

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2007

УДК 616.124.2-085:616.124.7-007.21

ВЛИЯНИЕ КАРДИОРЕСИНХРОНИЗИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ НА МАСШТАБ МЕХАНИЧЕСКОЙ АСИНХРОННОСТИ СТЕНКИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ С ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИЕЙ И БЛОКАДОЙ ЛЕВОЙ НОЖКИ ПУЧКА ГИСА

Е. А. Остерн, А. М. Найдич, С. П. Михайлов, И. И. Резник, Ф. А. Бляхман

Уральская государственная медицинская академия, г. Екатеринбург

Эффективность кардиоресинхронизирующей терапии (КРТ) была оценена по динамике феномена механической асинхронности в стенке ЛЖ как меры функционального резерва сердца. Детальный анализ региональной функции сердечной стенки у 9 больных с дилатационной кардиомиопатией и блокадой левой ножки пучка Гиса до и после имплантации бивентрикулярного электрокардиостимулятора был проведен на основе использования трансторакальной ЭхоКГ и нестандартных методов обработки изображений ЛЖ. Было установлено, что КРТ значительно снижает масштаб механической асинхронности ЛЖ и улучшает функциональное состояние сердца в целом.

Ключевые слова: кардиоресинхронизирующая терапия, миокард, дилатационная кардиомиопатия, блокада левой ножки пучка Гиса.

It has been estimated the cardiac resynchronization therapy (CRT) efficacy by the assessment of dynamics in the LV wall motion asynchrony as a measure of the heart's functional reserve. By means of echocardiography and nonstandard techniques for data processing we have been conducted the accurate analysis of LV regional function in patients with DCM and left bundle branch block before and after CRT device implantation. We found out that CRT significantly reduces the LV mechanical asynchrony scale and increases the heart functional capacity as a whole.

Key words: cardiac resynchronization therapy, myocardium, dilative cardiomyopathy, left bundle branch block.

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) является одной из главных причин роста инвалидности и смертности пациентов с ишемической и идиопатической дилатационной кардиомиопатией (ДКМП). Известно, что у больных с ДКМП примерно в 30% случаев выявляется нарушение внутрижелудочковой проводимости, проявляющейся блокадой левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) [7]. При этом возникновение БЛНПГ на фоне хронической сердечной недостаточности усугубляет течение и прогноз заболевания [8].

Наличие внутри- и межжелудочковой задержки проведения электрического импульса по миокарду приводит к нарушению физиологической последовательности возбуждения регионов сердечной стенки [6, 21]. Это сопровождается значительным изменением региональной и глобальной функции ЛЖ [18, 24].

С целью коррекции электромеханических нарушений в сердце широко используется кардиоресинхронизирующая терапия (КРТ). Так, более четырех тысяч наблюдений и результаты многоцентровых исследований по оценке эффективности КРТ [5, 14] послужили основанием для отнесения данного метода лечения к I классу показаний, или к абсолютным показаниям [16].

Установлено, что положительный результат использования КРТ достигается в случае, когда ускорение электрической задержки возбуждения отделов стенки ЛЖ приводит к их механической синхронизации [20]. При этом снижается масштаб функциональной (механической) неоднородности миокарда. В общем случае это явление носит название механической асинхронности и подразумевает, что в любой данный момент времени регионы сердечной стенки имеют неодинаковые проявления механической функции, например, различное напряжение и/или укорочение [1, 12].

Механическая асинхронность есть фундаментальное явление в миокарде, поскольку она имеет место в нормальном сердце [1, 12]. Однако масштабы этого феномена многократно увеличиваются по мере развития патологических изменений в миокарде, причем вне зависимости от причины заболевания [2, 13].

Возрастание механической асинхронности в регионах сердечной стенки сопряжено с увеличением потребности миокарда в кислороде и снижением эффективности работы сердца [18, 23, 24]. В наших ранних исследованиях на клинической модели реваскуляризации миокарда при ИБС была сопоставлена динамика показателей механической

асинхронности и нагрузочных тестов до и после коронарной ангиопластики. Было показано, что величина механической асинхронности является высокочувствительным маркером функционального резерва сердца, то есть его способности адаптироваться к нагрузкам [4, 10, 11, 17].

