

Комплексная оценка электрокардиографических и эхокардиографических параметров у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса в прогнозировании успеха сердечной ресинхронизирующей терапии

С.Ю. Каштанова, Н.А. Миронова, В.Н. Шитов, Е.М. Гупало, В.Г. Киктев, М.А. Саидова, С.П. Голицын

Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Цель исследования. Определить значение комплексного анализа электрокардиографических (ЭКГ) и эхокардиографических (ЭхоКГ) параметров у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) в прогнозировании успеха сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ).

Материалы и методы. В исследование включено 39 пациентов (22 мужчины и 17 женщин, средний возраст 61,49±9,0 года), с синусовым ритмом и БЛНПГ, $QRS \geq 130$ мс, с фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) $\leq 35\%$, с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) II–IV функционального класса (по NYHA). Все пациенты получали оптимальную медикаментозную терапию в течение как минимум 3 мес. Всем больным имплантированы устройства для проведения СРТ с функцией дефибриллятора (СРТ-Д). Исходно у всех пациентов оценивалось наличие или отсутствие ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт. Кроме стандартных ЭхоКГ-параметров с целью изучения деформационных свойств ЛЖ проводилась обработка ЭхоКГ-изображений с использованием технологии двумерного стрейна исходно и через 6 мес после имплантации СРТ-Д. ЭхоКГ-критерием положительного результата СРТ считалось уменьшение конечно-систолического объема (КСО) ЛЖ $>15\%$ через 6 мес после имплантации.

Результаты и обсуждение. В зависимости от ЭКГ-морфологии БЛНПГ у 29 (74%) пациентов выявлены ЭКГ-критерии БЛНПГ, предложенные D.G. Strauss и соавт. ЭхоКГ-модель сокращения ЛЖ, соответствующая истинным проявлениям БЛНПГ, выявлена у 25 пациентов, т. е. у 64% от всех включенных в исследование. У всех этих пациентов отмечались более выраженные проявления продольной диссинхронии и более выраженная глобальная продольная деформация миокарда ЛЖ до имплантации СРТ-Д ($p < 0,05$). 27 больных (69% всех больных) вошли в группу «эффекта», остальные 12 (31%) составили группу «отсутствие эффекта». В группе «эффекта» морфология желудочкового комплекса достоверно чаще соответствовала критериям, предложенным D.G. Strauss и соавт., чем другим вариантам (23 против 6 соответственно; $p = 0,02$), а ЭхоКГ-модель сокращения ЛЖ у этих же больных чаще соответствовала проявлениям «типичной/истинной» БЛНПГ (24 против 1; $p = 0,001$). При сочетании ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт., и ЭхоКГ-модели сокращения ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ, у всех пациентов наблюдается улучшение на фоне проведения СРТ. Доля этих пациентов в группе «эффекта» составила 81,5% (22 из 27 пациентов).

Заключение. ЭКГ-критерии БЛНПГ, предложенные D.G. Strauss и соавт., делают возможным выделение пациентов с замедлением транссептального межжелудочкового проведения вследствие полной БЛНПГ, что является «мишенью» для проведения СРТ. Оценка ЭхоКГ-модели сокращения ЛЖ на основе определения продольной деформации миокарда с помощью технологии двумерного стрейна позволяет прогнозировать успех проведения СРТ у пациентов с БЛНПГ. У пациентов с ЭхоКГ-моделью сокращения миокарда ЛЖ, соответствующей истинным проявлениям БЛНПГ, отмечается более выраженная глобальная продольная деформация миокарда ЛЖ и большая продольная диссинхрония в сравнении с другими больными, что предопределяет положительный результат СРТ этой категории больных. Комплексный анализ ЭКГ- и ЭхоКГ-параметров БЛНПГ является перспективным в прогнозировании успеха СРТ.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, блокада левой ножки пучка Гиса, эхокардиография, сердечная ресинхронизирующая терапия.

Role of electrocardiographic and echocardiographic types of left bundle branch block in prediction of response to cardiac resynchronization therapy

S.Yu. Kashtanova, N.A. Mironova, V.N. Shitov, E.M. Gupalo, V.G. Kiktev, M.A. Saidova, S.P. Golitsyn

A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Aim. To assess the value of the complex analysis of electrocardiographic (ECG) variants and echocardiographic (echo) manifestation of left bundle branch block (LBBB) in predicting the success of cardiac resynchronization therapy (CRT).

Materials and methods. The study included 39 patients (mean age 61.49±9.0 years) on sinus rhythm with LBBB, QRS duration ≥ 130 ms, left ventricular ejection fraction (LVEF) $\leq 35\%$, heart failure (HF) NYHA II–IV despite optimal pharmacological therapy during 3 month. All patients had undergone CRT-D implantation. Depending on presence or absence of ECG-criteria, proposed by D.G. Strauss et al., patients were divided into 2 groups: 1 group – strict LBBB, proposed by D.G. Strauss et al. ($n=29$) and 2 group – other patients ($n=10$). In addition to standard echocardiography, global longitudinal 2-dimensional strain (GLS) and LBBB contraction pattern have been performed initially and in 6 months after implantation. Response to CRT was defined as decrease in LV end-systolic volume by $>15\%$ after 6 months of follow-up.

Results and discussion. Typical LBBB echo contraction pattern was detected in 25 patients (64% of all included). These patients had more pronounced longitudinal dissynchrony and a more expressed global longitudinal strain before CPT-D implantation ($p < 0.05$). 27 patients (69% of all included) were included in the "response" group, the remaining 12 patients (31% of all included) – the "non-response" group. In the "response" group the morphology of the QRS complex was significantly more likely to meet the criteria, proposed by D.G. Strauss et al., than other variants (23 vs. 6, respectively, $p = 0.02$), and the echo contraction pattern of this patients more often corresponded to "typical" LBBB (24 vs. 1, $p = 0.001$). All patients, who had the ECG criteria, proposed by D.G. Strauss et al., and echo "typical" LBBB contraction pattern, responded on CPT. Moreover, the proportion of these patients in the "response" group was rather high – 81.5% (22 of 27 patients).

Conclusion. ECG criteria LBBB, proposed by D.G. Strauss et al., identify patients with delayed transeptal interventricular conduction due to complete LBBB, what is a good target for CRT. Evaluation of the echo contraction pattern based on the definition of longitudinal myocardial deformation by means of a two-dimensional strand technology allows predicting the success of CRT in patients with LBBB. Patients with «typical» LBBB contraction pattern show more pronounced global longitudinal strain and larger longitudinal dissynchrony compared with other patients, and it explains their better response to CRT. Complex analysis of strict LBBB ECG criteria and echo contraction pattern are promising parameters in predicting beneficial response to CRT in patients with HF.

