

© А.В. КОЗЛОВ, С.С. ДУРМАНОВ, В.В. БАЗЫЛЕВ, 2019

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2019

УДК 616.12-008.46-085:615.844

DOI: 10.15275/annaritmol.2019.3.5

ШИРИНА СТИМУЛИРОВАННОГО QRS-КОМПЛЕКСА КАК ПРЕДИКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРДИОРЕСИНХРОНИЗИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ

Тип статьи: оригинальная статья

А.В. Козлов, С.С. Дурманов, В.В. Базылев

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России,
ул. Стасова, 6, Пенза, 440071, Российская Федерация

Козлов Александр Викторович, сердечно-сосудистый хирург,

E-mail: kozlov3619@yandex.ru;

Дурманов Сергей Семенович, канд. мед. наук, заведующий отделением;

Базылев Владлен Владленович, доктор мед. наук, профессор, гл. врач,

orcid.org/0000-0001-6089-9722

Введение. Пациенты с сердечной недостаточностью, имеющие сниженную фракцию выброса левого желудочка в сочетании с задержкой внутрисердечного проведения возбуждения нуждаются в кардиоресинхронизирующей терапии. До сих пор нет общепринятого объяснения влияния кардиоресинхронизирующей терапии на сократимость миокарда. Мы предположили, что увеличение ширины комплекса QRS в результате блокады левой ножки пучка Гиса приводит к увеличению длительности энергозатратных процессов систолы левого желудочка и укорочению его диастолы, что является одним из механизмов развития сердечной недостаточности. Предполагаем, что уменьшение ширины QRS при кардиоресинхронизирующей терапии уменьшает время механической работы сердца и удлиняет период «отдыха». Следовательно, чем более узкий QRS-комплекс получен при кардиоресинхронизирующей терапии, тем более выражен ее положительный эффект.

Цель. Выявить зависимость между шириной стимулированного QRS-комплекса и положительным эффектом кардиоресинхронизирующей терапии.

Материал и методы. Исследование является одноцентровым и ретроспективным. В него вошли 46 пациентов с блокадой левой ножки пучка Гиса, дилатационной кардиомиопатией и синусовым ритмом. Средняя длительность наблюдения составила 989 ± 807 сут. Проведен анализ полученных данных, выполнена оценка ширины QRS-комплекса до и после операции, отслежена динамика результатов трансторакального ультразвукового исследования сердца. Пациенты разделены на две группы: нереспондеры (рост фракции выброса левого желудочка менее 10%, уменьшение конечного диастолического объема менее 15% или отрицательная динамика) и респондеры (рост фракции выброса на 10% и более, уменьшение конечного диастолического объема на 15% и более).

Результаты. К группе респондеров отнесен 31 человек, группа нереспондеров состояла из 15 больных. Изначально группы не отличались по возрасту, полу, индексу массы тела, сопутствующей патологии, конечному диастолическому объему, ширине комплекса QRS ($168,1 \pm 15,7$ против $172,3 \pm 20,8$ мс, $p = 0,442$). В группе нереспондеров исходно фракция выброса была достоверно ниже ($21,2 \pm 4,0\%$ против $27,1 \pm 5,0\%$, $p = 0,001$). Общая летальность от всех причин за все время наблюдения составила 17,4% (8 пациентов). В группе нереспондеров смертность была значительно выше (умерли 6 человек — 37,5%), чем в группе респондеров (2 больных — 6,5%). Выживаемость пациентов в зависимости от ширины комплекса QRS после имплантации устройств для кардиоресинхронизирующей терапии имела тенденцию к различию у больных с $QRS \leq 130$ мс и у остальных, но критериев достоверности не достигнуто ($p = 0,254$). В группе нереспондеров ширина QRS после имплантации была достоверно больше, чем у респондеров ($146,3 \pm 16,9$ мс против $137,0 \pm 13,4$ мс, $p = 0,049$).

Заключение. В нашей серии наблюдений меньшая ширина стимулированного комплекса QRS ассоциировалась с положительным эффектом кардиоресинхронизирующей терапии.