Цель настоящей работы состояла в оценке эффективности КРТ по динамике механической асинхронности в миокарде до и после лечения. На основании визуализации ЛЖ методом трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ) мы получили результаты детального анализа региональной функции сердечной стенки у больных с ДКМП и БЛНПГ до и после имплантации бивентрикулярного электрокардиостимулятора (ЭКС). Параметры региональной функции ЛЖ использованы нами для вычисления показателей, характеризующих величину механической асинхронности миокарда. В итоге мы показали, что с помощью КРТ у пациентов рассмотренной группы удалось значительно снизить масштаб механической асинхронности ЛЖ и, следовательно, увеличить эффективность работы сердца.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включены 9 пациентов с ДКМП (6 мужчин и 3 женщины, средний возраст $46,0 \pm 18,5$ года), которым в отделении лечения нарушений ритма Центра сердца и сосудов ОКБ № 1 г. Екатеринбурга была выполнена имплантация бивентрикулярных ЭКС. В 8 случаях пациентам были первично имплантированы бивентрикулярные ЭКС и в одном случае выполнена замена ЭКС в режиме DDDR. Операция проводилась по стандартной методике с имплантацией электродов в эндокардиальном варианте трансвенозным доступом. Были имплантированы следующие модели ЭКС: Insync III («Medtronic»), Insync III Protect («Medtronic»), CRT 8000 («Vitatron»).

Все пациенты страдали рефрактерной к медикаментозной терапии ХСН, 8 из них относились к III, и 1 пациент — к IV функциональному классу по NYHA. По данным ЭКГ у всех пациентов был синусовый ритм и отмечалось нарушение внутрижелудочкового проведения по типу БЛНПГ с длительностью комплекса QRS от 140 до 180 мс (в среднем 160 ± 20 мс). По данным ЭхоКГ у всех больных выявлена выраженная систолическая дисфункция и дилатация полостей камер сердца. Клиническое состояние больных оценивалось на основании результатов теста 6-минутной ходьбы (ТШХ).

Анализ региональной функции левого желудочка

Изображения ЛЖ по данным трансторакального ЭхоКГ-обследования в стандартной четырехкамерной проекции были получены на аппарате

Vivid — 7 («Jeneral Electric»), а затем оцифрованы. Оценка региональной функции ЛЖ осуществлялась на цифровом измерительном комплексе «Dicor®», специально разработанном для подобного рода исследований [3]. Проводилась покадровая (с шагом в 40 мс) обработка видеосигнала на протяжении 1–2 полных кардиоциклов. Эндокардиальные контуры ЛЖ обводились вручную. Контуры были совмещены по длинной оси и по центру масс с целью устранения ошибки, связанной с возможным механическим смещением сердца. Объем ЛЖ в каждом кадре вычислялся с использованием модели эллипсоида вращения. Кадры, соответствующие конечному диастолическому и конечному систолическому значениям объема ЛЖ, были использованы для расчета общей фракции изгнания желудочка (ФИ). Данный параметр служил мерой функционального состояния миокарда ЛЖ в целом.

Площадь под контуром ЛЖ была разделена на 12 секторов радиусами, соединяющими центр масс очерченной фигуры с ее контуром. Таким путем были получены 12 равноугольных секторов, основанием для каждого из которых являлся соответствующий сегмент (регион) эндокарда стенки ЛЖ (рис. 1).

Степень изменения длины каждого сегмента стенки определялась путем вычисления площади соответствующего сектора в каждом кадре. В итоге были получены трассы изменения длины для 12 сегментов, представленные в качестве пространственно-временной диаграммы на рис. 2.

Вклад каждого региона в общую ФИ ЛЖ, или иначе, в сегментарную фракцию укорочения (СФУ), определяли по отношению разности площадей сегмента в конце систолы ЛЖ (конечный систолический кадр ЛЖ) и в конце диастолы (ко-

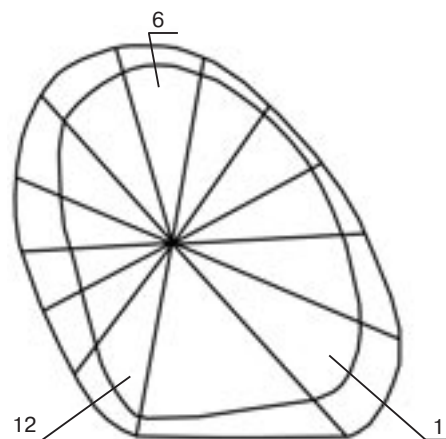


Рис. 1. Пример разбиения контура ЛЖ на 12 регионов. Внутренний и внешний контуры очерченной фигуры отражают площадь ЛЖ в конечном систолическом и конечном диастолическом кадрах кардиоцикла соответственно. Регионы с 1 по 5 принадлежат зоне переднебоковой стенки ЛЖ, 6, 7 — верхушке, 8–12 — межжелудочковой перегородке.