Keywords: heart failure, left bundle branch block, echocardiographic, cardiac resynchronization therapy.

БВ ЭКС – бивентрикулярный электрокардиостимулятор
БЛНПГ – блокада левой ножки пучка Гиса
ДКМП – дилатационная кардиомиопатия
КДО – конечно-диастолический объем
КСО – конечно-систолический объем
ЛЖ – левый желудочек
МЖП – межжелудочковая перегородка
СН – сердечная недостаточность
СРТ – сердечная ресинхронизирующая терапия

СРТ-Д – сердечное ресинхронизирующее устройство с функцией дефибриллятора
ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка
ФК – функциональный класс
ХМЭКГ – холтеровское мониторирование электрокардиограммы
ХСН – хроническая сердечная недостаточность
ЭКГ – электрокардиограмма
ЭхоКГ – эхокардиография

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) занимает одну из лидирующих позиций по распространенности среди пациентов кардиологического профиля. Несмотря на достигнутые за последнее время успехи в лечении сердечной недостаточности (СН), смертность при этой патологии остается высокой, составляя около 12% за 1 год [1]. У трети пациентов с СН на электрокардиограмме (ЭКГ) регистрируются различные нарушения проводимости сердца. У каждого четвертого больного ХСН на ЭКГ определяется блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ). Как известно, расширение комплекса $QRS > 120$ мс у пациентов с ХСН II–IV функционального класса (ФК) ассоциировано с более тяжелым течением заболевания [2–4]. В условиях блокады межжелудочкового и внутрижелудочкового проведения нарушается последовательность и увеличивается общее время активации миокарда желудочков (электрическая диссинхрония), что приводит к запаздыванию сокращения отдельных участков миокарда (механическая диссинхрония) и, как следствие, к снижению эффективности его сокращения. Устранение данного феномена стало возможным благодаря применению сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ). По данным ряда исследований, СРТ наиболее эффективна у пациентов с БЛНПГ [5]. Однако у значительного количества этих пациентов (до 30–40%) не наблюдается улучшения состояния на фоне СРТ [6]. Такая статистика определяет необходимость улучшения критериев отбора пациентов для имплантации кардиоресинхронизирующих устройств, в связи с чем проведен анализ используемых в настоящее время ЭКГ-критериев постановки диагноза БЛНПГ. Наилучшее сочетание чувствительности

(94%) и специфичности (43%) в прогнозировании успеха проведения СРТ продемонстрировали критерии БЛНПГ, предложенные в работе D.G. Strauss и соавт. [7]. Эти критерии помимо расширения комплекса $QRS \geq 140$ мс у мужчин и ≥ 130 мс у женщин и наличия морфологии желудочкового комплекса, соответствующей типу QS или $r(\text{малая})S$ в отведениях V_1 и V_2 , обязательно включают наличие зубурины волны R с формированием двух пиков хотя бы в двух отведениях из $V_1, V_2, V_5, V_6, I, aVL$ [8]. Результаты анализа показали, что у пациентов с БЛНПГ, соответствующей критериям D.G. Strauss и соавт., достоверно чаще наблюдалось улучшение состояния на фоне СРТ, чем у пациентов с другими морфологическими вариантами БЛНПГ и неспецифическими нарушениями проводимости [9].

Кроме того, с целью оптимизации отбора пациентов для проведения СРТ проводятся попытки использования различных эхокардиографических (ЭхоКГ) методик. Следует отметить, что стандартная ЭхоКГ позволяет достаточно точно оценить размеры камер сердца и фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Но сокращение миокарда ЛЖ – это сложный процесс, который обусловлен взаимодействием продольных, радиальных и циркулярных волокон.

Для оценки деформации миокарда в различных направлениях во время сердечного цикла в настоящее время все чаще применяется технология недоплеровского изображения миокарда – двумерный стрейн (2D-Speckle-Tracking).

Как известно, у больных ХСН уменьшается деформация миокарда как в продольном, так и в радиальном и циркулярном направлениях, что может быть обусловлено изменением ориентации волокон сердечной мышцы вследствие ремоделирования [10]. По результатам ряда работ, отдельные параметры деформации, определяемые с помощью технологии двумерного стрейна, демонстрировали свою ценность в прогнозировании успеха СРТ [11, 12]. Кроме того, недавние исследования показали, что с помощью технологии двумерного стрейна возможно выявление изменений последовательности сокращения миокарда ЛЖ, соответствующих БЛНПГ [13, 14]. На основе оценки продольной деформации миокарда условно выделены следующие модели сокращения миокарда ЛЖ: «типичная/истинная» БЛНПГ и «нетипичная» БЛНПГ. Пациенты с ЭхоКГ-моделью сокращения миокарда ЛЖ, соответствующей

Сведения об авторах:

Миронова Наталья Александровна – к.м.н., с.н.с. отд. клинической электрофизиологии и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца

Шитов Виктор Николаевич – м.н.с. отд. ультразвуковых методов исследования

Гупало Елена Михайловна – к.м.н., м.н.с. отд. клинической электрофизиологии и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца

Киктев Вячеслав Георгиевич – к.м.н., с.н.с. отд. клинической электрофизиологии и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца

Саидова Марина Абдулатиповна – д.м.н., проф., руководитель отд. ультразвуковых методов исследования

Голицын Сергей Павлович – д.м.н., проф., руководитель отд. клинической электрофизиологии и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца

Контактная информация:

Каштанова Светлана Юрьевна – аспирант отд. клинической электрофизиологии и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца; тел.: +7(915)059-31-50; e-mail: sv.kashtanova88@gmail.com

«истинной» БЛНПГ, демонстрировали более выраженные ЭхоКГ-проявления положительного результата СРТ в виде уменьшения конечно-систолического объема (КСО) ЛЖ >15% [13].

Таким образом, данные литературы свидетельствуют о том, что отдельные ЭКГ-критерии постановки диагноза БЛНПГ и их определенные проявления на ЭхоКГ позволяют прогнозировать успех проведения СРТ. Вместе с тем в настоящее время недостаточно информации о комплексном подходе к использованию современных критериев электрической и механической диссинхронии миокарда при отборе пациентов для проведения СРТ. Поиск воспроизводимых предикторов положительных результатов СРТ в настоящее время является актуальной задачей.

Цель работы: оценка комплексного анализа ЭКГ- и ЭхоКГ-проявлений механической диссинхронии у пациентов с БЛНПГ в прогнозировании успеха СРТ.

