% и более, а также увеличение ФВ ЛЖ на 5% и более значительно снижают риск возникновения желудочковых аритмий [4].

Подобные результаты нашли свое подтверждение в исследовании PREDICT-CRT, в котором гемодинамический ответ был ассоциирован с уменьшением общей смертности [18]. Однако следует добавить, что прямую взаимосвязь между изменениями отдельных парамет-

ров гемодинамики и снижением риска ЖТ выявить удаётся не всегда. Так в работе В.А.Кузнецова и др. [19], целью которой являлась оценка влияния ответа на СРТ по ФК NYHA, ФВ ЛЖ и КСО ЛЖ на общую смертность, была отмечена низкая согласованность между критериями ответа, а по влиянию на общую смертность умеренную обратную корреляцию продемонстрировал ЭхоКГ критерий - величина КСО ЛЖ.

Влияние положительной динамики КСО ЛЖ на изменение сердечно-сосудистой смертности подтверждается проведенными исследованиями [18, 20]. Тем не менее, как показали работы A.Van der Heijden и соавт., вероятность ЖТ в течение 5-летнего периода наблюдения хоть и снижалась при супер-ответе по КСО ЛЖ, но не демонстрировала статистически значимых различий между группами ответивших и неответивших на СРТ [20]. В работе M.Linhart и соавт. вопреки представленным выше данным исследователи не доказали влияние СРТ на возникновение пароксизма ЖТ, отмечая, что только наличие миокардиального рубца являлось значимым предиктором [21]. В работе T.Nakamura и соавт. также декларируется отсутствие взаимосвязи между ответом на СРТ и вероятностью возникновения ЖТ [22].

Эти наблюдения подчёркивают, что эффективность СРТ в снижении риска жизнеугрожающих аритмий определяется не только степенью улучшения сократительной функции, но и её влиянием на электрические свойства миокарда, а также наличием субстрата для ЖТ.

При отсутствии гемодинамического ответа на СРТ, напротив, может наблюдаться проаритмогенный эффект, связанный с прогрессирующим увеличением дисперсии реполяризации. Это подтверждается исследованиями, в которых отсутствие обратного ремоделирования ассоциировалось с возрастанием частоты ЖТ. В работе M.Cvijijic и соавт. [23] было показано, что обратное ремоделирование снижает электрическую гетерогенность миокарда, в то время как при отсутствии ответа на СРТ наблюдается прогрессивное нарастание дисперсии реполяризации. В опубликованном мета-анализе (8000 пациентов) частота желудочковых аритмий была на 24% выше у больных с СРТ без ответа, по сравнению с когортой пациентов с имплантированными кардиовертерами-дефибрилляторами [24].

Таким образом, СРТ демонстрирует способность снижать риск ВСС при наличии выраженного гемодинамического ответа и отсутствии субстрата для ЖТ, но требует тщательного мониторинга, чтобы предотвратить возможные негативные эффекты при его отсутствии. Вероятно, снижение аритмического риска можно рассматривать как благоприятный эффект ответа на СРТ.

СРТ-ИКД ИЛИ СРТ-ЭКС?

Логично предположить, что при высокой вероятности гемодинамического ответа на СРТ целесообразно имплантировать устройство без функции дефибриллятора, чтобы избежать известных нежелательных событий, ассоциированных с ИКД, и снизить стоимость лечения. Однако данное предположение не всегда подтверждается данными проведенных клинических исследований. Так, результаты анализа шведского регистра,

сравнивающего пациентов с СРТ-ЭКС и СРТ-ИКД, продемонстрировали, что пациенты с СРТ-ИКД имели более низкую 1- и 3-летнюю смертность от всех причин и сердечно-сосудистых заболеваний [25]. Авторы отмечают, что пациенты, получавшие СРТ-ЭКС, были старше и имели большую ФВ ЛЖ, что могло отчасти повлиять на результаты. Повышенную смертность в группе СРТ-ЭКС авторы связывают с причинами смерти, которые ИКД вероятно предотвратит не смог бы.

Эти выводы подтверждаются данными исследования COMPANION, в котором использование СРТ-ИКД снижало риск смерти на 24%. Подобные результаты наблюдались в исследовании REVERSE, где применение СРТ-ИКД позволило снизить 5-летнюю смертность на 65% [26, 27]. Вероятное объяснение таких результатов - снижение случаев ВСС в группе СРТ-ИКД. Впрочем, значимым фактором при интерпретации этих данных остаётся этиология сердечной недостаточности. Например, анализ подгрупп из исследования DANISH, включавшего пациентов с СНнФВ неишемической этиологии, показал, что использование СРТ-ИКД не снижало смертность от всех причин [28].

В российские клинические рекомендации пока не включены конкретные указания по выбору между СРТ-ЭКС и СРТ-ИКД. Европейские рекомендации предлагают несколько более развернутый подход, указывая, что СРТ-ИКД следует с большей вероятностью рассматривать у молодых пациентов, а также у пациентов с предполагаемым проаритмогенным субстратом, особенно подтверждёнными результатами МРТ с гадолинием. Однако подчёркивается, что чётких критериев на данный момент не существует, и выбор устройства рекомендуется осуществлять индивидуально для каждого пациента [29].