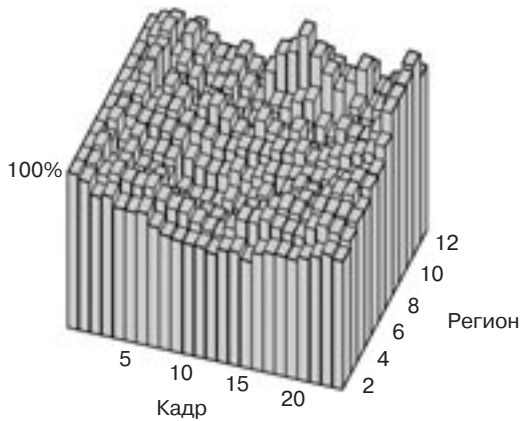


Рис. 2. Пример представления кинематики ЛЖ в виде пространственно-временной поверхности движения регионов сердечной стенки.

По оси абсцисс — время кардицикла в кадрах; по оси ординат — относительное изменение длины региона (площади сектора), выраженное в процентах. За 100% принята длина (площадь) соответствующего сегмента (сектора) в конце диастолы ЛЖ; по оси аппликата — порядковый номер региона (см. рис. 1).

нечный диастолический кадр ЛЖ) к площади сегмента в конце диастолы ЛЖ, умноженному на 100%. Кроме того, для каждого региона вычислялась максимальная сегментарная фракция укорочения ($СФУ_{max}$), полученная как отношение разности площади сегмента в конце его собственной систолы и его площади в конце диастолы ЛЖ к площади сегмента в конце диастолы ЛЖ, умноженное на 100%. $СФУ_{max}$ служила мерой функционального состояния соответствующего региона сердечной стенки.

Для выяснения степени неодинаковости вкладов регионов в общую фракцию изгнания ЛЖ был определен коэффициент вариации (КВ) $СФУ$. КВ рассчитывали как отношение среднеквадратичного отклонения $СФУ$ к их среднему значению, умноженное на 100%.

Совокупность данных о движении регионов математически представлялась точкой в многомерной системе координат, где число координат было равно числу секторов (12), а каждая координата отражала относительное изменение площади данного сектора в данный момент времени. Для каждого конкретного случая результат вычислений сопоставлялся со стандартным значением параметров. В качестве стандарта была выбрана среднестатистическая кинематика стенки ЛЖ пациентов без органической патологии сердечно-сосудистой системы ($n=10$). Величина, соответствующая разнице вычисленных параметров, количественно характеризовала отличие механического поведения регионов стенки в пространстве и во времени для исследуемого ЛЖ по отношению к условно нормальному. Иначе говоря, данная мера отражала степень

механической асинхронности регионов стенки исследуемого ЛЖ по отношению к физиологической степени механической асинхронности условно нормального ЛЖ. Данный показатель был оценен для пациентов во всем сердечном цикле (D), его систолической (D_s) и диастолической (D_d) частях.

Степень механической асинхронности также оценивалась по величине среднеквадратичного отклонения моментов времени (кадров), в которых были зафиксированы $СФУ_{max}$ для 12 регионов (ΔT).

Математическую обработку результатов выполняли с применением программы «Excel». Для всех параметров рассчитывали средние значения, среднеквадратичное отклонение, стандартную ошибку, доверительный интервал.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходно, до имплантации бивентрикулярного ЭКС, анализ региональной функции ЛЖ выявил ряд закономерностей, связанных с нарушением внутрижелудочкового проведения. На рис. 3 на примере одного пациента приведены трассы относительного укорочения для каждого из 12 регионов стенки ЛЖ.

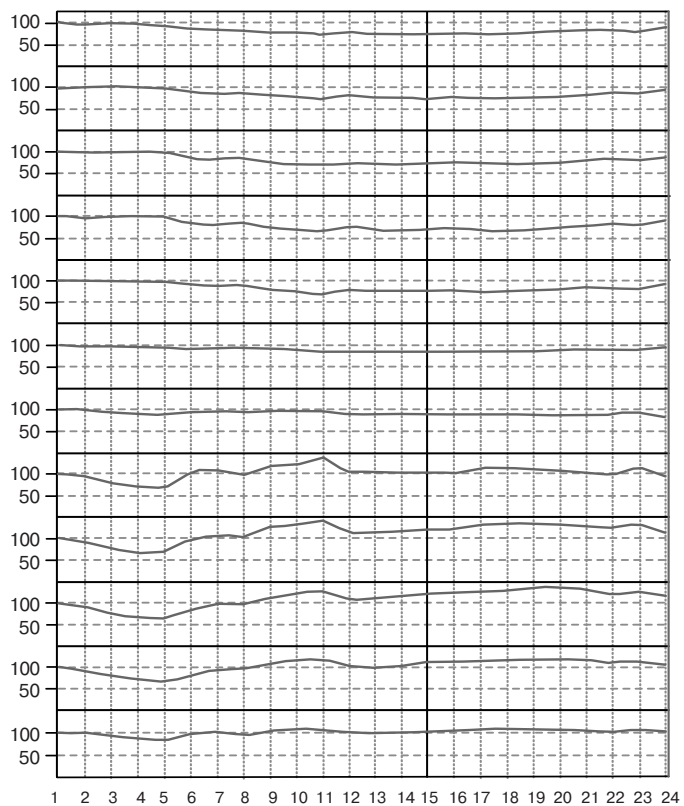


Рис. 3. Пример региональной механики ЛЖ до имплантации ЭКС.