Ключевые слова: кардиоресинхронизирующая терапия; ширина стимулированного комплекса QRS; респондер.

WIDTH OF STIMULATED QRS COMPLEX AS A PREDICTOR OF THE EFFICIENCY OF CARDIO-RESYNCHRONIZATION THERAPY

A.V. Kozlov, S.S. Durmanov, V.V. Bazylev

Federal Centre for Cardiovascular Surgery, ulitsa Stasova, 6, Penza, 440071, Russian Federation

Aleksandr V. Kozlov, Cardiovascular Surgeon, E-mail: kozlov3619@yandex.ru;

Sergey S. Durmanov, Cand. Med. Sc., Head of Department;

Vladlen V. Bazylev, Dr. Med. Sc., Professor, Chief Physician, orcid.org/0000-0001-6089-9722

Background. Patients with heart failure who have a reduced left ventricular ejection fraction in combination with delayed intraventricular conduction need cardio-resynchronization therapy (CRT). There is still no generally accepted explanation of the effect of cardio-resynchronization therapy on myocardial contractility. We hypothesized that increasing the width of the QRS complex as a result of the left bundle branch block leads to an increase in the duration of energy-consuming systole of the left ventricle and shortening of its diastole, which is one of the mechanisms for the development of heart failure. We assume that a decrease in the width of QRS with cardio-resynchronization therapy reduces the time of mechanical work of the heart and lengthens the "rest" period. Consequently, the narrower is the QRS complex obtained with cardio-resynchronization therapy, the greater is the positive effect of the cardio-resynchronization therapy.

Objective. To identify the relationship between the width of the QRS-stimulated complex and the positive effect of cardio-resynchronization therapy.

Material and methods. The single-centre retrospective study included 46 patients with left bundle branch block, dilated cardiomyopathy and sinus rhythm. The mean follow-up was 989 ± 807 days. Patients' data were analyzed, the width of the QRS complex was evaluated before and after the operation, and the ultrasound data were assessed. The patients were divided into two groups: non-responders (an increase in ejection fraction less than 10%, a decrease in end-diastolic volume less than 15%, or negative dynamics), and responders (an increase in ejection fraction by 10% or more, a decrease in end-diastolic volume by 15% or more).

Results. 31 persons were assigned to the group of responders, the group of non-responders included 15 patients. Initially, the groups did not differ by age, sex, body mass index, comorbidity, end-diastolic volume, QRS complex width (168.1 ± 15.7 versus 172.3 ± 20.8 msec, $p=0.442$). Overall mortality from all causes during the observation period was 17.4% (8 patients). In the group of non-responders, mortality was significantly higher (6 patients, 37.5%) than in the group of responders (2 patients, 6.5%). Patient survival, depending on the width of the QRS complex after implantation of devices for cardio-resynchronization therapy, tended to differ in patients with $QRS \leq 130$ msec and others, but the reliability criteria were not achieved ($p=0.254$). In the non-responders group, the QRS width after implantation was significantly greater than that of the responders (146.3 ± 16.9 versus 137.0 ± 13.4 msec, $p=0.049$).

Conclusion. In our series of observations, a smaller width of the stimulated QRS complex was associated with a positive effect of cardio-resynchronization therapy.

Keywords: cardioresynchronization therapy; width of stimulated QRS complex; responder.

Введение

Проблема лечения больных с сердечной недостаточностью является одной из наиболее актуальных в медицине. Особую группу составляют пациенты, имеющие сниженную фракцию выброса (ФВ) левого желудочка в сочетании с задержкой внутрижелудочкового проведения возбуждения. Данная группа нуждается в кардиоресинхронизирующей терапии (КРТ), которая зарекомендовала себя как высокоэффективный метод лечения, улучшающий систолическую функцию левого желудочка и качество жизни, уменьшающий симптомы сердечной недостаточности, снижающий количество госпитализаций и смертность [1, 2].