Материалы и методы

В исследование включено 39 пациентов (22 мужчины и 17 женщин, средний возраст 61,49±9,0 года), с документированными на ЭКГ синусовым ритмом и БЛНПГ, продолжительностью комплекса $QRS \geq 130$ мс, с ФВ ЛЖ $\leq 35\%$, с клиническими проявлениями ХСН, соответствующими II–IV ФК по классификации NYHA. Одиннадцать больных имели ХСН ишемического генеза (перенесенный инфаркт миокарда и/или стенозирующий атеросклероз коронарных артерий, верифицированный при проведении коронароангиографии), у 19 пациентов данные клинико-инструментального обследования соответствовали клиническому диагнозу дилатационной кардиомиопатии (ДКМП), и у 9 пациентов ХСН развилась на фоне гипертонической болезни (так называемое «декомпенсированное гипертоническое сердце»).

Критериями исключения из исследования являлись инфаркт миокарда, перенесенный в течение 3 мес, ангиопластика со стентированием коронарных артерий или операция коронарного шунтирования, проведенные в течение 3 мес до включения в исследование, острые/хронические заболевания в стадии обострения, наличие нарушений проводимости, отличных от БЛНПГ.

Клинико-инструментальное и лабораторное обследование включало общеклинический и биохимический анализы крови, общий анализ мочи, определение концентрации тироксина и тиреотропного гормона в сыворотке крови, регистрацию ЭКГ в 12 отведениях, ЭхоКГ, суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру (ХМЭКГ). Для исключения наличия гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий по показаниям выполнялась коронароангиография.

На момент включения в исследование все пациенты получали оптимальную медикаментозную терапию (β -адреноблокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента/антагонисты рецепторов ангиотензина II, антагонисты минералокортикоидных рецепторов) в течение как минимум 3 мес. Всем больным имплантированы сердечные ресинхронизирующие устройства с функцией дефибриллятора (СРТ-Д).

Исходно у всех пациентов оценивалось наличие или отсутствие описанных ранее ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт.

Эхокардиография. Трансторакальная ЭхоКГ проводилась на ультразвуковом приборе VIVID E9 (GE Healthcare, США) перед имплантацией СРТ-Д и через 6 мес после. Для определения фаз сердечного цикла во время исследования выполнялась синхронная запись ЭКГ. ЭхоКГ-критерием положительного результата СРТ считалось уменьшение

КСО ЛЖ >15% через 6 мес после имплантации бивентрикулярного электрокардиостимулятора (БВ ЭКС).

Определялись стандартные ЭхоКГ-параметры, включая конечно-диастолический объем левого желудочка (КДО ЛЖ), КСО ЛЖ, ФВ ЛЖ. Кроме того, с целью изучения деформационных свойств ЛЖ проводилась обработка ЭхоКГ-изображений с использованием технологии двумерного стрейна (2D-Speckle-Tracking) с помощью программного обеспечения EchoPac PC (GE Healthcare, США). Продольную диссинхронию оценивали в апикальной четырехкамерной позиции, определяли как максимальную задержку между сокращением противоположных стенок ЛЖ и рассчитывали как интервал между пиками деформационных кривых.

Затем проводился анализ кривых деформации базальных и средних сегментов миокарда межжелудочковой перегородки (МЖП) и боковой стенки ЛЖ при обработке двумерных изображений ЛЖ из апикальной четырехкамерной позиции с последующим определением модели сокращения ЛЖ (см. рис. 1 на цветной вклейке). Чтобы модель сокращения ЛЖ расценивалась как «истинная/типичная» БЛНПГ, необходимо наличие трех критериев (см. рис. 1А на цветной вклейке) [13].

Если хотя бы один из этих трех критериев отсутствовал, модель сокращения ЛЖ расценивалась как «нетипичная» БЛНПГ (см. рис. 1Б на цветной вклейке).

Оценка глобальной продольной деформации миокарда (миокардиальной деформации, направленной от основания к верхушке сердца; при уменьшении длины сердечной мышцы деформация выражается отрицательным значением, при увеличении – положительной величиной) проводилась при обработке двумерных изображений ЛЖ из апикальных позиций на уровне 4-х, 2-х, 5-х камер, с автоматическим вычислением глобальной продольной деформации. Ее также называют глобальным продольным стрейном (Global Longitudinal Peak Strain Average – GLS). В норме GLS составляет $-21,6 \pm 2,3\%$ [15].

Статистическая обработка полученных результатов включала методы описательной статистики: вычисление средних значений, стандартных отклонений, а также медианы [25-го; 75-го перцентилей]. Сравнение групп осуществлялось с помощью U-критерия Манна–Уитни, χ^2 -критерия Фишера. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$. Корреляционный анализ между переменными проводился по методу Спирмена. Ввод данных, их редактирование, статический анализ осуществлялись с помощью пакета программ SPSS версии 22.

Результаты

ЭКГ-варианты БЛНПГ. У всех пациентов, включенных в исследование, до имплантации БВ ЭКС проанализированы ЭКГ критерии постановки диагноза БЛНПГ. У 29 пациентов (74% всех включенных в исследование) выявлены ЭКГ-критерии БЛНПГ, предложенные D.G. Strauss и соавт. У 10 больных (26% включенных в исследование) конфигурация расширенных комплексов QRS не соответствовала этим критериям.

При анализе исходных данных ЭКГ и ЭхоКГ (табл. 1) обнаруживается, что у больных, демонстрирующих критерии D.G. Strauss и соавт., регистрируется большая продолжительность комплекса QRS в сравнении с остальными пациентами: 184 [176; 194] мс против 164 [156; 174] мс соответственно; $p = 0,003$). Также в группе больных с морфологией желудочкового комплекса, соответствующей критериям D.G. Strauss и соавт., отмечаются меньшие размеры

полости ЛЖ (КДО ЛЖ составил 230 [182; 283] мл, КСО ЛЖ 164 [132; 199] мл против КДО ЛЖ 292 [287; 348] мл ($p=0,02$), КСО ЛЖ 208 [158; 263] мл ($p=0,013$) в группе больных с морфологией желудочкового комплекса, отличающейся от критериев D.G. Strauss и соавт.

Стоит заметить, что достоверной разницы в величине ФВ ЛЖ в представленных группах не выявлено (ФВ ЛЖ в группе БЛНПГ по D.G. Strauss и соавт. составила 28,0 [23,2; 30,7]% против 29,8 [26,7; 32,4]% в группе больных с другими ЭКГ-вариантами БЛНПГ; $p=0,347$).