Представлены трассы изменения длины 12 регионов (по аналогии с тем, как было показано на рис. 2, но в развернутом на плоскости виде). Вертикальная линия отражает момент времени (кадр № 15), соответствующий концу систолы ЛЖ.

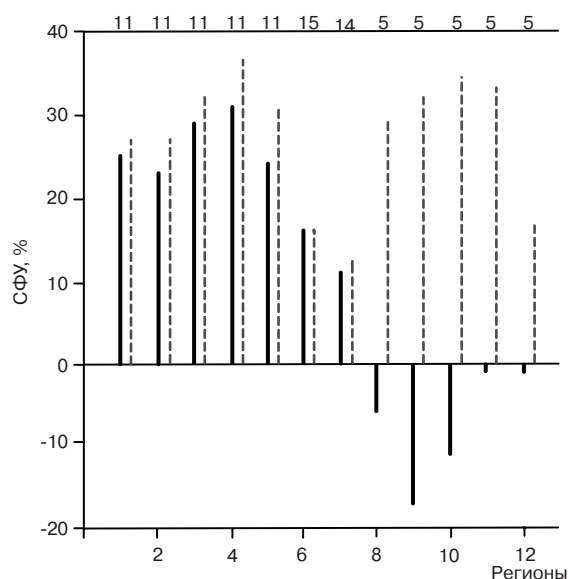


Рис. 4. Диаграмма распределения сегментарных фракций укорочения (СФУ) ЛЖ.

Столбики, отмеченные сплошной линией, соответствуют СФУ региона на момент конца систолы всего ЛЖ. Столбики пунктирной линией отражают значение $СФУ_{max}$ региона на момент конца систолы собственно региона. Моменты времени (кадры) отмечены цифрами сверху пунктирных столбиков.

Видно, что регионы, соответствующие МЖП (8–12), укорачиваются одновременно с начала систолической фазы, тогда как регионы переднебоковой стенки и верхушки ЛЖ (1–7) начинают движение с задержкой в 160 мс. К этому времени регионы МЖП уже достигают максимального (конечного систолического) укорочения, а затем начинают удлиняться за счет механической активности регионов переднебоковой стенки. Максимальное укорочение этих регионов ($СФУ_{max}$) приходится на конечный систолический кадр всего ЛЖ, то есть совпадает с моментом времени, когда заканчивается выброс крови в аорту. Регионы МЖП к концу систолы ЛЖ совершают неопределенное движение за счет механического взаимодействия с участками свободной стенки.

В среднем у всех пациентов до КРТ величина задержки систолического движения переднебоковой стенки ЛЖ по отношению к регионам МЖП варьировала в диапазоне от 100 до 160 мс ($120,0 \pm 5,9$ мс). Участки МЖП своих $СФУ_{max}$ достигали раньше конечного систолического кадра для всего ЛЖ на 140–180 мс (в среднем 150 ± 11 мс).

Результат региональной функции ЛЖ для пациента, выбранного в качестве примера, наглядно иллюстрируют диаграммы распределения сегментарных фракций укорочения (рис. 4).

Видно, что к концу систолы ЛЖ сердечный выброс формируется за счет СФУ свободной стенки (сплошные линии), тогда как регионы МЖП, дви-