Основными критериями отбора пациентов для проведения КРТ являются наличие блокады левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ), снижение ФВ менее 35%, ширина комплекса QRS > 130 мс (класс показаний IB), более 150 мс (класс показаний IA) [3]. До сих пор нет общепринятого объяснения влияния КРТ на сократимость миокарда. Критерии механической диссинхронии, определяемые по данным эхокардиографии (ЭхоКГ), не подтвердили свою ценность по результатам исследования ЕНО-CRT [4]. Мы предположили, что увеличение ширины комплекса QRS в результате БЛНПГ приводит к увеличению длительности энергозатратных процессов систолы левого желудочка и укорочению его диастолы, что является одним из механизмов раз-

вития сердечной недостаточности. Предполагаем, что уменьшение длительности *QRS* при КРТ сокращает время механической работы сердца и увеличивает период отдыха [0]. Следовательно, чем более узкий *QRS*-комплекс получен при КРТ, тем более выражен ее положительный эффект.

Цель исследования — выявить зависимость между шириной стимулированного комплекса *QRS* и положительным эффектом КРТ.

Материал и методы

В одноцентровое ретроспективное исследование вошли 46 пациентов, которым с 2009 по 2014 г. в клинике было имплантировано 289 устройств для КРТ.

Критерии включения:

- дилатационная кардиомиопатия;
- отсутствие поражения коронарных артерий;
- сохраненный синусовый ритм;
- возможность динамического наблюдения.

Критерии исключения:

- ишемическая болезнь сердца;
- клапанная регургитация и стенозы вследствие органического поражения клапанного аппарата сердца;

- расположение левожелудочкового электрода в нецелевой ветви коронарного синуса (все положения, кроме боковой и заднебоковой ветвей);
- фибрилляция предсердий.

Пациентов с персистирующей, длительно персистирующей и хронической формами фибрилляции или трепетания предсердий исключали из исследования с целью оценить чистый эффект КРТ без влияния выполняемых при этих формах нарушений ритма радиочастотных абляций атриовентрикулярного соединения и кавотрикуспидального перешейка [0].

Все больные получали оптимальную медикаментозную терапию хронической сердечной недостаточности, включающую ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, β -блокаторы, диуретики. Продолжительность и морфологию *QRS* определяли согласно рекомендациям АНА/ACCF/HRS по записи на 12-канальном аппарате электрокардиографии [7]. Все пациенты имели морфологию *QRS*, соответствующую БЛНПГ. У всех определен III функциональный класс (ФК) сердечной недостаточности по NYHA. При выборе устройств для имплантации руководствовались принятой в нашей клинике тактикой, когда более сложные и дорогие устройства с функцией дефибрилляции имплантируются пациентам, нуждающимся во вторичной

профилактике внезапной сердечной смерти, а также больным с ишемической кардиомиопатией, поскольку в этих случаях имеется морфологический субстрат для возникновения желудочковых аритмий. Имплантировали устройства без функции дефибрилляции, так как пациенты не имели ишемического поражения миокарда и желудочковых нарушений ритма сердца в анамнезе. Согласно рекомендациям ESC по лечению острой и хронической сердечной недостаточности 2016 г., допускается имплантация ресинхронизирующих устройств без функции дефибриллятора у больных с неишемической дилатационной кардиомиопатией, находящихся в III–IV ФК по NYHA [8].

Имплантации выполняли по стандартной трансвенозной эндокардиальной методике с установкой трех электродов: предсердного электрода в область ушка правого предсердия, правожелудочкового электрода в область межжелудочковой перегородки и левожелудочкового электрода в боковую или заднебоковую ветвь коронарного синуса с расположением кончика электрода в базальных/средних отделах боковой стенки левого желудочка. Имплантированы устройства для КРТ различных производителей: InSync III, Syncra, Consalta (Medtronic, США), Contak Renewal TR2 (Boston Scientific, США), Stratos LV-T (Biotronik, Германия), Anthem (St. Jude Medical, США).