Таким образом, принятие решения о выборе вида устройства для СРТ остаётся сложным и требует учёта множества факторов, включая возраст и индивидуальные предпочтения пациента, этиологию СН, вероятный гемодинамический ответ на терапию. Также стоит отметить, что определяющее значение в выборе типа имплантируемого устройства имеет наличие проаритмогенного субстрата, который значительно повышает вероятность ВСС.

ПОИСК СУБСТРАТА ДЛЯ ЖТ

Риск ВСС обусловлен наличием анатомического субстрата (гипертрофия миокарда, постинфарктный кардиосклероз, фиброз) и электрофизиологических изменений (повышенный автоматизм, триггерная активность, дисперсия рефрактерных периодов) [9]. Задача поиска потенциального субстрата ЖТ остаётся ключевой для стратификации риска ВСС.

Инструментальные методы исследования могут дать дополнительную информацию о наличии субстрата и помочь в решении вопроса о необходимости имплантации ИКД. Для поиска потенциального субстрата рутинно может применяться ЭКГ-диагностика. При анализе ЭКГ возможно оценить дисперсию рефрактерных периодов, что может проявляться удлинением/укорочением QT интервала [30], изменением интервалов от пика T волны до ее окончания [31]. Другими потенциальными изменениями на ЭКГ, позволяющими опреде-

лить наличие субстрата согласно исследованиям, являются признаки ранней реполяризации желудочков [32], гипертрофии миокарда ЛЖ [6]. Отмечается, что при комбинации нескольких признаков прогностическая ценность ЭКГ-критериев увеличивается в несколько раз, даже среди пациентов с ФВ ЛЖ >35% [33].

Трансторакальная ЭхоКГ, помимо оценки ФВ ЛЖ, предоставляет информацию о структурных изменениях сердца, таких как объёмные характеристики камер, толщина стенок, масса миокарда ЛЖ и нарушения локальной сократимости [34, 35]. Перспективным является применение новых методик визуализации ЭхоКГ, таких как тканевой доплер и измерения двухмерной деформации. В проведенных исследованиях измерение продольной, радиальной и циркулярной деформации миокарда, измерение глобального продольного стрейна, а также механической дисперсии позволяют повысить точность диагностики субстрата ЖТ [36].

Методика МРТ сердца с оценкой позднего накопления гадолиния (ПНГ) занимает важное место в диагностике потенциального субстрата ЖТ. Клинические рекомендации предлагают использовать данную методику в качестве дополнительного фактора для принятия решения в пользу имплантации ИКД [37]. Контрастное вещество на основе гадолиния способно накапливаться в фиброзной ткани и визуализировать субстрат возможных аритмий [38]. Проведенные исследования у пациентов с ишемической кардиомиопатией (ИКМП) указывают, что наличие зон ПНГ ассоциировано с увеличением риска общей смертности и аритмических событий [39]. Проведенное коллегами из Пензы исследование подтверждает устоявшееся понимание зависимости между ПНГ и риском ВСС [40]. Отмечается, что при степени ПНГ более 14%, которое отражает массу контрастированных участков от массы миокарда всего ЛЖ, возникает прямая связь со срабатыванием ИКД.

Инструментальные методы предоставляют важные данные о наличии анатомического и электрофизиологического субстрата, что помогает в принятии решения об имплантации ИКД. Безусловно, подтвержденное наличие субстрата для ЖТ должно являться определяющим фактором для имплантации устройства. Однако эти методы имеют ограничения: они не всегда абсолютно точны, требуют значительных затрат и не везде доступны. Поэтому важно учитывать не только результаты диагностических исследований, но и множество других факторов, таких как клинические данные, анамнез, наличие сопутствующих заболеваний [41].

Так, не вызывает сомнений эффективность применения ИКД у пациентов с ИКМП. Значение ишемической болезни сердца (ИБС), как предиктора ВСС, подтверждается метаанализом Vikash Jaiswal и соавторов, который включает в себя данные 13-ти рандомизированных исследований [42]. Закономерно, что у пациентов с ИКМП существуют высокие риски ВСС по причине уже вероятно имеющегося субстрата ЖТ. Формирование аритмогенного субстрата связано с наличием периинфарктных зон миокарда, окружающих рубцовые области. Эти зоны, содержащие частично жизнеспособные кардиомиоциты, создают электрическую анизотропию, что способствует развитию ЖТ с механизмом re-entry [40, 43].