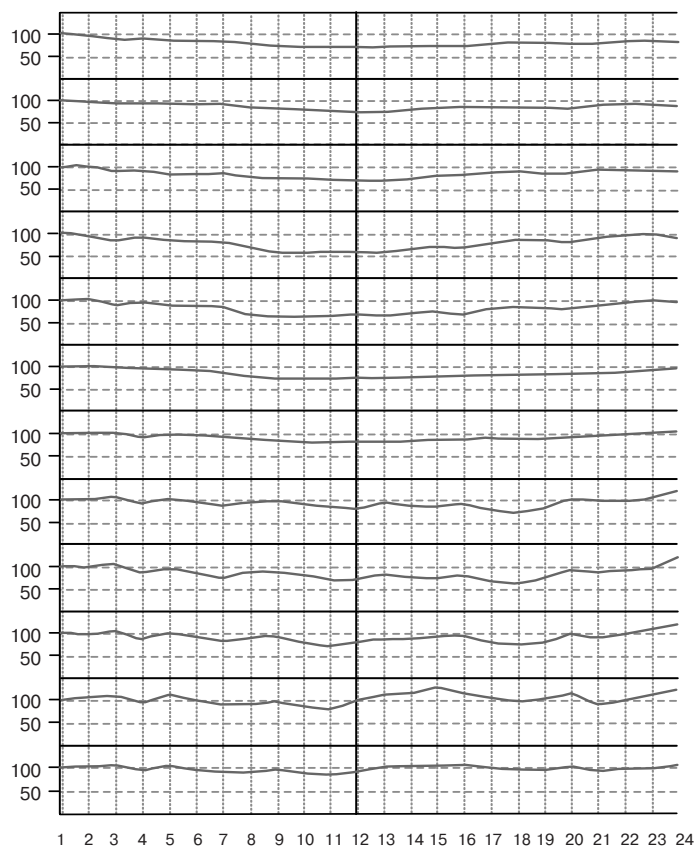


Рис. 5. Региональная механика ЛЖ после имплантации ЭКС.

Обозначения те же, что на рис. 3. Пояснения в тексте.

гаясь в противоположном направлении, не принимают участия в процессе изгнания крови. В итоге вклад регионов в общую ФИ ЛЖ оказался в высокой степени неодинаков (КВ СФУ равен 157%), а ФИ составила 20%.

Пунктирными линиями на рис. 4 показаны значения $СФУ_{max}$ для каждого региона и моменты времени (номера кадров сверху), в которых было зафиксировано максимальное значение систолического укорочения для соответствующего региона. Видно, что участки МЖП вносили свой максимальный вклад в изгнание крови ЛЖ существенно раньше, чем регионы свободной стенки. Как следствие этого, были зафиксированы высокие значения всех показателей механической асинхронности. В частности, $D = 73\%$, $D_s = 84\%$, $D_d = 80\%$, $\Delta T = 146$ мс.

На рис. 5 приведены трассы укорочения регионов ЛЖ у того же пациента, но после имплантации ЭКС. Можно видеть, что регионы переднебоковой стенки ЛЖ и МЖП начинают и завершают систолическое движение примерно одновременно. Аналогичная закономерность наблюдалась у всех пациентов.

Диаграмма распределения сегментарных фракций укорочения (рис. 6) демонстрирует, что регио-

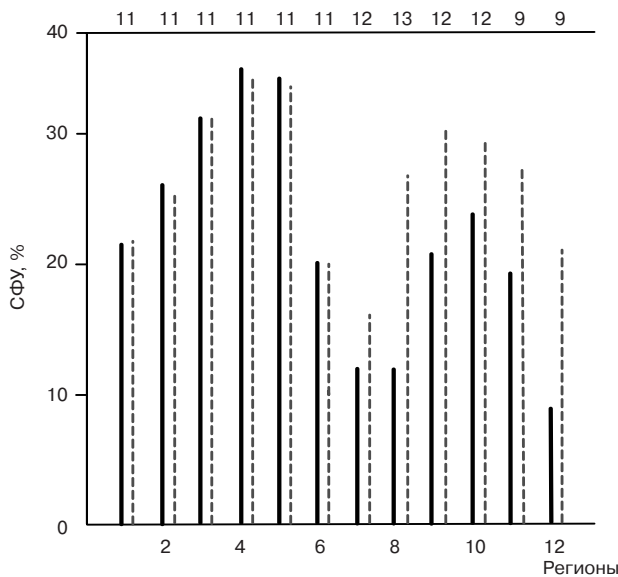


Рис. 6. Диаграмма распределения сегментарных фракций укорочения ЛЖ после имплантации ЭКС. Обозначения те же, что на рис. 4. Пояснения в тексте.

ны МЖП стали вносить значимый вклад в общую ФИ ЛЖ. За счет этого ФИ выросла до 43%, а КВ СФУ снизился до 37%. Разброс моментов времени, где были зафиксированы $СФУ_{max}$ регионов, также уменьшился. При этом все показатели механической асинхронности приобрели более низкие значения по отношению к исходному наблюдению ($D = 46\%$, $D_s = 56\%$, $D_d = 46\%$, $\Delta T = 45$ мс).

В таблице 1 приведены средние значения параметров региональной механической функции ЛЖ до и после имплантации бивентрикулярного ЭКС. Конечная точка наблюдения составила от 3 до 12 месяцев после операции и подбора VV- и AV- задержек. Согласно приведенным данным, КРТ приводит к достоверному снижению «неодинаковости» вкладов регионов в ФИ ЛЖ и механической асинхронности миокарда во всех фазах сердечного цикла.