ЭхоКГ-модели сокращения миокарда ЛЖ. Для оценки эффективности СРТ всем больным выполнена ЭхоКГ с использованием технологии двумерного стрейна для изучения деформационных свойств ЛЖ до имплантации БВЭКС и через 6 мес.

Исходно после обработки двумерных изображений ЛЖ из апикальной четырехкамерной позиции проведен анализ сокращения ЛЖ, по результатам которого все больные, вошедшие в исследование, поделены на две группы, соответствующие двум моделям сокращения: 1-я группа – «истинная/типичная» БЛНПГ и 2-я группа – «нетипичная» БЛНПГ.

ЭхоКГ-модель сокращения ЛЖ, соответствующая «истинной» БЛНПГ, выявлена у 25 (64% всех включенных в исследование) пациентов. Продолжительность комплекса QRS среди больных с различными ЭхоКГ-моделями сокращения ЛЖ достоверно не отличалась. В группе «истинной» БЛНПГ продолжительность комплекса QRS составила 180 [166; 192] мс, в группе «нетипичной» БЛНПГ – 176 [160; 190] мс, $p=0,455$ (табл. 2).

У пациентов с моделью сокращения ЛЖ по типу «истинной» БЛНПГ, так же как и у пациентов с ЭКГ-вариантом БЛНПГ, соответствующим критериям D.G. Strauss и соавт. (см. табл. 1), исходно размер полости ЛЖ меньше, в сравнении с остальными пациентами при сопоставимых значениях ФВ ЛЖ.

Кроме того, обращает на себя внимание большая величина продольной диссинхронии и более выраженная глобальная продольная деформация миокарда ЛЖ у пациентов с ЭхоКГ-моделью сокращения миокарда ЛЖ по типу «истинной» БЛНПГ.

На фоне проведения СРТ у пациентов с ЭхоКГ-картиной «истинной» БЛНПГ отмечается более выраженное уменьшение размеров полости ЛЖ. Изменение (Δ) КДО ЛЖ составило -35,8 [-25,2; -43,9]% от исходного уровня, Δ КСО ЛЖ -42,6 [-32,4; -55,0]% у пациентов с истинными ЭхоКГ-проявлениями БЛНПГ против Δ КДО ЛЖ -4,25 [0; 12,4]% ($p<0,001$), Δ КСО ЛЖ -8,65 [-3,1; 14,0]% ($p<0,001$)

Таблица 1. Сравнение исходных ЭКГ- и ЭхоКГ-параметров у больных с различными ЭКГ-вариантами БЛНПГ, Ме [25-й; 75-й перцентили]

Признак	БЛНПГ по D.G. Strauss и соавт.		<i>p</i>
	+ (<i>n</i> =29)	- (<i>n</i> =10)	
QRS, мс	184 [176; 194]	164 [156; 174]	0,003*
КДО ЛЖ, мл	230 [182; 283]	292 [287; 348]	0,02*
КСО ЛЖ, мл	164 [132; 199]	208 [158; 263]	0,013*
ФВ ЛЖ, %	28,0 [23,2; 30,7]	29,8 [26,7; 32,4]	0,347

Примечания. QRS – продолжительность комплекса QRS, *p* – достоверность, * – достоверность при $p<0,05$.

в группе больных с ЭхоКГ-картиной «нетипичной» БЛНПГ. Кроме того, у больных с ЭхоКГ-картиной «истинной» БЛНПГ наблюдалось более выраженное увеличение ФВ ЛЖ (Δ ФВ ЛЖ составила 14 [10; 23]% в группе «типичной» БЛНПГ по данным ЭхоКГ против Δ ФВ ЛЖ 1 [0; 7]% в группе «нетипичной» БЛНПГ; $p<0,001$) через 6 мес после имплантации БВЭКС (рис. 2).

Как указывалось выше, ЭхоКГ-критерием положительного результата СРТ избрано уменьшение КСО ЛЖ не менее чем на 15%. Такой результат достигнут у 27 (69%) пациентов, сформировавших группу эффективной СРТ. У 12 (31%) больных по указанному критерию эффект от проведения СРТ отсутствовал. Проведено сопоставление исходных клинично-инструментальных данных групп, сформировавшихся по принципу наличия или отсутствия эффекта от СРТ. Различий по возрасту, полу, этиологии ХСН, продолжительности комплекса QRS, размеров полости ЛЖ, ФВ ЛЖ между пациентами этих двух групп не обнаружено.

В группе пациентов с достигнутым эффектом СРТ морфология желудочкового комплекса достоверно чаще соответствовала критериям, предложенным D.G. Strauss и соавт., чем другим вариантам (23 против 6 соответственно; $p=0,02$), а ЭхоКГ-модель сокращения ЛЖ у этих же больных чаще соответствовала «типичной/истинной» БЛНПГ (24 против 1; $p=0,001$; табл. 3).

При проведении ЭхоКГ и изучении продольной диссинхронии миокарда ЛЖ, отражающей скоординированность сокращения, установлено, что она исходно была более выражена у больных с наличием эффекта от СРТ и составила 370 [335; 418] мс против 273 [229; 348] мс в группе отсутствия эффекта СРТ ($p=0,003$), что может говорить об изначально более выраженном запаздывании сокращения заднебоковой стенки ЛЖ относительно МЖП.

Таблица 2. Сравнение ЭКГ- и ЭхоКГ-параметров у больных с различными ЭхоКГ-моделями сокращения ЛЖ, Ме [25-й; 75-й перцентили]

Признак		«Истинная» БЛНПГ (<i>n</i> =25)	«Нетипичная» БЛНПГ (<i>n</i> =14)	<i>p</i>
QRS, мс		180 [166; 192]	176 [160; 190]	0,455
КДО ЛЖ, мл	исходно	230 [170; 267]	289 [228; 348]	0,03*
	через 6 мес	151 [116; 205]	277 [225; 343]	<0,001*
КСО ЛЖ, мл	исходно	155 [118; 188]	217 [161; 275]	0,018*
	через 6 мес	81 [65; 127]	188 [135; 273]	<0,001*
ФВ ЛЖ, %	исходно	30,1 [25,0; 31,6]	27,7 [22,9; 29,8]	0,219
	через 6 мес	45,4 [38; 49]	29,1 [22,0; 35,6]	<0,001*
GLS, %		-6,9 [-7,8; -5,5]	-5,5 [-6,2; -4,5]	0,02*
Продольная диссинхрония, мс		371 [335; 419]	275 [233; 346]	0,001*

Примечания. GLS – global longitudinal strain – глобальная продольная деформация (%); *p* – достоверность, * – достоверность при $p<0,05$.