С другой стороны, доказательная база применения ИКД у пациентов с неишемической кардиомиопатией (НИКМП) менее убедительна. Хотя исследования DANISH, DEFINITE и SCD-HeFT продемонстрировали снижение риска ВСС у пациентов с ИКД, но не выявили статистически значимого влияния на общую смертность [44-46]. Это связано с относительно низкой долей случаев ВСС в общей структуре смертности в этих исследованиях. По всей вероятности, можно предположить о меньшей выраженности субстрата для ЖТ у пациентов с НИКМП. Экспериментальные данные указывают на то, что наличие фиброза ЛЖ у пациентов с НИКМП значительно увеличивает вероятность ВСС [47]. Формирующиеся в результате фиброзирование зоны замедленного проведения, а также возникающий повышенный автоматизм и дисперсия рефрактерности миокарда создают условия для возникновения ЖТ. По всей видимости именно наличие субстрата для ЖТ является ключевым фактором максимальной пользы от имплантации ИКД [48].

Эксперты сходятся в мнение о неэффективности однофакторного подхода в решении обсуждаемой проблемы. Очевидно, что совершенствование стратификации риска ВСС возможно только при использовании комбинированного метода оценки, с включением нескольких предикторов и составлением прогностических моделей.

Интерес представляет использование прогностических шкал, таких как MADIT-ICD benefit score, ESTIMATED Score, анализ данных исследования SCD-HeFT, The Seattle Heart Failure Model [49-52]. Эти исследования включают множество факторов, направленных на улучшение стратификации риска ВСС и общей смертности у пациентов с СНнФВ. Анализ в этих исследованиях включает в себя как предикторы наличия субстрата для ЖТ по результатам доступных инструментальных и лабораторных исследований, так и клиничко-anamнестические данные [32]. Данные модели позволяют оценить пользу от имплантации ИКД путем сравнения риска ВСС и смерти от любых причин для конкретного пациента. Чем выше веро-

ятность ВСС, тем больше выгода от использования устройства [49-51].

Отдельного внимания заслуживает шкала MADIT-ICD benefit score, разработанная в 2020 году на основании данных крупнейших исследований MADIT II, MADIT-CRT, MADIT-RIT и MADIT-RISK, которая является одной из наиболее полных прогностических моделей. Она создана на основе регистра, включающего более 4500 пациентов. Калькулятор, предложенный авторами, учитывает предикторы ЖТ и неаритмической смерти. К предикторам ЖТ относятся: мужской пол, возраст до 75 лет, частота сердечных сокращений (ЧСС) более 75 ударов в минуту, систолическое артериальное давление (САД) менее 140 мм рт. ст., ФВ ЛЖ $\leq 25\%$, анамнез, включающий нестабильные ЖТ, инфаркт миокарда и предсердные аритмии [49].

Калькулятор позволяет прогнозировать вероятность развития ЖТ или неаритмической смерти, оценивая потенциальную пользу от имплантации ИКД. Проведенный ROC-анализ с внешней валидацией продемонстрировал высокую точность предложенных моделей: С-статистика составила 0,75 для прогнозирования ЖТ и 0,67 для неаритмической смерти. В рамках рассматриваемой темы интерес представляет использование прогностических шкал у пациентов с имплантированными СРТ. Как отдельный фактор, влияющий на достижение конечных точек СРТ добавлен в прогностические шкалы MADIT-ICD benefit score и The Seattle Heart Failure Model, однако, отдельный анализ пациентов с СРТ доступен только по результатам анализа исследования MADIT [49, 52].

По результатам анализа MADIT-CRT лечение с помощью СРТ-ИКД по сравнению с ИКД было связано лишь со сниженным риском неаритмической смертности [53]. Отдельный анализ, исключая пациентов из исследования MADIT-II, показал схожие результаты [49]. Однако как показал анализ этих исследований, если у пациентов присутствует морфология QRS по типу ПБЛНПГ, то они получают значительное снижение вероятности возникновения жизнеугрожающих аритмий, во многом за счет улучшения сократительной функции ЛЖ и его ремоделирования, что подтверждает данные о положительном влиянии СРТ на аритмический риск [54]. Однако при использовании данной модели для оценки пользы ИКД у российских пациентов результаты оказались неудовлетворительными, что подчеркивает необходимость проведения отечественных исследований в этой области [55].

НЕРАЗРЕШЕННЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Можно предположить, что наличие у пациента предикторов положительного ответа на СРТ, ожидаемой продолжительностью жизни