В таблице 2 представлены средние значения параметров внутрисердечной гемодинамики до и после КРТ. Видно, что все показатели, за исключением КДО, продемонстрировали положительную динамику в ответ на лечение. Так, индекс сократимости (dP/dT) и ФИ ЛЖ достоверно увеличились, последняя за счет уменьшения КСО.

По данным ТШХ дистанция увеличилась с 250 ± 34 до 380 ± 40 метров ($p < 0,01$), клинически у восьми пациентов функциональный класс СН по NYHA снизился до II и у одного — до III.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Механическая функция сердца есть согласованный тончайшим образом процесс, в котором электрические и контрактильные явления в сердечной стенке тесно связаны между собой. В нормальном ЛЖ регионы миокарда во всех фазах сердечного цикла механически взаимодействуют между собой таким образом, чтобы обеспечить эффективный вклад мышечных волокон в насосную функцию сердца [1, 10, 12].

При БЛНПГ нарушается последовательность нормального электрического проведения в сердечной стенке. Возбуждение ЛЖ начинается с межжелудочковой перегородки и далее распространяется по «рабочему» миокарду. Поскольку скорость проведения импульса по неспециализированному пути значительно меньше, постольку свободная стенка ЛЖ возбуждается с задержкой, по величине в два-три раза превышающей физиологическое значение. Это отражается в пролонгации комплекса QRS на ЭКГ [9, 25].

Возникновение аномалий в проводящей системе ЛЖ приводит к нарушению последовательности механических событий в сердечной стенке, что наглядно демонстрируют трассы изменения длины регионов (см. рис. 3). Участки стенки ЛЖ с ранней

Таблица 1

Средние значения параметров региональной механической функции ЛЖ до и после имплантации бивентрикулярного ЭКС

Период	КВ СФУ, %	D, %	D _s , %	D _d , %	ΔT, мс
До импл. ЭКС	112±18,4	61±4,3	82±4,1	49±6,2	102±25
После импл. ЭКС	36±2,5	40±5,2	62±6,0	34±3,7	49±4,9

Примечание. Различия достоверны: $p < 0,001$ для всех значений.

Таблица 2

Средние значения параметров внутрисердечной гемодинамики до и после имплантации бивентрикулярного ЭКС

Период	КДО, мл	КСО, мл	ФИ, %	dP/dT, мм рт. ст. /мс
До импл. ЭКС	358±11,2	298±11,9	22±1,5	448±14
После импл. ЭКС	320±19,9	233±18,4*	33±5,2**	694±25**

Примечание. Различия достоверны: * $p < 0,005$; ** $p < 0,001$.

электрической активацией (МЖП) начинают систолическое движение (укорочение) и достигают своего максимального значения раньше, чем остальные. Причем, как правило, максимальное укорочение регионов МЖП наступает по времени до того, как происходит окончание механической систолы для всего ЛЖ. Следовательно, вклад этих регионов в процесс изгнания крови ЛЖ значительно меньше, чем остальных. Это наглядно иллюстрирует диаграмма распределения сегментарных вкладов (см. рис. 4).

Возникновение БЛНПГ делает механическую работу регионов и всего ЛЖ малоэффективной [6, 15, 19]. Даже если предположить, что все участки сердечной стенки имеют одинаковое инотропное состояние (сократимость), то сокращение регионов МЖП происходит при дополнительной нагрузке на них со стороны миокарда свободной стенки ЛЖ. Сокращение же регионов свободной стенки протекает при переменной длине за счет того, что последние растягивают участки МЖП, в которых к этому времени механическое напряжение снижается. Это вызывает снижение активного напряжения в миокарде свободной стенки.

Сложное перераспределение нагрузочных переменных в волокнах миокарда при БЛНПГ приводит к тому, что совокупная кинематика ЛЖ приобретает черты высокоасинхронного движения. Вне зависимости от каких-либо еще причин, высокая механическая асинхронность в этом случае есть следствие нарушения физиологической последовательности возбуждения миокарда ЛЖ. Ресинхронизирующая терапия за счет секвенциальной стимуляции желудочков в определенной последовательности уменьшает время задержки возбуждения между МЖП и свободной стенкой. Действительно, регионы МЖП и переднебоковой стенки после КРТ начинали свое систолическое движение практически одновременно, совместно формируя систолу ЛЖ (см. рис. 5).

Электрическая синхронизация отделов стенки ЛЖ сопровождалась значительным снижением масштаба механической асинхронности в сердечной стенке (см. табл. 1). Согласно нашим представлениям, полученный результат прямо указывает на высокую эффективность КРТ у пациентов исследуемой группы с ДКМП и БЛНПГ. Об этом же свидетельствует достоверное увеличение у больных ФИ, dP/dT и результатов пробы ТШХ, а также снижение функционального класса СН по NYHA.