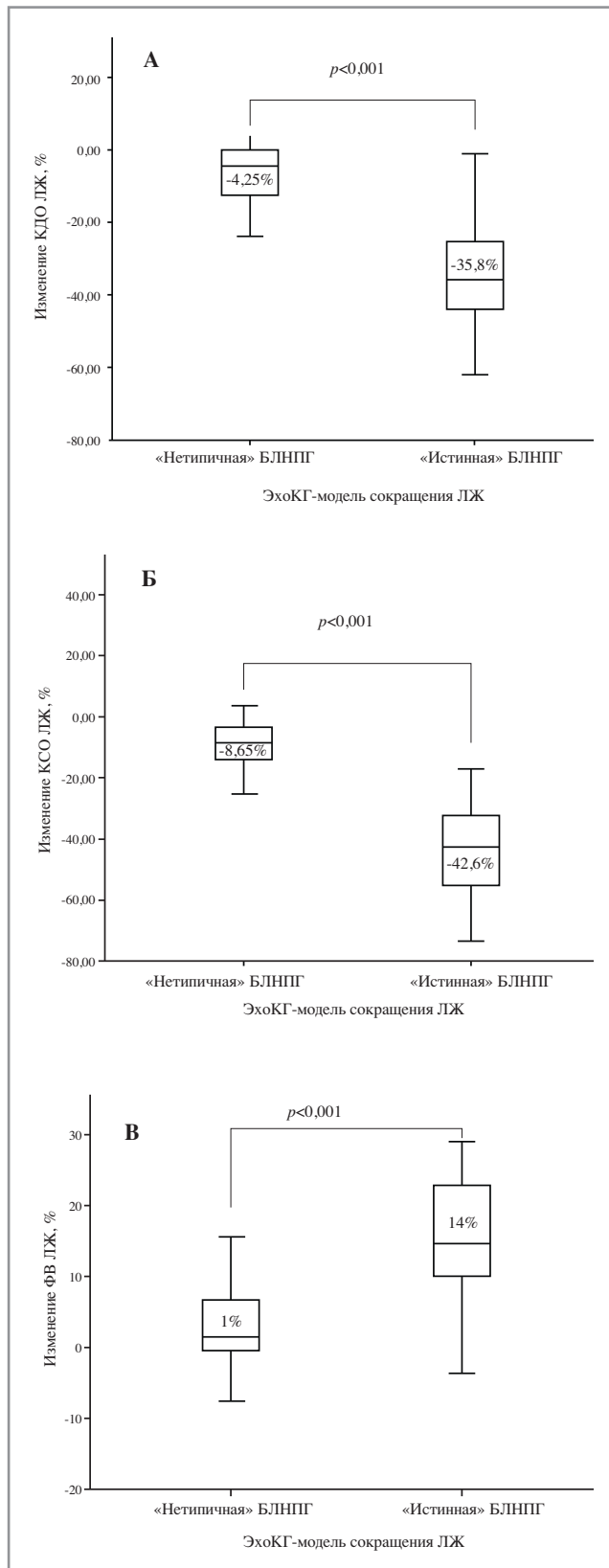


Рис. 2. Изменение размеров полости ЛЖ и ФВ ЛЖ через 6 мес после имплантации БВ ЭКС у больных с различными ЭхоКГ-моделями сокращения ЛЖ.

А – изменение КДО ЛЖ (%); Б – изменение КСО ЛЖ (%); В – изменение ФВ ЛЖ (%). Цифрами указана медиана, квадратами представлены 25-й; 75-й перцентили, линиями – минимальное и максимальное значения; p – достоверность.

Таблица 3. ЭхоКГ- и ЭКГ-варианты БЛНПП в группах больных, с наличием или отсутствием эффекта через 6 мес СРТ ($n=39$)

Вариант		СРТ (+)	СРТ (-)	p
ЭхоКГ-модель сокращения	«истинная» БЛНПП ($n=25$)	24	1	0,001*
	«нетипичная» БЛНПП ($n=14$)	3	11	
ЭКГ-вариант БЛНПП	D.G. Strauss (+) ($n=29$)	23	6	0,02*
	D.G. Strauss (-) ($n=10$)	4	6	

Примечания. СРТ (+) – наличие эффекта СРТ; СРТ (-) – отсутствие эффекта СРТ; D.G. Strauss (+) – наличие критериев БЛНПП, предложенных D.G. Strauss и соавт.; D.G. Strauss (-) – отсутствие критериев БЛНПП, предложенных D.G. Strauss и соавт.; p – достоверность; * – достоверность при $p < 0,05$.

Выявлена отрицательная зависимость КСО ЛЖ через 6 мес СРТ от исходной величины продольной диссинхронии: чем больше продольная диссинхрония была выражена исходно, тем меньших значений КСО ЛЖ удалось достичь через 6 мес СРТ (рис. 3).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что нарушение скоординированного сокращения миокарда ЛЖ на фоне БЛНПП является ключевой мишенью ресинхронизирующей терапии, а степень выраженности диссинхронии миокарда предопределяет успех СРТ.

На следующем этапе с помощью технологии двумерного стрейна изучалась деформация миокарда ЛЖ. Поскольку изменение положения деформационных кривых базального и среднего сегментов МЖП и боковой стенки ЛЖ оценивается в проекции по длинной оси, полученная деформация является продольной.

При анализе глобальной продольной деформации миокарда обнаружено, что чем больше отрицательное значение глобальной деформации в продольном направлении до имплантации БВЭКС, тем лучше результат СРТ в виде уменьшения КСО ЛЖ (рис. 4).

Систолическое продольное укорочение ЛЖ осуществляется на счет сокращения субэндокардиально расположенных миокардиальных волокон, которые являются наиболее уязвимыми вследствие влияния на них внутрижелудочкового давления и относительно скудного кровоснабжения этой зоны. Поэтому нарушение глобальной продольной деформации является наиболее чувствительным в диагностике механической дисфункции ЛЖ [15]. Таким образом, несмотря на то что у всех включенных в исследование пациентов ФВ ЛЖ снижена, величина глобальной продольной деформации миокарда позволяет дать косвенную оценку функционального резерва миокарда и прогнозировать способность ЛЖ к обратному ремоделированию в условиях БВЭКС.