Осложнений не было. Всем больным в раннем послеоперационном периоде проводили подбор межжелудочковой задержки для достижения минимальной ширины комплекса *QRS*. Средняя длительность наблюдения составила 989 ± 807 сут. Характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Клинико-демографическая характеристика пациентов ($n = 46$)

Параметр	Значение
Возраст, лет	$54,7 \pm 8,5$
Мужской пол, n (%)	21 (45,6)
Индекс массы тела, $\text{кг}/\text{м}^2$	$29,2 \pm 5,3$
Сахарный диабет, n (%)	4 (8,7)
Конечный диастолический объем ЛЖ, мл	$286,4 \pm 86,8$
Фракция выброса ЛЖ по Симпсону, %	$25,4 \pm 5,5$
Длительность <i>QRS</i> , мс	
до имплантации	$168,8 \pm 17,8$
после имплантации	$140,1 \pm 15,1$

Примечание. ЛЖ — левый желудочек.

При конечном диастолическом объеме (КДО) от 150 до 300 мл для определения объемных показателей предпочтительно использовать магнитно-резонансную томографию (МРТ), так как вычисления не зависят от геометрической формы левого желудочка, но имплантация устройства для КРТ исключает этот метод исследования в качестве контрольного [0]. Для определения критериев эффективности были избраны показатели ЭхоКГ. Изменения в клиническом статусе не учитывались. ЭхоКГ выполняли до операции, через 1 мес после нее и далее 1 раз в 6 мес. Оценивали данные последнего по времени измерения. Осуществляли оценку ширины комплекса *QRS* до и после операции, отслеживали ЭхоКГ-динамику. Определяли показатели КДО левого желудочка и ФВ. Пациенты были разделены на две группы: нереспондеры (рост ФВ менее 10%, уменьшение КДО менее 15% или отрицательная динамика) и респондеры (рост ФВ на 10% и более, уменьшение КДО на 15% и более) [10].

Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью системного пакета программ IBM SPSS Statistics (Version 20, 2011). При симметричном распределении результаты выражены как арифметическое среднее и стандартное отклонение ($M \pm SD$) с указанием 95% доверительного интервала (95% ДИ). Для описания качественных данных использовали частоты и доли (в процентах) с указанием 95% ДИ, рассчитанного по методу Уилсона. Для сравнения применяли критерий χ^2 Пирсона. Выживаемость оценивали с помощью процедуры Каплана–Мейера. При проверке статистических гипотез уровень статистической значимости 0,05 принимали за критический.

Результаты

В исследование включены 46 пациентов, оперированных в клинике с 2009 по 2014 г. К группе респондеров отнесен 31 человек, группа нереспондеров состояла из 15 больных. Изначально группы не отличались по возрасту, полу, индексу массы тела, сопутствующей патологии, КДО, ширине комплекса *QRS* ($168,1 \pm 15,7$ против $172,3 \pm 20,8$ мс, $p=0,442$). Характеристика пациентов по группам представлена в таблице 2.

