

А.А.Соколов, Г.И.Марцинкевич, С.В.Попов, Г.М.Савенкова

## ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ БИВЕНТРИКУЛЯРНОГО СТИМУЛЯТОРА

ГУ НИИ кардиологии Томского научного центра СО РАМН

*С целью оценки динамики сердечного выброса при изменении режимов стимуляции по интегралу кровотока в правой сонной артерии и таких ультразвуковых показателей как индексы внутри- и межжелудочковой диссинхронии, межжелудочковой механической задержки, фракции выброса левого желудочка и других обследованы двенадцать пациентов с хронической сердечной недостаточностью III-IV функционального класса по NYHA, которым проводилась ресинхронизирующая терапия.*

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность, ресинхронизирующая терапия, левый желудочек, фракция выброса, эхокардиография, диссинхрония, сонная артерия, кровоток

*To evaluate the dynamics of cardiac output in the course of changes in pacing regimes using the integral of circulation in the right carotid artery and such ultrasound indices as: indices of intra- and inter-ventricular dyssynchrony, index of mechanic delay, the left ventricular ejection fraction, and others, twelve patients with chronic heart failure of functional classes III-IV (NYHA) in whom the resynchronizing treatment was performed were followed-up.*

**Key words:** chronic heart failure, resynchronizing treatment, left ventricle, ejection fraction, echocardiography, dyssynchrony, carotid artery, circulation.

Использование немедикаментозных технологий лечения сердечной недостаточности в настоящее время стало достаточно распространенной процедурой [1]. Критерии отбора кандидатов для имплантации бивентрикулярных (БВ) электрокардиостимуляторов (ЭКС) достаточно подробно обоснованы и описаны в большинстве соответствующих руководств. Ранее считавшаяся основным критерием диссинхронии пролонгация комплекса QRS в настоящее время отходит на второй план, базисным методом оценки наличия внутри и межжелудочковой асинхронии является эхокардиографическое исследование.

Применение доплеровских режимов в поточном варианте и в виде тканевой доплерографии во всех ее модификациях - ведущий методический подход для верификации диссинхронии [2]. Однако, некоторые исследователи предлагают оригинальные альтернативные методы контроля, направленные на динамическую оценку сердечного выброса. К таким методам относят как методы импедансной кардиографии, так и фотоплетизмографии [3-5]. Для исключения оператор-зависимого влияния на результаты измерения интеграла кровотока в выводном тракте левого желудочка (ЛЖ), предлагается использовать непрерывный доплеровский режим, что вполне обосновано и логично при применении у больных без наличия патологии аортального клапана, кроме того, по мнению авторов данного предложения, скорость исследования значительно увеличивается [6].

После имплантации БВ ЭКС, в течение первой недели и первые 3-6 месяцев выполняется оптимизация режимов стимуляции, направленная на достижение максимального эффекта функционирования устройства [7]. Методический подход процедуры оптимизации достаточно подробно описан и широко используется в практической деятельности. Принцип оптимизации заключается в достижении максимальной насосной эффективности ЛЖ, которая обеспечивается двумя способами. Во-

первых, за счет минимизации атриовентрикулярной (АВ) диссинхронии (обеспечение максимального наполнения ЛЖ в диастолу) посредством изменения АВ интервалов стимуляции. Вторым компонентом оптимизации является настройка межжелудочковой задержки. Все это осуществляется под эхокардиографическим контролем [8, 9]. Необходимо подчеркнуть, что большинство исследователей приходят к общей точке зрения - основным показателем, который следует мониторировать при изменении АВ и межжелудочковой задержки является величина сердечного выброса, одной из основных детерминант показателя при эхокардиографии является VTI (velocity trace integral) изгнания.

Достаточно часто предлагается применение для контроля функции ЛЖ оценки скорости нарастания внутрижелудочкового давления ( $dp/dt_{max}$ ), этот показатель может быть измерен инвазивно и с использованием эхокардиографии [10]. По мнению А.Н.Jansen et al. не менее информативной может быть и оценка VTI наполнения ЛЖ [11]. Несомненно, данный показатель может быть эффективно использован, но при условии отсутствия выраженной, или динамически меняющейся, при изменении режимов стимуляции, митральной регургитации. Наряду с выше названными показателями применяется индекс ТЕИ (myocardial performance index) для контроля функции ЛЖ при оптимизации режимов АВ и межжелудочковой задержек [12].