На основе полученных результатов проведен комплексный анализ ЭКГ-вариантов БЛНПП и ЭхоКГ-моделей сокращения миокарда ЛЖ при БЛНПП в прогнозировании успеха СРТ. При сочетании ЭКГ-критериев БЛНПП, предложенных D.G. Strauss и соавт., и ЭхоКГ-модели сокращения ЛЖ, соответствующая «истинной» БЛНПП, у всех пациентов наблюдалось улучшение на фоне проведения СРТ (табл. 4), причем доля этих пациентов в группе достигнутого эффекта составила 81,5% (22 из 27 пациентов).

Таблица 4. Сопоставление ЭКГ-вариантов БЛНПГ и ЭхоКГ-моделей сокращения миокарда в группах больных с наличием и отсутствием эффекта от проведения СРТ (n=39)

Сочетание ЭКГ-вариантов БЛНПГ и ЭхоКГ-моделей сокращения ЛЖ	СРТ (+) (n=27)	СРТ (-) (n=12)
ЭхоКГ+ ЭКГ+	22	0
ЭхоКГ+ ЭКГ(-)	2	1
ЭхоКГ(-) ЭКГ+	1	6
ЭхоКГ(-) ЭКГ(-)	2	5

Примечания. СРТ (+) – наличие эффекта от проведения СРТ; СРТ (-) – отсутствие эффекта от проведения СРТ; ЭхоКГ+ – наличие модели сокращения ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ; ЭхоКГ(-) – отсутствие модели сокращения ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ; ЭКГ+ – ЭКГ-критерии БЛНПГ, предложенные D.G. Strauss и соавт., ЭКГ(-) – отсутствие ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт.

По результатам проведенного анализа чувствительность комплексной оценки ЭхоКГ- и ЭКГ-вариантов БЛНПГ в прогнозировании эффективности СРТ составила 81,5%, специфичность – 100% [ROC-анализ: площадь под кривой (AUC) = 0,907; рис. 5].

Таким образом, сочетание ЭКГ-критериев БЛНПГ и ЭхоКГ-моделей сокращения миокарда ЛЖ имеет высокую прогностическую ценность в предсказании успеха проведения СРТ.

Обсуждение

Настоящая работа является попыткой сопоставления ЭКГ-критериев БЛНПГ и ЭхоКГ-моделей сокращения миокарда ЛЖ при БЛНПГ в прогнозировании успеха проведения СРТ.

Известно, что при блокаде проведения по ЛНПГ распространение волны деполяризации происходит через МЖП от эндокарда правого желудочка к эндокарду ЛЖ и время завершения этого процесса превышает 40 мс. Участок наиболее ранней активации эндокарда ЛЖ при наличии БЛНПГ чаще всего расположен в среднем или верхушечном сегменте МЖП, далее электрический импульс распространяется сверху вниз за счет наличия локального блока проведения (участка электрически невозбудимого миокарда, параллельного МЖП и направленного от основания ЛЖ к верхушке), огибает верхушку ЛЖ и достигает латеральных и заднелатеральных отделов ЛЖ. При этом продолжительность эндокардиальной активации ЛЖ увеличивается от 50–80 мс в норме до 150 мс [8, 16, 17], что проявляется на ЭКГ расширенным и измененным по форме комплексом QRS.

На основании данных эпи- и эндокардиального картирования D.G. Strauss и соавт. сформулированы «новые» ЭКГ-критерии БЛНПГ. Особое значение авторы придают наличию зубурны R-волны с формированием двух пиков хотя бы в двух отведениях из V₁, V₂, V₅, V₆, I, aVL. По их мнению, первый пик комплекса QRS образуется за счет распространения волны деполяризации через МЖП до эндокарда ЛЖ, а второй формируется, когда волна деполяризации достигает эпикарда заднебоковой стенки ЛЖ. Именно этот феномен отражает нарушение последовательности охвата волной возбуждения миокарда ЛЖ вследствие БЛНПГ [8].

В настоящем исследовании у 29 больных на ЭКГ морфология желудочкового комплекса соответствовала кри-

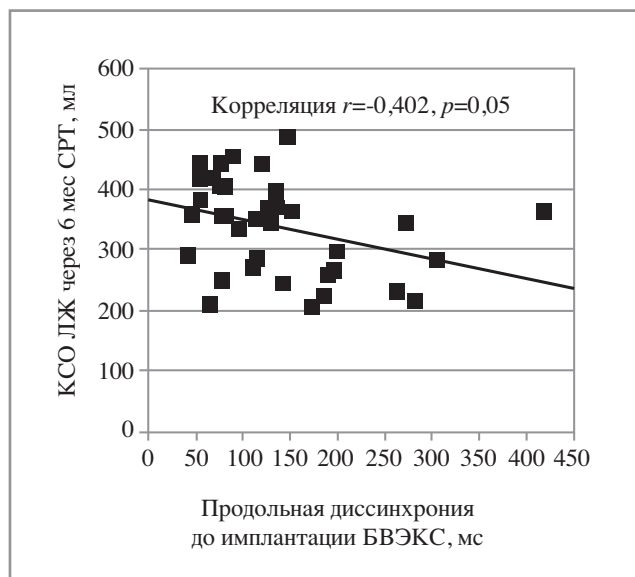


Рис. 3. Зависимость величины КСО ЛЖ через 6 мес СРТ от величины продольной диссинхронии до имплантации БВЭС.

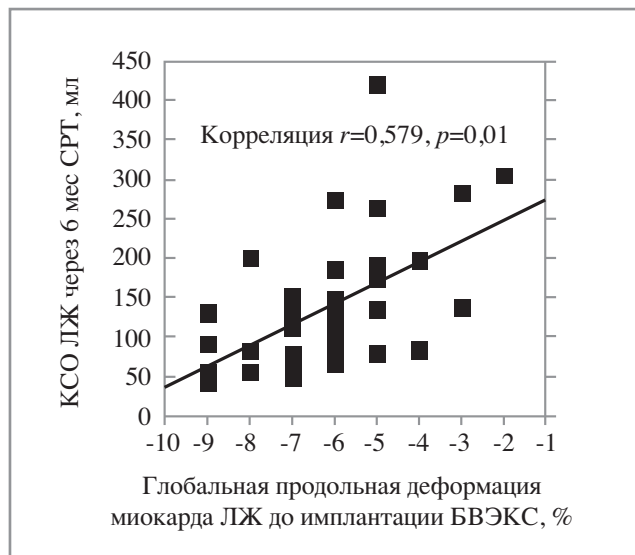


Рис. 4. Зависимость величины КСО ЛЖ через 6 мес СРТ от величины глобальной продольной деформации миокарда ЛЖ до имплантации БВЭС.