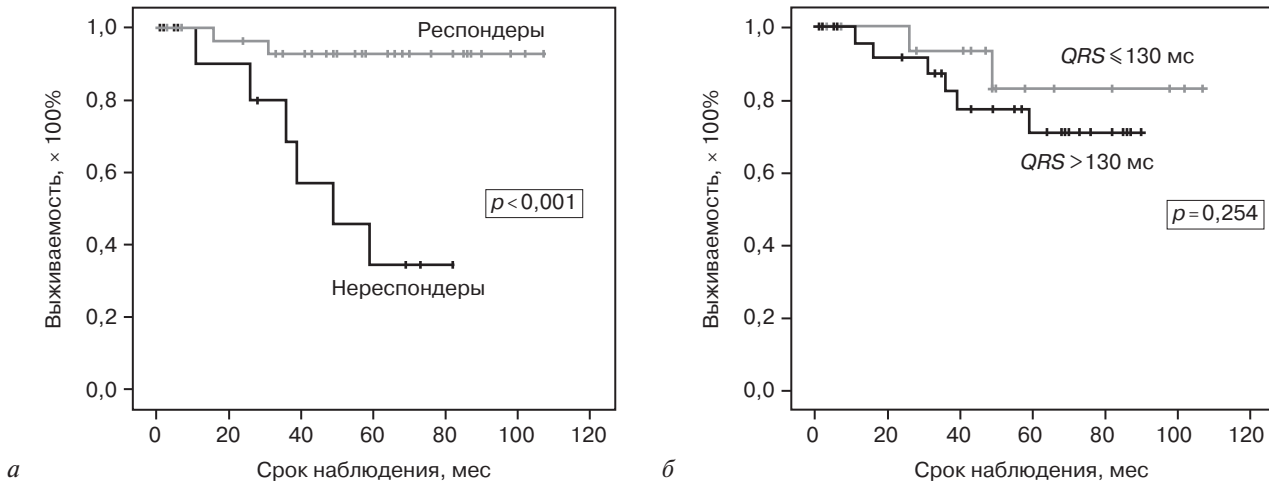
В группе нереспондеров исходно ФВ была достоверно ниже ($21,2 \pm 4,0\%$ против $27,1 \pm 5,0\%$, $p=0,001$), чем в группе респондеров. У всех пациентов после имплантации устройств для КРТ отмечено укорочение интервала *QRS*. Больные, ответившие на терапию, имели прирост ФВ на $17,9 \pm 6,9\%$, уменьшение КДО на $32,9 \pm 14,8\%$. У пациентов, не имевших эффекта от проводимой терапии, изменение ФВ составило $0,1 \pm 3,9\%$, КДО увеличился на $7,9 \pm 15,7$ мл.

Общая летальность от всех причин за все время наблюдения составила 17,4% (8 человек). В группе нереспондеров смертность была значительно выше (умерли 6 пациентов – 37,5%), чем в группе респондеров (2 больных – 6,5%), что является ожидаемым результатом. Выживаемость пациентов в зависимости от ширины комплекса *QRS* после имплантации устройств для КРТ имела тенденцию к различию между больными с $QRS \leq 130$ мс и остальными, но критериев достоверности не достигнуто ($p=0,254$). Кривые выживаемости представлены на рисунке. В группе нереспондеров ширина *QRS* после имплантации была достоверно больше, чем у респондеров ($146,3 \pm 16,9$ против $137,0 \pm 13,4$ мс, $p=0,049$).

Таблица 2

Характеристика пациентов по группам ($n=46$)

Параметр	Респондеры ($n=31$)	Нереспондеры ($n=15$)	p
Возраст, лет	$53,6 \pm 8,0$	$56,8 \pm 9,3$	0,243
Мужской пол, n (%)	10 (32,2)	9 (60,0)	0,073
Индекс массы тела, кг/м ²	$29,7 \pm 5,3$	$28,2 \pm 5,2$	0,374
Сахарный диабет, n (%)	3 (9,6)	1 (6,6)	0,457
Конечный диастолический объем ЛЖ, мл	$273,1 \pm 86,4$	$320,1 \pm 80,3$	0,084
Фракция выброса ЛЖ по Симпсону, %	$27,1 \pm 5,0$	$21,2 \pm 4,0$	0,001
Длительность <i>QRS</i> , мс			
до имплантации	$168,1 \pm 15,7$	$172,3 \pm 20,8$	0,442
после имплантации	$137,0 \pm 13,4$	$146,3 \pm 16,9$	0,049



Кривые выживаемости Каплана–Мейера:

а – в группах респондеров ($n=31$) и нереспондеров ($n=15$); б – у пациентов с шириной $QRS \leq 130$ мс ($n=15$) и шириной $QRS > 130$ мс ($n=31$) после имплантации устройства для кардиоресинхронизирующей терапии