В связи с расширением показаний для применения ресинхронизирующей терапии у больных с хронической сердечной недостаточностью, среди пациентов появляется достаточно большое количество лиц с наличием клапанных (аортальный и митральный) поражений, с установленными протезами в данных позициях, а так же больных с фибрилляцией предсердий или с низкой механической функцией предсердий. У этого круга пациентов сложно использовать традиционные подходы при ультразвуковом контроле оптимизации ре-

жимов ЭКС. В связи с этим, одной из задач нашего исследования было изучение информативной значимости рутинных критериев АВ и межжелудочковой задержек и разработка дополнительных показателей.

Наличие аортальной регургитации, а так же установленный протез в аортальной позиции не позволяет стандартно и воспроизводимо оценивать истинное количество крови, выбрасываемое в восходящую аорту. Поэтому нами была сделана попытка оценки динамики сердечного выброса при изменении режимов стимуляции по интегралу кровотока в правой сонной артерии. Основанием для данного методического подхода явилось то, что показатели мозгового кровотока имеют четко детерминированную фракцию от величины сердечного выброса, в норме объем кровотока через мозговые сосуды составляет 14-15% минутного объема кровообращения (МОК) [13]. Кроме того, мы попытались оценить информационную значимость и эффективность использования для контроля за функцией ЛЖ других ультразвуковых показателей: индексов внутри- и межжелудочковой диссинхронии,  $dp/dt_{max}$ , фракцию выброса (ФВ) ЛЖ.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пациенты с хронической сердечной недостаточностью (n=12), включенные в исследование соответствовали всем требованиям к применению ресинхронизирующей терапии, все были III-IV функционального класса по NYHA [1]. Возраст пациентов от 48 до 69 лет ( $59 \pm 11$ ), мужчин - 8, женщин - 4, причиной ХСН у большинства больных была дилатационная кардиомиопатия (9 человек), у 3 пациентов имелась ишемическая кардиомиопатия (коронарный стаж 5-7 лет). Сахарный диабет второго типа встретился в одном случае. В исходном состоянии имели ФВ от 21 до 42%, у 8 больных имелась пролонгация QRS боле 130 мс, у всех имелась внутрижелудочковая и межжелудочковая асинхрония более 40 мс. В данном исследовании изучали гемодинамические аспекты оптимизации режима ресинхронизирующей терапии по эхокардиографическому исследованию.

Для подтверждения возможности контроля за выбросом ЛЖ по кровотоку в сонной артерии оценивали взаимоотношения между динамикой ударного объема (УО) сердца (детерминанта VTI) и величиной VTI в правой сонной артерии у 20 практически здоровых лиц в состоянии покоя и при нагрузке объемом (модифицированная антиортостатическая проба), при которой не наблюдалась хронотропная активация. Соответствие данных показателей было оценено у 12 пациентов с БВ ЭКС при оптимизации межжелудочковых интервалов, исследование выполнено дважды, через 3-5 дней после имплантации и на 6-12 месяц. У всех пациентов в сонных артериях отсутствовали атеросклеротические бляшки со стенозированием более 10-20%, при доплерографии регистрировался ламинарный поток с четко очерченным спектром. Для изменения режимов ЭКС использовали программаторы соот-

ветствующих фирм (Medtronic, Biotronic). Эхокардиографическое исследование выполняли на ультразвуковой системе EnVisor cv HDI фирмы Philips.

Применялся секторальный датчик с фазированной решеткой, частота 2-4 МГц. При помощи двумерной эхокардиографии оценивали объемы камер и функцию желудочка, измеряли конечнодиастолический и конечно-систолический объемы (КДО и КСО) по методу Симпсона с оценкой ФВ, УО, МОК. УО ЛЖ, определенный доплеровским методом по кровотоку в выводном тракте считали эффективным ударным объемом (УОэф), в отличие от ударного объема найденного по разнице систолического и диастолического объемов ЛЖ (не учитывается митральная регургитация). У пациентов с БВ ЭКС в процессе оптимизации оценивали наличие внутри- и межжелудочковой асинхронии с использованием импульсно-волновой доплерографии от фиброзных колец АВ клапанов (6 точек).