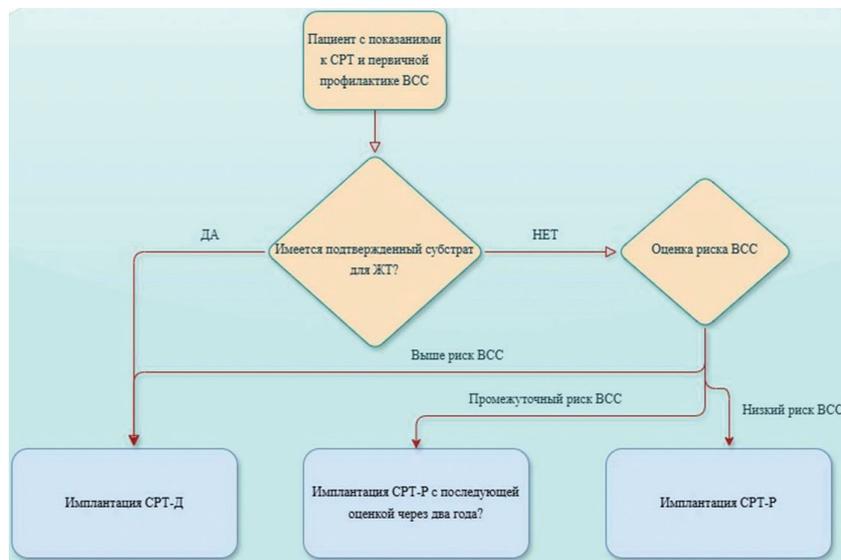


Рис. 1. Алгоритм выбора устройства, где СРТ - сердечная ресинхронизирующая терапия; ЖТ - желудочковая тахикардия; ВСС - внезапная сердечная смерть.

более года и низкого риска ВСС дает основание имплантировать СРТ-ЭКС. Однако, несмотря на доказанную эффективность СРТ часть больных, по разным данным от 30 до 40%, не получают ожидаемого эффекта от проводимой терапии [8, 56]. К причинам, снижающим вероятность ответа на СРТ, относят прогрессирующую ХСН высокого функционального класса, ИКМП и как следствие вероятное наличие рубца в зоне стимуляции, исходно недостаточно широкий комплекс QRS, его морфологию не соответствующую ПБЛНПГ. Также возможными причинами ухудшения вероятности ответа считают наличие фибрилляции предсердий, хронической болезни почек и исходной дисфункции правого желудочка [57].

Не менее важным является определение оптимального срока послеоперационного наблюдения, после которого следует оценивать эффекты СРТ, а также принимать решение о дальнейшей тактике, направленной на улучшение состояния пациента. В статье Т.В.Чумарной и соавт. [58] демонстрируется, что для оценки клинического ответа в большинстве случаев достаточно одного послеоперационного года, а срок обратного ремоделирования ЛЖ может продолжаться до 24 месяцев. В других исследованиях также указывается срок в 12 месяцев, как достаточный для оценки СРТ [59]. Руководствуясь этими данными, можно предположить, что срок в 24 месяца после имплантации устройства гарантированно позволяет отграничить группы респондеров и нереспондеров для возможного определения дальнейшей тактики.

Дополнительным фактором повышения эффективности СРТ-ЭКС может стать применение методики стимуляции проводящей системы сердца. При предлагаемом варианте оперативного вмешательства электрод классически доставляется в целевую вену коронарного синуса для стимуляции ЛЖ и в межжелудочковую перегородку для стимуляции проводящей системы с использованием методики «на стилете», что позволяет не применять системы доставки. Ответ пациентов оценивается спустя два года. Данное решение преследует две цели. Во-первых, значительное увеличение вероятности ответа на СРТ, что отражено в исследовании LOT-CRT [60]. Во-вторых, спустя максимальный период ожидания ответа, при его отсутствии имеется возможность имплантировать пациенту двухкамерный ИКД с разъемом DF-1. Для этого необходимо доставить шоковый электрод, а для стимуляции желудочков использовать ранее имплантированный в проводящую систему сердца электрод, который обеспечит сужение комплекса QRS, что вероятно позволит избежать прогрессирования ХСН вследствие диссинхронии, а также позволит избежать стимуляции ЛЖ, которая согласно исследованиям у пациентов без ответа лишь увеличивает вероятность развития ЖТ [24]. Вероятными ограничениями обсуждаемой стратегии является возмож-