Обсуждение

Хорошо известны такие независимые предикторы ответа на КРТ, как женский пол, не-ишемическая природа кардиомиопатии, морфология нативного QRS , соответствующая полной БЛНПГ, и ширина $QRS > 130$ мс. При метаанализе, включившем данные исследований COMPANION, CARE-HF, MADIT-SRT, RAFT, установлено, что наибольшую пользу от КРТ получают пациенты, имеющие ширину $QRS > 150$ мс. Обязательным условием является наличие БЛНПГ. Больные с широким комплексом QRS , но имеющие морфологию блокады правой ножки пучка Гиса или неспецифическое нарушение внутрижелудочковой проводимости, не продемонстрировали положительных эффектов от КРТ [11]. В то же время данные литературы о влиянии изменения ширины комплекса QRS на фоне КРТ на ее эффективность противоречивы. Индуцированное стимуляцией изменение длительности QRS не было независимым предиктором результатов в исследовании REVERSE. Это рандомизированное мультицентровое исследование, в которое вошли 610 пациентов с сердечной недостаточностью (вне зависимости от этиологии), получавших КРТ. Средняя длительность исходного QRS составила 153 ± 23 мс, и 60,5% пациентов имели БЛНПГ. Ширину нативного и стимулированного комплекса QRS оценивали две независимые лаборатории в слепом режиме. Было выявлено, что продолжительность нативного QRS у пациентов с БЛНПГ имеет прямую связь с обратным ремоделированием левого же-

лудочка (отношение шансов 0,530, $p=0,0034$). В то же время не было выявлено влияния степени укорочения QRS на частоту благоприятных исходов [12].

Однако другие исследователи сообщают, что уменьшение длительности QRS на фоне бивентрикулярной стимуляции является независимым предиктором положительного ответа на КРТ [13]. В метаанализ вошли данные 6647 пациентов из 6 рандомизированных исследований и 4715 пациентов из 38 обсервационных исследований. Пользу от КРТ получили, по данным рандомизированных исследований, больные, имевшие исходную ширину $QRS \geq 150$ мс. По данным обсервационных исследований, респондеры имели более широкий нативный QRS и более выраженное сужение QRS , чем нереспондеры.

G. Soppola et al. оценивали влияние укорочения QRS на эффект КРТ с помощью индекса QRS :

$$QI = \frac{\text{ширина нативного } QRS - \text{ширина стимулированного } QRS}{\text{ширина нативного } QRS} \times 100\%.$$

В исследование вошли 311 пациентов с ишемической и дилатационной кардиомиопатиями. При $QI \geq 12,5$ отмечено большее число респондеров и более высокая выживаемость [14].

М.А. Пег et al. продемонстрировали, что изменение длительности QRS , вызванное бивентрикулярной стимуляцией, связано с качеством электрической ресинхронизации и косвенно указывает на степень коррекции электромеханических нарушений. В этом исследовании были проанализированы данные 337 пациентов,

имевших сердечную недостаточность ишемического и неишемического генеза, с имплантированными устройствами для КРТ. Отсутствие сокращения ширины *QRS* или ее увеличение на фоне КРТ было связано с более высокой летальностью или необходимостью трансплантации сердца [15].

При дилатационной кардиомиопатии, обусловленной появлением БЛНПГ, исходно нарушается нормальное распространение возбуждения по миокарду. Это вызывает изменение соотношения продолжительности систолы и диастолы, механическую диссинхронию, что приводит к сердечной недостаточности. При расположении электрода в месте с наибольшим запаздыванием прихода волны возбуждения мы устраняем эти нарушения, восстанавливая нормальный ход волны возбуждения. Это проявляется в том числе и изменением морфологии стимулированного комплекса на электрокардиографии, ширина которого уменьшается. При этом улучшается систолическая функция левого желудочка и одновременно снижается потребление миокардом кислорода, что приводит к ремоделированию сердца [16].

Незначительное укорочение *QRS* у пациентов с БЛНПГ, имеющих левожелудочковый электрод в целевой ветке, можно объяснить наличием диффузного поражения проводящей системы сердца. Можно также предположить, что та ветвь коронарного синуса, которую мы считаем целевой, на самом деле находится в стороне от места наибольшего запаздывания прихода волны возбуждения. Кроме того, значительная дилатация полостей приводит к дегенерации миокарда и, как следствие, необратимым изменениям миоцитов с замещением их фиброзной тканью. Таким образом, существует определенный предел, при котором можно рассчитывать на позитивный ответ на КРТ. В. Sassone et al. исследовали взаимосвязь с шириной нативного комплекса *QRS* и ответом на КРТ. В исследование вошли 243 пациента с имплантированными КРТ-устройствами. Генез сердечной недостаточности не учитывали. Респондерами считали больных, у которых конечный систолический объем левого желудочка снизился более чем на 15% от исходного. Авторы получили U-образное распределение пациентов, не ответивших на терапию, — не только с шириной комплекса *QRS* 120–130 мс, но и с шириной более 180 мс [17].