териям БЛНПГ, предложенным D.G. Strauss и соавт. Из них уменьшение КСО ЛЖ >15% через 6 мес проведения СРТ наблюдалось у 23 (79%) больных, что соответствует данным литературы [18, 19]. Однако и у части пациентов с другими ЭКГ-вариантами БЛНПГ также имело место уменьшение размеров полости ЛЖ через 6 мес СРТ, нами предпринята попытка использования дополнительных методов оценки изменения активации миокарда ЛЖ на фоне БЛНПГ.

В ходе нашей работы изучены ЭхоКГ-модели сокращения ЛЖ на основе оценки продольной деформации миокарда с помощью технологии двумерного стрейна. Выбор параметров продольной деформации обусловлен способностью получаемых в ходе анализа деформационных кривых наглядно демонстрировать изменения сокращения отдельных сегментов ЛЖ на фоне нарушений проводимости. Группой авторов во главе с N. Risum выделены две модели

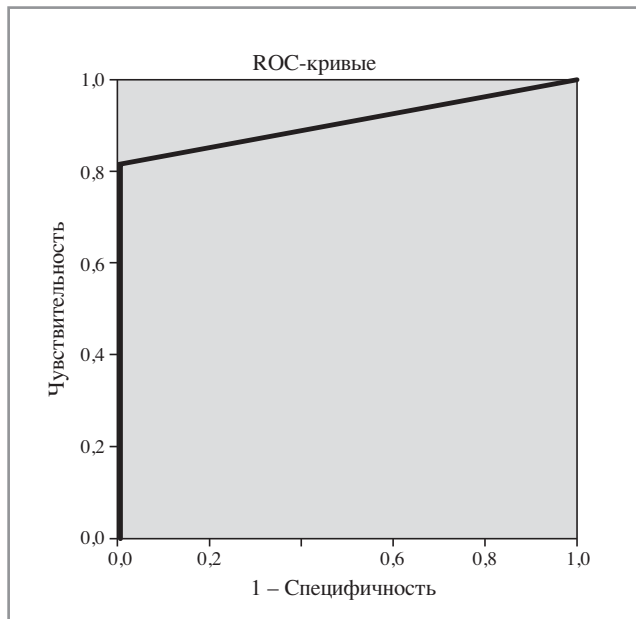


Рис. 5. ROC-анализ комбинации ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт., и ЭхоКГ-модели сокращения миокарда ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ, в прогнозировании успеха СРТ.

сокращения ЛЖ: «типичная/истинная» БЛНПГ и «нетипичная» БЛНПГ [13, 14], основанные на анализе особенностей движения МЖП и боковой стенки ЛЖ во время сердечного цикла. По данным исследователей, определение модели сокращения миокарда ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ, является благоприятным прогностическим фактором успеха проведения СРТ [14].

В настоящем исследовании у 25 из 39 больных (64%) модель сокращения миокарда ЛЖ соответствовала «истинной» БЛНПГ. Из них у 24 пациентов (89% всех пациентов с достигнутым эффектом СРТ) наблюдалось значимое уменьшение КСО ЛЖ фоне СРТ.

При оценке диссинхронии миокарда у пациентов группы «истинной» БЛНПГ обращают на себя внимание большая величина продольной диссинхронии и большее значение глобальной продольной деформации миокарда. Как известно, уменьшение глобальной продольной деформации коррелирует с увеличением риска возникновения неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у больных ХСН. При выраженном снижении глобальной продольной деформации (менее -9%) относительный риск сердечно-сосудистых осложнений возрастает у этой категории больных в 5 раз [15]. По результатам нашей работы, у пациентов с ЭхоКГ-моделью сокращения миокарда ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ, на фоне ресинхронизирующей терапии удалось достигнуть увеличения глобальной продольной деформации с -6,9 [-5,5; -7,8]% до -8 [-6; -11]%, в то время как у пациентов с ЭхоКГ-моделью сокращения миокарда ЛЖ, не соответствующей «истинной» БЛНПГ, с помощью СРТ не удалось получить увеличения глобального продольного стрейна: -5,5 [-4,5; -6,2]% исходно и

-5 [-4; -7]% через 6 мес СРТ. Таким образом, можно предположить, что у пациентов с моделью сокращения ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ по данным ЭхоКГ, наблюдающееся улучшение на фоне СРТ обусловлено устранением нарушений последовательности активации миокарда ЛЖ, а также сохраненной способностью к обратному ремоделированию в условиях БВЭКС. Величина продольной диссинхронии свидетельствует о задержке активации и, следовательно, об отсутствии синхронности сокращения противоположных стенок миокарда ЛЖ у пациентов с моделью сокращения ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ, что позволяет прогнозировать успех проведения ресинхронизирующей терапии у данной категории больных. Это положение подтверждается результатами корреляционного анализа: чем более выражена диссинхрония миокарда в продольном направлении до имплантации БВЭКС, тем меньших значений КСО ЛЖ удалось достигнуть через 6 мес СРТ.

Использование только ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт., позволяет прогнозировать успех проведения СРТ у 85% пациентов. В то время как комплексная оценка ЭхоКГ-модели сокращения ЛЖ и ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт., повышает прогноз положительных результатов СРТ до 100%. Проведенный в нашей работе комплексный анализ ЭКГ-критериев БЛНПГ и ЭхоКГ-моделей сокращения ЛЖ продемонстрировал высокий уровень чувствительности и специфичности в прогнозировании успеха проведения СРТ. Таким образом, неинвазивная оценка электрической и механической диссинхронии миокарда ЛЖ с помощью ЭКГ и ЭхоКГ может позволить улучшить отбор пациентов для проведения СРТ.

Заключение

Сердечная ресинхронизирующая терапия является относительно новым методом лечения больных ХСН. Существующие критерии отбора больных на этот вид вмешательства недостаточно точно выявляют пациентов, способных продемонстрировать эффективность применения СРТ. Использование ЭКГ-критериев БЛНПГ, предложенных D.G. Strauss и соавт., делает возможным выделение пациентов с замедлением транссептального проведения вследствие полной БЛНПГ, что является мишенью проведения СРТ. А оценка ЭхоКГ-модели сокращения ЛЖ на основе определения продольной деформации миокарда с помощью технологии двумерного стрейна позволяет прогнозировать успех проведения СРТ у больных с БЛНПГ. У пациентов с ЭхоКГ-моделью сокращения миокарда ЛЖ, соответствующей «истинной» БЛНПГ, отмечается более выраженная глобальная продольная деформация миокарда ЛЖ и большая продольная диссинхрония в сравнении с другими больными. Выявленные особенности могут объяснять лучший ответ на СРТ этой категории больных.