ность окклюзии вены после первичной имплантации, необходимость повторного вмешательства у некоторых пациентов без ответа спустя два года, а также требования к навыкам хирургов для доставки электрода в проводящую систему сердца.

Несмотря на большое число работ, посвященных прогнозированию вероятности ответа на СРТ, существующие алгоритмы предоперационной оценки эффектов имплантации несовершенны, что ограничивает их рутинное применение в клинической практике. Вместе с тем, не вызывает сомнений экономическая обоснованность имплантации СРТ-ЭКС как тактики первой линии ведения больных СНнФВ. Устройство СРТ-ЭКС является в России более доступным ввиду включения данного вида помощи в базовую программу фонда обязательного медицинского страхования. Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2024 г. № 1940 «О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов» оплата имплантации системы СРТ-ЭКС составляет 532 230 рублей, в то время как СРТ-ИКД 1 281 144 рублей. Это позволяет предположить вероятную экономическую выгоду ввиду более целевого использования СРТ-ИКД и снижения количества подобных имплантированных устройств в условиях их дефицита. Важным уточнением является диапазон применения данной тактики, ограниченный пациентами с показаниями к СРТ и отсутствием субстрата ЖТ, подтвержденным результатами визуализирующих методик, таких как ЭхоКГ, МРТ сердца с гадолинием либо проведенными внутрисердечным электрофизиологическим исследованием [3]. Тактика выбора между СРТ-ЭКС или СРТ-ИКД представлена на рис. 1. Вместе с тем, для подтверждения этой гипотезы требуется проведение исследований, направленных на стратификацию риска ВСС у пациентов с показаниями для проведения СРТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение финансирования имплантации устройств для проведения СРТ в базовую программу фонда обязательного медицинского страхования сделали СРТ в нашей стране более доступной, что еще больше актуализировало обсуждаемую проблему. Вероятно, при выборе оптимального устройства для проведения СРТ необходимо оценивать не только исходный риск ВСС, но и вероятность ответа на СРТ и возможность модификации аритмического риска в ходе проводимой терапии. Поиск предикторов и разработка прогностических систем, ориентированных на оценку подобных исходов, является одной из приоритетных задач современной кардиологии, требующей проведения проспективных клинических исследований с включением отечественных когорт пациентов с СНнФВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков ДС, Фомин ИВ, Беленков ЮН, и др. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА-ХСН. Кардиология. 2021;61(4): 4-14 [Polyakov DS, Fomin IV, Belenkov YuN, et al. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed over 20 years of follow-up? Results of the EPOCH-CHF study. *Kardiologiia*. 2021;61(4): 4-14 (in