Для оценки межжелудочковой механической задержки определяли разницу периодов предизгнания левого и правого желудочков. Динамику силоскоростных свойств ЛЖ изучали при помощи неинвазивного определения скорости нарастания внутрижелудочкового давления ( $dp/dt_{max}$ ). При помощи импульсно-волновой доплерографии определяли УО ЛЖ (поток в выводном тракте ЛЖ), оценивали спектр и характеристики наполнения ЛЖ. Основным показателем для динамической оценки насосной функции в процессе программирования ЭКС был интеграл кровотока в выводном тракте ЛЖ (VTI). Последовательно с регистрацией потока в выводном тракте ЛЖ, в одних и тех же условиях определяли VTI в правой сонной артерии, для чего использовали линейный высокочастотный датчик 7-12 МГц, VTI в сонной артерии определяли от начала крутого подъема кривой до инцизуры (рис. 1).

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из 12 пациентов (25 эпизодов оптимизации) атрио-вентрикулярная оптимизация по методике Риттера была удачной в 5 случаях (20%). В остальных случаях: в 9 не

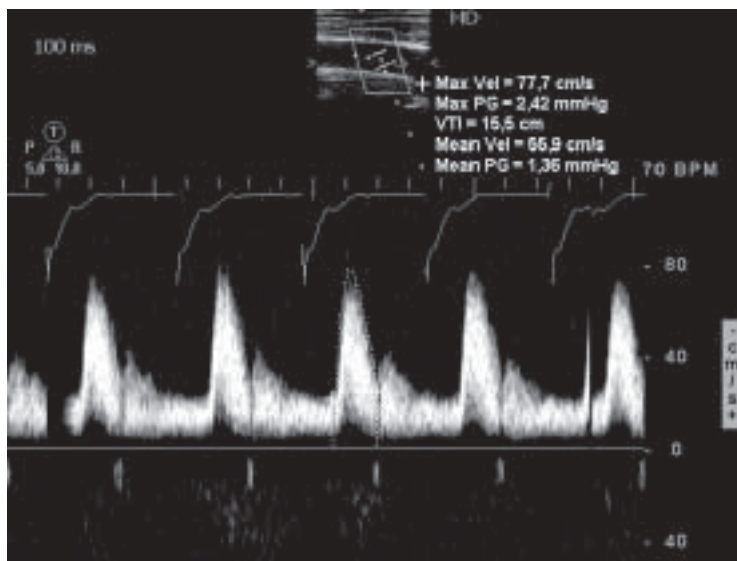


Рис. 1. Трассировка спектра кровотока в правой сонной артерии (VTI).

Таблица 1.

*Динамическая оценка кровотока в выводном тракте левого желудочка (VTI<sub>ao</sub>) и в сонной артерии (VTI<sub>c</sub>) у лиц контрольной группы (M±σ)*

	VTI <sub>ao</sub>	VTI <sub>c</sub>	R	P
Исходно	19,9±1,80	24,5±1,85	0,78	0,003
Тест	22,4±1,91	27,9±1,92	0,89	0,002

проводилась в связи с наличием фибрилляции предсердий, в 11 случаях использование методики не давало получение оптимального результата в выборе АВ интервала необходимого для реализации максимального наполнения ЛЖ, что согласуется с опытом A.H.Jansen et al. [11]. АВ интервал выбирался опытным путем, до достижения максимальных значений волны Е по амплитуде и продолжительности и регистрации полной реализации систолы левого предсердия, от начала подъема до артефакта закрытия митрального клапана.