Между тем, несмотря на успешно выполненное лечение, механическая асинхронность ЛЖ сохранилась на высоком уровне по отношению к условно нормальному сердцу (см. табл. 1). Данный факт хорошо согласуется с результатами других исследований, в которых была установлена высокая сте-

пень механической асинхронности при ДКМП без сопутствующих осложнений в проводящей системе сердца [2, 22, 25].

Таким образом, механическая асинхронность при заболеваниях сердца, и в частности при ДКМП, является следствием не только аномалий в проводящей системе сердца, но прежде всего различий в региональной функции миокарда. Такие различия могут возникнуть по многим причинам, например, из-за вариации сократительных свойств миокарда в регионах стенки, морфологических особенностей миокарда, структурных преобразований в ЛЖ в ответ на развитие патологического процесса [4, 10, 11, 17].

В целом, приведенные выше данные демонстрируют высокую значимость изучения феномена механической асинхронности у больных с ХСН, что может иметь существенное значение в понимании сократительной дисфункции миокарда, а также использоваться для прогнозирования эффективности и оптимизации КРТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бляхман Ф. А., Честухин В. В., Шумаков В. И. Асинхронное сокращение миокарда и его вклад в регуляцию насосной функции сердца // Очерки по физиологическим проблемам трансплантологии и применения искусственных органов / Под ред. В. И. Шумакова. — Тула: Репроникс Лтд, 1998.
2. Соколов А. А., Марцинкевич Г. И. Электромеханический асинхронизм сердца и сердечная недостаточность // Кардиология. — 2005. — Т. 45, № 5. — С. 89–91.
3. Соколов С. Ю., Устюжанин С. С., Колчанова С. Г., Бляхман Ф. А. Программа DICOR для диагностики региональной сократительной способности миокарда (DICOR). Зарегистрированная программа для ЭВМ. — Роспатент № 2002610607 // Официальный бюллетень Рос. агентства по патентам и товарным знакам «Программы для ЭВМ, базы данных, топологии интегральных микросхем». — 2002. — № 3. — С. 79.
4. Честухин В. В., Колчанова С. Г., Найдич А. М. и др. Может ли фракция выброса быть мерой оценки эффективности реваскуляризации миокарда? // Серд. недостат. — 2005. — № 2. — С. 62–65.
5. Abraham W. T., Fisher W. G., Smith A. L. et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. The MIRACLE prospective study // N. Engl. J. Med. — 2002. — Vol. 346. — P. 1845–1853.
6. Auricchio A., Fantony C., Regoli F. et al. Characterization of left ventricular activation in patients with heart failure and left bundle branch block // Circulation. — 2004. — Vol. 109. — P. 1133–1139.
7. Bader H., Garrigue S., Lafitte S. et al. Intra-left ventricular electromechanical asynchrony. A new independent predictor of severe cardiac events in heart failure patients // J. Amer. Coll. Cardiol. — 2004. — Vol. 43. — P. 248–256.
8. Baldasseroni S., Gentile A., Gorini M. et al. Interventricular conduction defect in patients with congestive heart failure: left but not right bundle branch block is an independent predictor of prognosis. A report from the Italian Network on Congestive Heart Failure // Ital. Heart J. — 2003. — Vol. 89. — P. 1157–1162.
9. Bleeker G. A., Schalij M. J., Molhoek S. G. et al. Relationship between QRS duration and left ventricular dyssynchrony in patients with end stage heart failure // J. Cardiovasc. Electrophysiol. — 2004. — Vol. 25. — P. 571–578.
10. Blyakhman F. Left ventricular inhomogeneity and the heart's functional reserve // Cardiac Pumping and Perfusion Engineering / Ed. D. Ghista. — World Scientific Press, 2007.