В наше исследование изначально отбирали «идеальных» кандидатов для проведения ресин-

хронизирующей терапии. Несмотря на это, количество нереспондеров составило 32,6%, что соответствует общемировым данным, в рамках которых учитывается вся когорта пациентов [18]. Таким образом, «идеальные» больные не дали «идеальных» результатов. Возможно, так получилось потому, что нереспондеры имели большую ширину стимулированного *QRS*, несмотря на целевое расположение левожелудочкового электрода. Это могло быть вызвано более выраженным поражением миокарда у данной группы пациентов. Изменение соотношения длительности систолы и диастолы было менее значимым, чем в группе респондеров, что в сочетании с фиброзом на фоне дилатации левого желудочка и обусловило отсутствие эффекта от проводимой терапии. На тот момент мы не проводили МРТ с гадолинием для определения рубцовых полей и очагов фиброза миокарда левого желудочка.

Ограничения исследования

Ограничением исследования является его ретроспективный характер и, как следствие, отсутствие рандомизации. Небольшой объем выборки требует дальнейшего набора статистического материала.

Заключение

В нашей серии наблюдений меньшая ширина стимулированного комплекса *QRS* ассоциировалась с положительным эффектом КРТ.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список [References]

1. Cleland J.G., Daubert J.C., Erdmann E., Freemantle N., Gras D., Kappenberger L. et al. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2005; 352 (15): 1539–49. DOI: 10.1056/NEJMoa050496
2. Abraham W.T., Fisher W.G., Smith A.L., Delurgio D.B., Leon A.R., Loh E. et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2002; 346 (24): 1845–53. DOI: 10.1056/NEJMoa013168
3. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G.F., Coats A.J.S. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2016; 37 (27): 2129–200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128
4. Ruschitzka F., Abraham W.T., Singh J.P., Bax J.J., Borer J.S., Brugada J. et al. Cardiac-resynchronization therapy in heart failure with a narrow QRS complex. *N. Engl. J. Med.* 2013; 369 (15): 1395–405. DOI: 10.1056/NEJMoa1306687
5. Козлов А.В., Дурманов С.С., Бабуков П.М. Проведение бивентрикулярной стимуляции у пациентов с сохраненной фракцией выброса левого желудочка после радиочастотной абляции атриовентрикулярного узла (серия наблюдений). *Вестник аритмологии.* 2015; 80: 37–40.