Для оценки возможности использования VTI сонной артерии (VTI<sub>c</sub>) в качестве метода контроля за эффективным выбросом в аорту выполнена серия исследований кровотока в выводном тракте ЛЖ и в правой сонной артерии у группы контроля в покое и при антиортостатической пробе. Результаты приведены в табл. 1, они позволили использовать метод у больных для оптимизации режимов ЭКС. У всех 12 пациентов с ХСН при выполнении 25 эпизодов оптимизации оценивали как VTI<sub>ao</sub> (предусмотренный основным протоколом), так и VTI правой сонной артерии. Коэффициент корреляции составил 0,76 p=0,0012.

Из 25 случаев оптимизации режимов стимулятора у 5 пациентов (20%) не удалось добиться увеличения эффективного сердечного выброса, определяемого по VTI<sub>ao</sub>, соответственно в данных случаях не наблюдали значимой динамики VTI<sub>c</sub> при изменении режимов стимуляции по сравнению с ранее установленными. Следует отметить, что нереспондерами были 3 пациента на 3-5 день после имплантации и 2 больных через 6 месяцев после имплантации. Режимы стимуляции у данных пациентов были оставлены прежними. Отсутствием изменений величины выброса ЛЖ считали отклонение от исходных значений VTI<sub>ao</sub> и VTI<sub>c</sub> при пятикратном измерении менее 10% от исходного уровня.

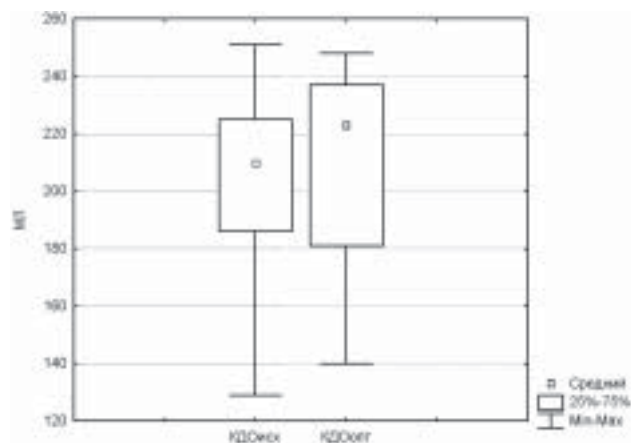
Таблица 2.

*Динамика оцениваемых показателей до и после оптимизации режимов (M±σ)*

Показатель	Исходно	Оптимизация	P
ММЗ	19,3±16,3	10,1±13,4	Н.д.
ФВ	41,4±7	42,8±7,1	Н.д.
УОэф	61,3±20	69,4±23	0,0003
Dp/dt <sub>max</sub>	780±245	810±210	Н.д.
ВА (мс)	25,8±13	32,2±18	Н.д.
МА (мс)	12,5±11	19,3±12	Н.д.

где, ММЗ - межжелудочковая механическая задержка (PEP<sub>ao</sub>-PEP<sub>ла</sub>), ФВ - фракция выброса, УОэф - эффективный ударный объем, ВА - внутрижелудочковая асинхрония, МА - межжелудочковая асинхрония

Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что достоверных изменений внутрижелудочковой асинхронии после оптимизации не произошло (табл. 2). Механическая задержка, определяемая по разнице периодов, предизгнания в аорту и легочную артерию имела тенденцию к уменьшению. У всех пациентов, включенных в исследование, имелось значительное увеличение КДО (колебания от 130 до 250 мл), после проведенной АВ и межжелудочковой оптимизации достоверных изменений объема ЛЖ не наблюдали (рис. 2).



**Рис. 2. Конечный диастолический объем левого желудочка до и после оптимизации.**

Учитывая значительный внутригрупповой разброс показателей, взаимосвязь размеров ЛЖ (КДО) с выраженностью асинхронии и степенью увеличения параметров функции ЛЖ при оптимизации оценивали с применением ранговой корреляции Спирмена. Внутрижелудочковая и межжелудочковая диссинхрония имели прямую высоко достоверную связь с величиной КДО ЛЖ ( $z=4,007$ ,  $p=0,00006$  и  $z=4,007$   $p=0,00006$ , соответственно). Чем большее увеличение полости ЛЖ регистрировалось у пациентов, тем более значимым был эффект ресинхронизации, что подтверждалось наличием достоверной корреляции между КДО и величиной прироста ФВ, УОэф и  $dp/dt_{max}$  ( $Z=3,57$   $p=0,00057$ ).