Комплексный анализ ЭКГ- и ЭхоКГ-вариантов БЛНПГ является перспективным в прогнозировании успеха проведения СРТ.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю. Лечение сердечной недостаточности в 21 веке: достижение, вопросы и уроки доказательной медицины. *Кардиология*. 2008;48(2):6-16 [Belenkov YuN, Mareev VYu. Treat-

ment of heart failure in the 21st century: Achievement, questions and lessons of evidence-based medicine. *Kardiologiya*. 2008;48(2):6-16 (In Russ.)].

2. Padeletta L, Giaccardia M, Turrenia F, et al. Influence of QRS prolongation on the natural history of CHF. *Eur Heart J Suppl.* 2004;6 (Suppl D):D79-D82. doi: 10.1016/j.ehjsup.2004.05.023
3. Tabrizi F, Englund A, Rosenqvist M, et al. Influence of left bundle branch block on long-term mortality in a population with heart failure. *Eur Heart J.* 2007;28:2449-55. doi: 10.1093/eurheartj/ehm262
4. Барт Б.Я., Ларина В.Н., Бродский М.С. Ремоделирование сердца и прогноз больных с хронической сердечной недостаточностью при наличии полной блокады левой ножки пучка Гиса. *Российский кардиологический журнал.* 2011;(6):4-8 [Bart BYa, Larina VN, Brodskiy MS. Cardiac remodeling and clinical prognosis in patient with chronic heart failure and complete left bundle branch block. *Rossiiskii Kardiologicheskii Zhurnal.* 2011;(6):4-8 (In Russ.)].
5. Goldenberg I, Moss AJ, Hall WJ, et al. Predictors of response to cardiac resynchronization therapy in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial with Cardiac Resynchronization Therapy (MADIT-CRT). *Circulation.* 2011;124:1527-36. doi: 10.1161/circulationaha.110.014324
6. Zareba W, Klein H, Cygankiewicz I, et al., for the MADIT-CRT Investigators. Effectiveness of cardiac resynchronization therapy by QRS morphology in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial-Cardiac Resynchronization Therapy (MADIT-CRT). *Circulation.* 2011;123:1061-72. doi: 10.1161/circulationaha.110.960898
7. Van Deursen CJ, Blaauw Y, Witjens MI, et al. The value of the 12-lead ECG for evaluation and optimization of cardiac resynchronization therapy in daily clinical practice. *J Electrocardiol.* 2014 Mar-Apr;47(2):202-11. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2014.01.007
8. Strauss DG, Selvester RH, Wagner GS. Defining left bundle branch block in the era of cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol.* 2011 Mar 15;107(6):927-34. doi: 10.1016/j.amjcard.2010.11.010
9. Tian Y, Zhang P, Li X, et al. True complete left bundle branch block morphology strongly predicts good response to cardiac resynchronization therapy. *Europace.* 2013;15:1499-506. doi: 10.1093/europace/eut049
10. Никифоров В.С., Никищенко Ю.В. Современные возможности speckle tracking эхокардиографии в клинической практике. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2017;13(2):248-55 [Nikiforov VS, Nikishchenkova YuV. Modern Possibilities of Speckle Tracking Echocardiography in Clinical Practice. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii.* 2017;13(2):248-55 (In Russ.)]. doi: 10.20996/1819-6446-2017-13-2-248-255
11. Marechaux S, Menet A, Guyomar Y, Ennezat P-V, Raphaëlle A, Guerbaai RN, Graux P, Tribouilloy C. Role of echocardiography before cardiac resynchronization therapy: new advances and current developments. *Echocardiography.* 2016;33(11):1745-52. doi: 10.1111/echo.13334
12. Brunet-Bernard A, Marechaux S, Fauchier L, et al. Combined score using clinical, electrocardiographic, and echocardiographic parameters to predict left ventricular remodeling in patients having had cardiac resynchronization therapy six months earlier. *Am J Cardiol.* 2014;113:2045-51. doi: 10.1016/j.amjcard.2014.03.050
13. Risum N, Strauss D, Sogaard P, et al. Left bundle-branch block: the relationship between electrocardiogram electrical activation and echocardiography mechanical contraction. *Am Heart J.* 2013 Aug;166(2):340-8. doi: 10.1016/j.ahj.2013.04.005
14. Risum N, Tayal B, Hansen TF, et al. Identification of Typical Left Bundle Branch Block Contraction by Strain Echocardiography Is Additive to Electrocardiography in Prediction of Long-Term Outcome After Cardiac Resynchronization Therapy. *JACC.* 2015 Aug 11;66(6):631-41. doi: 10.1016/j.jacc.2015.06.020
15. Алехин М.Н. Ультразвуковые методики оценки деформации миокарда и их клиническое значение. Клиническое значение показателей деформации и вращения миокарда (лекция 3). *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2012;(1):95-114 [Alekhin MN. Ultrasound Methods of Myocardium Strain Evaluation and Their Clinical Significance. Clinical Significance of Myocardium Strain and Rotation Measurements (Lecture 3). *Ul'trazvukovaya i Funktsional'naya Diagnostika.* 2012;1(1):95-114 (In Russ.)].
16. Auricchio A, Fantoni C, Regoli F, Carbuicchio C, Goette A, Geller C, Kloss M, Klein H. Characterization of left ventricular activation in patients with heart failure and left bundle-branch block. *Circulation.* 2004 Mar 1;109(9):1133-9. doi: 10.1161/01.cir.0000118502.91105.f6
17. Ставцева Ю.В., Виллевалде С.В., Свешников А.В., Кобалава Ж.Д. Основные патогенетические аспекты и клиническое значение механической диссинхронии. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2014;10(2):220-30 [Stavtseva YuV, Villevalde SV, Sveshnikov AV, Kobalava JD. Key pathogenetic aspects and clinical relevance of mechanical dyssynchrony. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii.* 2014;10(2):220-30 (In Russ.)]. doi: 10.20996/1819-6446-2014-10-2-220-230
18. Tian Y, Zhang P, Li X, Gao Y, Zhu T, Wang L, Li D, Wang J, Yuan C, Guo J. True complete left bundle branch block morphology strongly predicts good response to cardiac resynchronization therapy. *Europace.* 2013;15:1499-506. doi: 10.1093/europace/eut049
19. Migliore F, Baritussio A, Stabile G, Reggiani A, D'Onofrio A, Palmisano P, Bertaglia E. Prevalence of true left bundle branch block in current practice of cardiac resynchronization therapy implantation. *J Cardiovasc Med.* 2016;17(7):462-8. doi: 10.2459/jcm.0000000000000297

Поступила 26.04.2018