- Russ.]). <https://doi.org/10.18087/cardio.2021.4.n1628>.
2. Vaduganathan M, Patel RB, Michel A, et al. Mode of Death in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69: 556-69. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.10.078>.
 3. Илов НН, Пальникова ОВ, Стомпель ДР, и др. Стратификация риска внезапной сердечной смерти у пациентов с сердечной недостаточностью : достаточно ли одной фракции выброса левого желудочка ? Российский кардиологический журнал. 2021;26(1): 3959. [Ilov NN, Palnikova OV, Stompel DR, et al. Risk stratification of sudden cardiac death in heart failure patients: is left ventricular ejection fraction alone sufficient? *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(1): 3959. (In Russ.)). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-3959>.
 4. Илов НН, Пальникова ОВ, Стомпель ДР, и др. Клинические предикторы возникновения желудочковых тахикардий у больных со сниженной систолической функцией левого желудочка. Результаты одноцентрового проспективного исследования. Кардиология. 2021;61(5): 32-40 [Ilov NN, Palnikova OV, Stompel DR, et al. Clinical Predictors of Occurrence of Ventricular Tachyarrhythmias in Patients with Reduced Left Ventricle Ejection Fraction. Results of Single-Center Prospective Study. *Kardiologiya*. 2021;61(5): 32-40 (in Russ.)). <https://doi.org/10.18087/cardio.2021.5.n1480>.
 5. Ревিশвили АШ, Шляхто ЕВ, Попов СВ, и др. Клинические рекомендации по применению кардиовертеров-дефибрилляторов. В кн. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. (Ред. Ревিশвили АШ, Шляхто ЕВ, Попов СВ, и др.). Москва 2017: 55-86. [Revishvili AS, Shlyahto EV, Popov SV, et al. Klinicheskie rekomendacii po primeneniyu kardioverterov-defibrillyatorov. In. *Klinicheskie rekomendacii po provedeniyu elektrofiziolozhicheskikh issledovaniy, kateternoj ablyacii i primeneniyu implantiruemykh antiaritmicheskikh ustrojstv*. (Ed. Revishvili AS, Shlyahto EV, Popov SV, et al.). Moscow 2017: 55-86 (in Russ.)) ISBN 978-5-9500922-0-6.
 6. Zaman S, Goldberger JJ, Kovoov P. Sudden Death Risk-Stratification in 2018-2019: The Old and the New. *Heart Lung Circ*. 2019;28: 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2018.08.027>.
 7. Постол АС, Неминуший НМ, Антипов ГН, и др. Факторы, определившие положительный ответ на ресинхронизирующую терапию у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и диссинхронией сердца. Опыт одного центра. Кардиология. 2024;64(7): 31-39. [Postol AS, Neminushchiy NM, Antipov GN, et al. Factors that Determined a Positive Response to Resynchronization Therapy in Patients With Chronic Heart Failure and Cardiac Dyssynchrony. One Center Experience. *Kardiologiya*. 2024;64(7): 31-39. (In Russ.)) <https://doi.org/10.18087/cardio.2024.7.n2627>.
 8. Glikson M, Israel C, Denmark C, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *EHJ*. 2021: 1-94. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab364>.
 9. Yamamoto N, Noda T, Nakano M, et al. Clinical utility of QRS duration normalized to left ventricular volume for predicting cardiac resynchronization therapy efficacy in patients with “mid-range” QRS duration. *Heart Rhythm*. 2024;21: 855-62. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2024.02.019>.
 10. Amara N, Boveda S, Defaye P, et al. Implantable cardioverter-defibrillator therapy among patients with non-ischaemic vs. ischaemic cardiomyopathy for primary prevention of sudden cardiac death. *Europace*. 2018;20: 65-72. <https://doi.org/10.1093/europace/euw379>.
 11. Галявич АС, Терещенко СН, Ускач ТМ, и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024;29(11): 6162. [Galyavich A.S., Tereshchenko S.N., Uskach T.M. et al. 2024 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(11): 6162. (In Russ.)). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6162>.
 12. Wallentin L, Stenestrand U, Tabrizi F, et al. Influence of left bundle branch block on long-term mortality in a population with heart failure. *EHJ*. 2007;2449-55. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm262>.
 13. Moustafa AT, Tang ASL, Khan HR. Conduction system pacing on track to replace CRT ? Review of conduction system pacing. *Front Cardiovasc Med*. 2023: 1-12. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1220709>.
 14. Илов НН, Стомпель ДР, Пальникова ОВ, и др. Выбор эхокардиографического показателя для оценки разных эффектов сердечной ресинхронизирующей терапии. Кардиология и кардиоваскулярная терапия. 2022;15(1): 19-25. [Ilov NN, Stompel DR, Palnikova OV, et al. Echocardiography parameter for evaluation of various effects of cardiac resynchronization therapy. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2022;15(1): 19-25. (in Russ.)). <https://doi.org/10.17116/kardio20221501119>
 15. Nakai T, Ikeya Y, Kogawa R, et al. What Are the Expectations for Cardiac Resynchronization Therapy ? A Validation of Two Response Definitions. *Journal of clinical medicine* 2021;10(3): 514. <https://doi.org/10.3390/jcm10030514>.
 16. Bazoukis G, Naka KK, Alsheikh-Ali A, et al. Association of QRS narrowing with response to cardiac resynchronization therapy - a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Heart Failure Reviews* 2020;25: 745-56. <https://doi.org/10.1007/s10741-019-09839-5>.
 17. Stewart RA, Young AA, Anderson C et al. Relationship between QRS duration and left ventricular mass and volume in patients at high cardiovascular risk. *Heart* 2011;97: 1766-70. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2011-300297>.
 18. Stankovic I, Belmans A, Prinz C, et al. The association of volumetric response and long-term survival after cardiac resynchronization therapy *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 2017;18(10): 1109-17. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jex188>.
 19. Кузнецов ВА, Солдатова АМ, Енина ТН и др. Всегда ли недостаточная динамика параметров левого желудочка свидетельствует о плохом ответе на сердечную ресинхронизирующую терапию ? Терапевтический архив. 2019;91: 10-5. [Kuznetsov V.A., Soldatova A.M., Enina T.N. et al. Does the lack of left ventricular reverse remodeling always mean non - response to cardiac resynchronization therapy