Взаимосвязь с выраженностью сохраняющейся внутрижелудочковой диссинхронии до оптимизации и изменением функциональных показателей ЛЖ после оптимизации была выражена незначительно. Нами не найдено достоверной корреляции между выраженностью межжелудочковой асинхронии и всеми показателями отражающими функцию ЛЖ. Между внутрижелудочковой диссинхронией и приростом ФВлж, а также  $dp/dt_{max}$  найдена невысокая, но достоверная корреляция 0,43 и 0,52 соответственно. Из 25 случаев оптимизации межжелудочковой задержки у 8 пациентов максимальный выброс определялся при стимуляции первым ЛЖ, в 1 случае – при одновременной стимуляции и в 16 случаях первым был правый желудочек.

## ВЫВОДЫ

1. Для оптимизации режимов работы бивентрикулярного стимулятора использование метода контроля сердечного выброса по VTI в сонной артерии является аль-

тернативой оценки кровотока в выводном тракте левого желудочка при плохой визуализации, наличии протеза аортального клапана

2. Показатель скорости нарастания внутрижелудочкового давления, определенный эхокардиографическим методом может быть эффективно использован для контроля функции левого желудочка при динамическом наблюдении и при оптимизации режимов стимуляции.

3. Выраженность внутри- и межжелудочковой асинхронии до и после оптимизации не соответствует положительной динамике насосной функции левого желудочка, достигающейся при оптимизации режимов бивентрикулярной стимуляции.

4. Чем более выражено увеличение полости левого желудочка, тем более необходима и эффективна оптимизация режимов бивентрикулярного стимулятора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ellenbogen KA, Kay GN, Wilkoff BL. Device therapy for Congestive heart failure // 2004, Elsevier Inc (USA) 319 p.
2. Naqvi TZ, Rafique AM, Peter CT. Echo-driven V-V optimization determines clinical improvement in non responders to cardiac resynchronization treatment // Cardiovasc Ultrasound. 2006 Oct 18;4:39
3. Santos JF, Parreira L, Madeira J Non invasive hemodynamic monitorization for AV interval optimization in patients with ventricular resynchronization therapy // Rev Port Cardiol. 2003 Sep;22(9):1091-8
4. Braun MU, Schnabel A, Rauwolf T et al. Impedance cardiography as a noninvasive technique for atrioventricular interval optimization in cardiac resynchronization therapy. // J Interv Card Electrophysiol. 2005 Sep;13(3):223-9
5. ButterC, Stellbrink C, Belalcazar A et al, Cardiac resynchronization therapy optimization by finger plethysmography // Heart Rhythm 2004 Nov;1(5):568-75.
6. Sui CW, Tse HF, Lee K et al Cardiac Resynchronization Therapy Optimization by Ultrasonic Cardiac Output Monitoring (USCOM) Device // Paicing Clyn Electrophysiol. 2007 Jan;30(1):50-5
7. Vanderheyden M, De Backer T, Rivero-Aerza M. Tailored echocardiographic interventricular delay programming further optimizes left ventricular performance after cardiac resynchronization therapy // Heart Rhythm. 2005 Oct;2(10):1066-72.
8. Hardt SE, Yazdi SH, Bauer A et al .Immediate and chronic effects of AV-delay optimization in patients with cardiac resynchronization therapy // Int J Cardiol. 2007 Feb 14;115(3):318-25. Epub 2006 Aug 7.
9. Melzer C, Knebel F, Ismer B et al. Influence of the atrioventricular delay optimization on the intra left ventricular delay in Cardiac Resynchronization Therapy // Cardiovasc Ultrasound. 2006 Jan 26;4:5.
10. Vernooy K, Verbeek XA, Cornelussen RN et al. Calculation of effective VV interval facilitates optimization of AV delay and VV interval in cardiac resynchronization therapy // Heart Rhythm. 2007 Jan;4 (1): 75-82. Epub 2006 Sep 9
11. Jansen AH, Brake FA, van Dantzig JM et al. Correlation of echo-Doppler optimization of atrioventricular delay in cardiac resynchronization therapy with invasive hemodynamics in patients with heart failure secondary to ischemic or idiopathic dilated cardiomyopathy // Am J Cardiol. 2006 Feb 15;97(4):552-7. Epub 2006 Jan 4
12. Porciani MC, Dondina C, macioce R et al Temporal variation in optimal atrioventricular and interventricular delay during cardiac resynchronization therapy // J. Card. Fail 2006 Dec;12(9):715-9
13. Фолков Б, Нил Э. Кровообращение: пер с англ. - М., Медицина.- 1976, 345с

## ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ БИВЕНТРИКУЛЯРНОГО СТИМУЛЯТОРА

*А.А.Соколов, Г.И.Марцинкевич, С.В.Попов, Г.М.Савенкова*

С целью изучения информативной значимости рутинных критериев атриовентрикулярной (АВ) и межжелудочковой задержек и разработки дополнительных показателей обследованы 12 пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), соответствовавших всем требованиям к применению бивентрикулярной (БВ) электрокардиостимуляции (ЭКС). Все больные были III-IV функционального класса ХСН по NYHA. Возраст пациентов от 48 до 69 лет ( $59 \pm 11$ ), мужчин - 8, женщин - 4, причиной ХСН у большинства больных была дилатационная кардиомиопатия (9 человек), у 3 пациентов имелась ишемическая кардиомиопатия (коронарный стаж 5-7 лет). Сахарный диабет второго типа встретился в одном случае. В исходном состоянии имели фракцию выброса (ФВ) от 21 до 42%, у 8 больных имелась пролонгация QRS более 130 мс, у всех имелась внутрижелудочковая и межжелудочковая асинхрония более 40 мс. Для подтверждения возможности контроля за выбросом левого желудочка ЛЖ по кровотоку в сонной артерии оценивали взаимоотношения между динамикой ударного объема (УО) сердца (детерминанта VTI) и величиной VTI в правой сонной артерии у 20 практически здоровых лиц в состоянии покоя и при нагрузке объемом (модифицированная антиортостатическая проба). Соответствие данных показателей было оценено у 12 пациентов с БВ ЭКС. Для изменения режимов ЭКС использовали программаторы соответствующих фирм. Эхокардиографическое исследование выполняли на ультразвуковой системе EnVisor cv HDI фирмы Philips.

У пациентов с БВ ЭКС в процессе оптимизации оценивали наличие внутри- и межжелудочковой асинхронии с использованием импульсно-волновой доплерографии от фиброзных колец АВ клапанов (6 точек). Для оценки межжелудочковой механической задержки определяли разницу периодов предизгнания левого и правого желудочков. Динамику силоскоростных свойств ЛЖ изучали при помощи неинвазивного определения скорости нарастания внутрижелудочкового давления ( $dp/dt_{\max}$ ). При помощи импульсно-волновой доплерографии определяли УО

ЛЖ (поток в выводном тракте ЛЖ), оценивали спектр и характеристики наполнения ЛЖ. Основным показателем для динамической оценки насосной функции в процессе программирования ЭКС был интеграл кровотока в выводном тракте ЛЖ (VTI). Последовательно с регистрацией потока в выводном тракте ЛЖ, в одних и тех же условиях определяли VTI в правой сонной артерии от начала крутого подъема кривой до инцизуры.

АВ оптимизация по методике Риттера была удачной в 5 случаях (20%), в 9 не проводилась в связи с наличием фибрилляции предсердий, в 11 случаях использование методики не давало получения оптимального результата. У всех 12 пациентов с ХСН при выполнении 25 эпизодов оптимизации оценивали как VTI<sub>ao</sub> (предусмотренный основным протоколом), так и VTI правой сонной артерии. Коэффициент корреляции составил 0,76  $p=0,0012$ . Таким образом, для оптимизации режимов работы БВ ЭКС использование метода контроля сердечного выброса по VTI в сонной артерии является альтернативой оценки кровотока в выводном тракте левого желудочка при плохой визуализации, наличии протеза аортального клапана. Показатель скорости нарастания внутрижелудочкового давления, определенный эхокардиографическим методом может быть эффективно использован для контроля функции левого желудочка при динамическом наблюдении и при оптимизации режимов стимуляции. Выраженность внутри- и межжелудочковой асинхронии до и после оптимизации не соответствует положительной динамике насосной функции левого желудочка, достигающейся при оптимизации режимов БВ ЭКС. Чем более выражено увеличение полости левого желудочка, тем более необходима и эффективна оптимизация режимов БВ ЭКС.