- [Kozlov A.V., Durmanov S.S., Babukov R.M. Conducting biventricular stimulation in patients with a preserved left ventricular ejection fraction after radiofrequency ablation of the atrioventricular node (a series of observations). *Journal of Arrhythmology*. 2015; 80: 37–40 (in Russ.).]
6. Марченко Р.В., Дурманов С.С. Оценка влияния левосимендана на процесс обратного ремоделирования миокарда у пациентов с дилатационной кардиомиопатией после имплантации кардиоресинхронизирующих систем. *Вестник аритмологии*. 2015; 79: 34–9.
[Marchenko R.V., Durmanov S.S. Evaluation of the effect of levosimendan on the process of reverse myocardial remodeling in patients with dilated cardiomyopathy after implantation of cardioresynchronization systems. *Journal of Arrhythmology*. 2015; 79: 34–9 (in Russ.).]
 7. Wagner G.S., Macfarlane P., Wellens H., Josephson M., Gorgels A., Mirvis D.M. et al. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part VI: acute ischemia/infarction: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 53 (11): 1003–11. DOI: 10.1016/j.jacc.2008.12.016
 8. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G., Coats A.J. Рекомендации ESC по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности 2016. *Российский кардиологический журнал*. 2017; 1: 7–81. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-1-7-81
[Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G., Coats A.J. 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2017; 1: 7–81 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2017-1-7-81]
 9. Базылев В.В., Парамонова Т.И., Вдовкин А.В., Палькова В.А. При каких значениях КДО у больных с систолической дисфункцией левого желудочка предпочтительно выполнение магнитно-резонансной томографии? *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2017; 22 (2): 30–7.
[Bazylev V.V., Paramonova T.I., Vdovkin A.V., Palkova V.A. What dimensions of EDV in patients with systolic dysfunction of the left ventricle is preferable to perform MRI? *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2017; 22 (2): 30–7 (in Russ.).]
 10. Стенин И.Г., Шабанов В.В., Туров А.Н., Елесин Д.А., Якубов А.А., Лосик Д.В. и др. Шестилетний опыт использования кардиоресинхронизирующей терапии у пациентов с застойной сердечной недостаточностью. *Вестник аритмологии*. 2010; 61: 68–74.
[Stenin I.G., Shabanov V.V., Turov A.N., Elesin D.A., Yakubov A.A., Losik D.V. et al. Six year experience of resynchronization therapy in patients with congestive heart failure. *Journal of Arrhythmology*. 2010; 61: 68–74 (in Russ.).]
 11. Sipahi I., Carrigan T.P., Rowland D.Y., Stambler B.S., Fang J.C. Impact of QRS duration on clinical event reduction with cardiac resynchronization therapy: meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch. Intern. Med.* 2011; 171 (16): 1454–62. DOI: 10.1001/archinternmed.2011.247
 12. Gold M.R., Thebault C., Linde C., Abraham W.T., Gerritse B., Ghio S. et al. Effect of QRS duration and morphology on cardiac resynchronization therapy outcomes in mild heart failure: results from the Resynchronization REVERSE Remodeling in Systolic Left Ventricular Dysfunction (REVERSE) study. *Circulation*. 2012; 126 (7): 822–9. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.097709
 13. Bryant A.R., Wilton S.B., Lai M.P., Exner D.V. Association between QRS duration and outcome with cardiac resynchronization therapy: a systematic review and meta-analysis. *J. Electrocardiol.* 2013; 46 (2): 147–55. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2012.12.003
 14. Coppola G., Ciaramitaro G., Stabile G., D'Onofrio A., Palmisano P., Carità P. et al. Magnitude of QRS duration reduction after biventricular pacing identifies responders to cardiac resynchronization therapy. *Int. J. Cardiol.* 2016; 221: 450–5. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.06.203
 15. Iler M.A., Hu T., Ayyagari S., Callahan T.D. 4th, Civello K.C., Thal S.G. et al. Prognostic value of electrocardiographic measurements before and after cardiac resynchronization device implantation in patients with heart failure due to ischemic or nonischemic cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.* 2008; 101 (3): 359–63. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.08.043
 16. Nelson G.S., Berger R.D., Fetis B.J., Talbot M., Spinelli J.C., Hare J.M., Kass D.A. Left ventricular or biventricular pacing improves cardiac function at diminished energy cost in patients with dilated cardiomyopathy and left bundle-branch block. *Circulation*. 2000; 102 (25): 3053–9. DOI: 10.1161/01.cir.102.25.3053
 17. Sassone B., Gambetti S., Bertini M., Beltrami M., Mascioli G., Bressan S. et al. Relation of QRS duration to response to cardiac resynchronization therapy. *Am. J. Cardiol.* 2015; 115 (2): 214–9. DOI: 10.1016/j.amjcard.2014.10.024
 18. Mullens W., Grimm R.A., Verga T., Dresing T., Starling R.C., Wilkoff B.L., Tang W.H. Insights from a cardiac resynchronization optimization clinic as part of a heart failure disease management program. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 53 (9): 765–73. DOI: 10.1016/j.jacc.2008.11.024

Поступила 02.08.2019

Принята к печати 14.08.2019