- py? *Terapevticheskii arkhiv*. 2019;91: 10-5 (in Russ.]. <https://doi.org/10.26442/00403660.2019.12.000102>.
20. van der Heijden AC, Höke U, Thijssen J, et al. Super-responders to cardiac resynchronization therapy remain at risk for ventricular arrhythmias and benefit from defibrillator treatment. *European Journal of Heart Failure*. 2014;16: 1104-11. <https://doi.org/10.1002/ejhf.152>.
 21. Linhart M, Doltra A, Acosta J, et al. Ventricular arrhythmia risk is associated with myocardial scar but not with response to cardiac resynchronization therapy. *EP Europace*. 2020;22: 1391-400. <https://doi.org/10.1093/europace/eaab142>.
 22. Nakamura T, Fukuzawa K, Kiuchi K et al. Ventricular arrhythmia events in heart failure patients with cardiac resynchronization therapy with or without a defibrillator for primary prevention. *J Arrhythmia*. 2022;38: 1056-62. <https://doi.org/10.1002/joa3.12795>.
 23. Cvijić M, Antolić B, Klemen L, et al. Repolarization heterogeneity in patients with cardiac resynchronization therapy and its relation to ventricular tachyarrhythmias. *Heart Rhythm*. 2018;15: 1784-90. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.06.023>.
 24. Deif B, Ballantyne B, Almeshmadi F, et al. Cardiac resynchronization is pro-arrhythmic in the absence of reverse ventricular remodelling: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Research*. 2018;114(11): 1435-44. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvy182>.
 25. Schrage B, Lund LH, Melin M, et al. Cardiac resynchronization therapy with or without defibrillator in patients with heart failure. *EP Europace*. 2022;24: 48-57. <https://doi.org/10.1093/europace/eaab233>.
 26. Bristow MR, Saxon LA, Boehmer J, et al. Cardiac-resynchronization therapy with or without an implantable defibrillator in advanced chronic heart failure. *The New England journal of medicine*. 2004;350(21): 2140-50. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa032423>.
 27. Linde C, Abraham WT, Gold MR et al. Randomized Trial of Cardiac Resynchronization in Mildly Symptomatic Heart Failure Patients and in Asymptomatic Patients With Left Ventricular Dysfunction and Previous Heart Failure Symptoms. *JACC*. 2008;52(23): 1834-43. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.08.027>.
 28. Kober L, Thune JJ, Nielsen JC et al. Defibrillator implantation in patients with nonischemic systolic heart failure. *The New England journal of medicine*. 2016;375: 1221-30. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1608029>.
 29. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: Developed by the Task Force on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC) With the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA). *European Heart Journal*. 2021;42: 3427-520. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab364>.
 30. Ramalho D, Freitas J. Drug-induced life-threatening arrhythmias and sudden cardiac death: A clinical perspective of long QT, short QT and Brugada syndromes. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2018;37: 435-46. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2017.07.010>.
 31. Tse G, Gong M, Wong WT, et al. The T(peak) - T(end) interval as an electrocardiographic risk marker of arrhythmic and mortality outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Heart Rhythm*. 2017;14: 1131-7. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.05.031>.
 32. Pranata R, Yonas E, Vania R, et al. Electrocardiographic early repolarization is associated with future ventricular arrhythmia after acute myocardial infarction-Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Arrhythmia*. 2019;35: 626-35. <https://doi.org/10.1002/joa3.12196>.
 33. Aro AL, Reinier K, Rusinaru C, et al. Electrical risk score beyond the left ventricular ejection fraction: prediction of sudden cardiac death in the Oregon Sudden Unexpected Death Study and the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *European Heart Journal*. 2017;38: 3017-25. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx331>.
 34. van der Bijl P, Delgado V, Bax JJ. Imaging for sudden cardiac death risk stratification: Current perspective and future directions. *Progress in cardiovascular diseases*. 2019;62: 205-11. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.04.005>.
 35. Chatterjee S, Bavishi C, Sardar P et al. Meta-analysis of left ventricular hypertrophy and sustained arrhythmias. *American Journal of Cardiology*. 2014;114: 1049-52. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.07.015>.
 36. Голухова ЕЗ, Булаева НИ, Мрикаев ДВ и др. Прогностическая роль продольной деформации и механической дисперсии левого желудочка по данным спекл-трекинг эхокардиографии у пациентов с ишемической и неишемической кардиомиопатией: систематический обзор и метаанализ. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27: 79-90. [Golukhova E.Z., Bulaeva N.I., Mrikaev D.V. et al. Prognostic value of left ventricular global longitudinal strain and mechanical dispersion by speckle tracking echocardiography in patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy: a systematic review and meta-analysis. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(3S): 5034 (in Russ.]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5034>.
 37. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *European Heart Journal*. 2022;43: 3997-4126. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac262>.
 38. Голухова ЕЗ, Александрова СА, Бердибеков БШ. Прогностическая роль количественной оценки миокардиального фиброза по данным магнитно-резонансной томографии с отсроченным контрастированием при неишемических дилатационных кардиомиопатиях: систематический обзор и метаанализ. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(12): 4776. [Golukhova EZ, Aleksandrova SA, Berdibekov BS. Predictive role of quantification of myocardial fibrosis using delayed contrast-enhanced magnetic resonance imaging in nonischemic dilated cardiomyopathies: a systematic review and meta-analysis. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26: 189-97 (in Russ.]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4776>.
 39. Шлевков НБ, Жамбеев АА, Гаспарян АЖ, и др. Особенности фиброзного поражения миокарда, ассоциированные с жизнеугрожающими желудочковыми тахикардиями у больных постинфарктным кардиосклерозом и неишемической кардиомиопатией // *Терапевтический архив*. 2018;90(9): 42-47. [Shlevkov NB, Zhambeev AA, Gasparyan AZ, et al. Characteristic of fibrotic myocardial