#### ECHOCARDIOGRAPHIC CRITERIA FOR OPTIMIZATION OF REGIMES OF BI-VENTRICULAR PACEMAKER

*A.A. Sokolov, G.I. Martsinkevich, C.V. Popov, G.M. Savenkova*

To study the informative value of routine criteria of atrio-ventricular (AV) and inter-ventricular (IV) delays and to develop additional indices, twelve patients with chronic heart failure and all conventional indications for biventricular pacing were studied. The patients aged 48-69 years (mean  $59\pm 11$  years). There were 8 men and 4 women. In most patients, the heart failure was caused by the dilated cardiomyopathy, 3 patients had coronary artery disease (duration 5-7 years). The type II diabetes mellitus was confirmed only in one patient. The baseline ejection fraction was 21-42%. In 8 patients, the QRS complex duration was more than 130 ms, all patient had inter-ventricular and inter-ventricular asynchrony exceeding 40 ms. To confirm the possibility that the left ventricular outflow is controlled by the carotid circulation, the correlation between the stroke volume dynamics (VTI determinant) and the VTI value in the right carotid artery was evaluated in 20 healthy subjects at rest and on volume exertion (modified anti-orthostatic test). Aforementioned indices were compared in 12 patients with biventricular pacemakers. For changing pacing regimes, commercially available programmers were used. The echocardiographic assessment was performed using the ultrasound system EnVisor CV HDI (Philips).

In patients with biventricular pacemakers, in the course of optimization, the presence of intra- and inter-ventricular asynchrony was assessed using pulse-wave Doppler analysis from fibrous rings of AV valves (6 sites). For assessment of inter-ventricular mechanic delay, the difference between pre-ejection periods of the left and right ventricles was evaluated. The dynamics of power and velocity properties of the left ventricle was studied by means of non-invasive determination of the velocity of the increase in intra-ventricular pressure ( $dp/dt_{max}$ ). With the aid of pulse-wave Doppler analysis, the stroke volume of the left ventricle was determined (flow in the left ventricle outflow tract) and the spectrum and characteristics of the left ventricular filling were assessed. The integral of the left ventricle outflow tract circulation (VTI) served as a main index for dynamic evaluation of the pumping function in the course of pacemaker programming. VTI in the right carotid artery from the onset of abrupt ascension of the curve to the incisure was evaluated following recording the left ventricular outflow tract circulation under the same conditions.

AV optimization by Richter's technique was successful in 5 cases (20%), it was not performed in 9 cases due to presence of atrial fibrillation; in 11 cases, the application of the technique did not led to an optimal result. In all 12 patients with chronic heart failure, both VTI<sub>ao</sub> (required by the main study protocol) and VTI of the right carotid artery were evaluated during 25 episodes of optimization. Correlation coefficient was 0.76,  $p<0.0012$ . Thus, for optimization of regimes of biventricular pacemakers, the method of cardiac output control by the carotid artery VTI is an alternative for assessment of the outflow tract circulation in the case of poor visualization or presence of prosthetic aortic valve. The velocity index of increase in intra-ventricular pressure obtained by means of echocardiographic technique could be effectively used for control of the left ventricular function in the course of the follow-up and in optimization of pacing regimes. The extent of intra- and inter-ventricular asynchrony before and after optimization does not correlate with the positive dynamics of the left ventricle pumping function reached during optimization of biventricular pacing regimes. The greater expressed is the left ventricular volume increase, the more indicated and effective is the optimization of biventricular pacing regimes.