11. Blyakhman F. A., Marchenko E. V., Kolchanova S. G. et al. Effect of the myocardium non-uniformity on the heart functional reserve // J. Mechanics Med. Biol. — 2005. — Vol. 5, № 1. — P. 29–37.
12. Blyakhman F. A., Shklyar E. A., Pavlov I. A. et al. Why the left ventricle is not a sphere // J. Appl. Bionics. Biomechanics. — 2004. — Vol. 2. — P. 101–105.
13. Bruch C., Bartel T., Schmermund A. et al. Asynchrony of ventricular contraction and relaxation — pathophysiologically recognized phenomenon, now can be clinically assessed // Herz. — 1998. — Vol. 23, № 8. — P. 506–515.
14. Cleland J., Daubert J.-C., Erdman E. et al., for the Cardiac Resynchronization-Heart Failure (CARE-HF) Study Investigators. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure // N. Engl J. Med. — 2005. — Vol. 352. — P. 1539–1549.
15. Fung J. H., Yu C. M., Yip G. et al. Variable left ventricular activation pattern in patients with heart failure and left bundle branch block // Heart. — 2004. — Vol. 90. — P. 17–19.
16. Gregoratos G., Abrams J., Epstein A. E. et al. ACC/AHA/NASPE—2002 guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices // J. Amer. Coll. Cardiol. — 2002. — Vol. 40. — P. 1703–1719.
17. Kolchanova S. G., Grinko A. A., Zinovieva J. A. et al. The regional elastic properties analysis of myocardium based on echocardiographic 3D reconstruction of the left ventricle // J. Ultrasound Med. Biol. — 2004. — Vol. 30, № 3. — P. 311–320.
18. Nelson G. S., Berger R. D., Fetis B. J. et al. Left ventricular or biventricular pacing improves cardiac function at diminished energy cost in patients with dilated cardiomyopathy and left bundle-branch block // Circulation. — 2000. — Vol. 102. — P. 3053–3059.
19. Pellerin D., Cohen L., Larrazet F. et al. Preejectional left ventricular wall motion in normal subjects using Doppler tissue imaging and correlation with ejection fraction // Amer. J. Cardiol. — 1997. — Vol. 80, № 5. — P. 601–607.
20. Pitzalis M. V., Iacoviello M., Romito R. et al. Ventricular asynchrony predicts a better outcome in patients with chronic heart failure receiving cardiac resynchronization therapy // Ibid. — 2005. — Vol. 40. — P. 65–69.
21. Prinzen F. W., Augustijn C. H., Arts T. et al. Redistribution of myocardial fiber strain and blood flow by asynchronous activation // Amer. J. Physiol. — 1990. — Vol. 259. — P. 300H–308H.
22. Toussaint J. F., Lavergne T., Kerrou K. et al. Ventricular coupling of electrical and mechanical dyssynchronization in heart failure patients // Pacing Clin. Electrophysiol. — 2002. — Vol. 25, № 2. — P. 178–182.
23. Ukkonen H., Beanlands R. S., Burwash I. et al. Effect of cardiac resynchronization therapy on myocardial efficiency and regional oxidative metabolism // Circulation. — 2003. — Vol. 107, № 1. — P. 28–31.
24. Vernooy K., Verbeek A. M., Peschar M. et al. Left bundle branch block induces ventricular remodeling and functional septal hypoperfusion // Eur. Heart J. — 2005. — Vol. 26. — P. 91–98.
25. Yu C. M., Lin H., Zhang Q. et al. High prevalence of left ventricular systolic and diastolic asynchrony in patients with congestive heart failure and normal QRS duration // Heart. — 2003. — Vol. 89, № 1. — P. 54–60.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2007

УДК 616.124.3:615.844.3

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ДИССИНХРОНИЯ ПРИ СТИМУЛЯЦИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОЧЕК ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА

О. Н. Коваленко, Д. В. Романовский, П. В. Мезенцев, Е. К. Курлянская, В. Ф. Голенища,
А. Г. Бондарчук, Е. С. Атрощенко, В. В. Макеев, И. В. Корнелюк

Республиканский научно-практический центр «Кардиология» (дир. — профессор И. Э. Адзерихо), г. Минск, Республика Беларусь

Проведен сравнительный анализ влияния электрокардиостимуляции верхушки ПЖ, базального отдела ПЖ, межжелудочковой перегородки в режиме VVI на внутрисердечную гемодинамику, показатели электрической и механической диссинхронии.

Ключевые слова: брадиаритмии, правый желудочек, электрокардиостимуляция, электрическая и механическая диссинхрония, ишемическая болезнь сердца.

We have made a comparative influential analysis of VVI pacing of right ventricular (RV) apex, basal zone and interventricular septum on cardiac hemodynamics, electrical and mechanical dissynchrony.

Key words: bradyarrhythmias, right ventricle, pacing, electrical and mechanical dissynchrony, coronary artery disease.

Имплантация электрокардиостимулятора (ЭКС) является жизненно необходимой у больных с выраженными проявлениями различных брадиаритмий. Электрокардиостимуляция (ЭС) верхушки правого желудочка уменьшает клинические проявления брадиаритмий за счет улучшения церебрального кровотока и снижает риск внезапной смерти. Однако стимуляция верхушки

ПЖ приводит к ятрогенной электрической диссинхронии по типу полной блокады левой ножки пучка Гиса (ПБЛНПГ) [1, 11]. Неправильное распространение возбуждения по миокарду желудочков при такой ЭС вызывает выраженные нарушения внутрижелудочкового проведения [3, 4, 7]. Это в ряде случаев приводит к парадоксальной стимуляции МЖП, недостаточной желудочковой