- lesions associated with life-threatening ventricular tachyarrhythmias in patients with ischemic and non-ischemic cardiomyopathies. *Terapevticheskii arkhiv*. 2018;90(9): 42-7 (in Russ.]). <https://doi.org/10.26442/terarkh201890942-47>.
40. Базылев ВВ, Ушаков РЮ, Дурманов СС, и др. Прогностическое значение отсроченного накопления гадолиния при магнитно-резонансной томографии сердца у больных с ишемической кардиомиопатией и имплантированным кардиовертером-дефибриллятором. *Вестник аритмологии*. 2024;2: 35-43. [Bazylev V.V., Ushakov R.Yu., Durmanov S.S. et al. Prognostic value of delayed gadolinium enhancement on cardiac magnetic resonance imaging in patients with ischemic cardiomyopathy and an implanted cardioverter-defibrillator. *Journal of Arrhythmology*. 2024;31(2): 35-43 (in Russ.]). <https://doi.org/10.35336/VA-1260>.
41. Narins CR, Aktas MK, Chen AY, et al. Arrhythmic and Mortality Outcomes Among Ischemic Versus Nonischemic Cardiomyopathy Patients Receiving Primary ICD Therapy. *JACC Clinical Electrophysiology*. 2022;8: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2021.06.020>.
42. Jaiswal V, Taha AM, Joshi A, et al. Implantable cardioverter defibrillators for primary prevention in patients with ischemic and non-ischemic cardiomyopathy: A meta-analysis. *Current Problems in Cardiology*. 2024;49: 102198. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.102198>.
43. Burke AP, Virmani R. Pathophysiology of acute myocardial infarction. *Medical Clinics of North America*. 2007;91(4): 553-72; ix. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2007.03.005>.
44. Køber L, Thune JJ, Nielsen JC, et al. Defibrillator Implantation in Patients with Nonischemic Systolic Heart Failure. *The New England Journal of Medicine*. 2016;375: 1221-30. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1608029>.
45. Kadish A, Dyer A, Daubert JP et al. Prophylactic Defibrillator Implantation in Patients with Nonischemic Dilated Cardiomyopathy. *The New England Journal of Medicine*. 2004;350: 2151-8. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa033088>.
46. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, et al. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *The New England Journal of Medicine*. 2002;346: 877-83. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa013474>.
47. Gulati A, Jabbour A, Ismail TF, et al. Association of fibrosis with mortality and sudden cardiac death in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy. *JAMA* 2013;309: 896-908. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.1363>.
48. Gold MR, Daubert J-C, Abraham WT, et al. Implantable Defibrillators Improve Survival in Patients With Mildly Symptomatic Heart Failure Receiving Cardiac Resynchronization Therapy. *Circulation Arrhythmia and Electrophysiology*. 2013;6: 1163-8. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.113.000570>.
49. Younis A, Goldberger JJ, Kutiyifa V, et al. Predicted benefit of an implantable cardioverter-defibrillator: the MADIT-ICD benefit score. *European Heart Journal* 2021;42: 1676-84. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa1057>.
50. Li X, Fan X, Li S, et al. A Novel Risk Stratification Score for Sudden Cardiac Death Prediction in Middle-Aged, Nonischemic Dilated Cardiomyopathy Patients: The ESTIMATED Score. *Canadian Journal of Cardiology*. 2020;36: 1121-9. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2019.11.009>.
51. Reeder HT, Shen C, Buxton AE, et al. Joint Shock/Death Risk Prediction Model for Patients Considering Implantable Cardioverter-Defibrillators. *Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2019;12: e005675. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.119.005675>.
52. Mozaffarian D, Anker SD, Anand I, et al. Prediction of mode of death in heart failure: the Seattle Heart Failure Model. *Circulation*. 2007;116: 392-8. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.687103>.
53. Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS, et al. Cardiac-resynchronization therapy for the prevention of heart-failure events. *The New England Journal of Medicine*. 2009;361: 1329-38. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0906431>.
54. Goldenberg I, Aktas MK, Zareba W, et al. QRS Morphology and the Risk of Ventricular Tachyarrhythmia in Cardiac Resynchronization Therapy Recipients. *JACC Clinical Electrophysiology*. 2024;10: 16-26. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2023.09.018>.
55. Илов НН, Бойцов СА, Нечепуренко АА. Имплантировать дефибриллятор или нет? Возможности использования калькулятора MADIT-ICD Benefit Score в клинической практике. *Кардиология*. 2024;64: 27-33. [Ilov NN, Boytsov SA, Nечepurenko A.A. Whether to implant a defibrillator or not? The Possibility of Using the MADIT-ICD Benefit Score Calculator in Real Practice. *Kardiologiya*. 2024;64(2): 27-33. (in Russ.]). <https://doi.org/10.18087/cardio.2024.2.n2447>.
56. Mei DA, Gerra L, Imberti JF, et al. Cardiac resynchronization therapy (CRT) nonresponders in the contemporary era: A state-of-the-art review. *Heart Rhythm*. 2024: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2024.05.057>.
57. Cleland J, Freemantle N, Ghio S, et al. Predicting the Long-Term Effects of Cardiac Resynchronization Therapy on Mortality From Baseline Variables and the Early Response. *JACC*. 2008;52. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.04.036>.
58. Чумарная ТВ, Любимцева ТА, Солoduшкин СИ, и др. Оценка эффективности сердечной ресинхронизирующей терапии в отдаленном послеоперационном периоде. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26: 48-60. [Chumarnaya TV, Lyubimtseva TA, Solodushkin SI et al. Evaluation of the long-term effectiveness of cardiac resynchronization therapy. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(7): 4531 (in Russ.]). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4531>.
59. Szabó KM, Tóth A, Nagy L, et al. Add-on Sacubitril/Valsartan Therapy Induces Left Ventricular Remodeling in Non-responders to Cardiac Resynchronization Therapy to a Similar Extent as in Heart Failure Patients Without Resynchronization. *Cardiology and Therapy*. 2024;13: 149-61. <https://doi.org/10.1007/s40119-023-00346-1>.
60. Jastrzębski M, Moskal P, Huybrechts W, et al. Left bundle branch-optimized cardiac resynchronization therapy (LOT-CRT): Results from an international LBBAP collaborative study group. *Heart Rhythm*. 2022;19: 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2021.07.057>.
61. Strauss DG. Differentiation between left bundle branch block and left ventricular hypertrophy: Implications for cardiac resynchronization therapy. *Journal of Electrocardiology*. 2012;45: 635-9. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2012.09.001>.