

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2011

УДК 616.124.6:616.127:579.256]-085

МЕТОДИКА ТОРАКОСКОПИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УЧАСТКА СТИМУЛЯЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕРДЕЧНОЙ РЕСИНХРОНИЗИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ (экспериментальное исследование)

Л. А. Бокерия*, З. Б. Махалдиани, К. А. Калысов

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева (дир. – академик РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

Цель работы – разработать и экспериментально апробировать методику торакоскопического картирования левого желудочка (ЛЖ), позволяющую определить оптимальную зону ЛЖ (участок миокарда ЛЖ с наиболее поздней электрической активацией) для дальнейшей имплантации электрода на данном участке для проведения сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ).

Материал и методы. Исследование было выполнено на здоровых беспородных собаках обоего пола ($n = 21$) с массой тела 18–23 кг. Операции заключались в картировании поверхности ЛЖ при моделировании блокады левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) и имплантации эпикардального электрода на работающем сердце доступом из трехпортовой левосторонней торакоскопии. Операции проводились в условиях ИВЛ и открытого пневмоторакса.

Результаты. Общая длительность операции составила в среднем $50,95 \pm 8,12$ мин. Кровотери и хирургических осложнений не было. Картирование показало, что зона с максимальным отставанием проведения волны возбуждения находится в боковой стенке ЛЖ, отставание проведения в данной зоне составило в среднем $79,95 \pm 4,58$ мс. Процентное соотношение задержки к ширине комплекса QRS в данной зоне составило в среднем $79,73 \pm 5,81\%$. При сердечной ресинхронизирующей терапии получены достоверные данные: укорочение ширины QRS при стимуляции боковой стенки ЛЖ в среднем на $31,01 \pm 6,55\%$.

Заключение. Торакоскопическая методика безопасна, эффективна и может быть успешно применена при лечении пациентов с ХСН.

Ключевые слова: торакоскопия, сердечная ресинхронизирующая терапия, эпикардальное картирование.

Objective of the work is to develop and experimentally approve technique of the left ventricle (LV) thoracoscopic mapping allowing to determine optimal zone of LV (LV myocardial portion with the latest electric activation) for further implantation of the electrode at this portion to carry out cardiac resynchronized therapy (CRT).

Material and methods. The trial was carried out on healthy mongrel dogs of both sexes ($n=21$) with body weight 18–23 kg. The procedure include mapping of the LV surface associated with left bundle-branch block (LBBB) and epicardial electrode implantation on the beating heart with three port left thoracoscopy. The surgeries were performed under mechanical ventilation and open pneumothorax.

Results. Total duration of the surgery averaged 50.95 ± 8.12 min. There were no blood loss and surgical complications. The mapping showed that the zone with maximal wave excitation lag was situated in the lateral LV wall, conduction lag in this zone averaged 79.95 ± 4.58 months. The lag versus QRS complex width ratio in this zone averaged $79.73 \pm 5.81\%$. With cardiac resynchronized therapy reliable data of QRS width shortening ($31.01 \pm 6.55\%$) associated with stimulation of the LV lateral wall were obtained.

Conclusion. Thoracoscopic technique is safe, efficient and can be successfully used for the treatment of patients with CHF.

Key words: thoracoscopy, cardiac resynchronized therapy, epicardial mapping.

Первые исследования, посвященные применению электрокардиостимуляции (ЭКС) для лечения хронической сердечной недостаточности (ХСН), рефрактерной к медикаментозной тера-

пии, появились еще в конце восьмидесятых годов прошлого века. В 1992 г. М. Hochleitner и соавт. опубликовали результаты исследования по применению постоянной двухкамерной ЭКС с укороченной

* Адрес для переписки: e-mail: leoan@online.ru

атриовентрикулярной задержкой у пациентов с терминальной ХСН [11]. В 1994 г. S. Cazeau и соавт. сообщили о впечатляющем положительном клиническом результате применения четырехкамерной стимуляции у 54-летнего мужчины с тяжелой сердечной недостаточностью [9]. В 2001 г. было проведено первое многоплановое контролируемое перекрестное исследование в области сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ) – MUSTIC, в котором было показано, что при ее проведении резко сокращается количество госпитализаций по поводу ХСН, улучшаются функциональный класс ХСН, качество жизни, толерантность к физическим нагрузкам и пиковое потребление кислорода [8].

Для проведения СРТ у пациентов с синусовым ритмом требуется три эндокардиальных электрода, имплантируемых в правое предсердие, правый желудочек (ПЖ) и через коронарный синус на эпикард левого желудочка (ЛЖ) [2]. Согласно данным крупных исследований, данная процедура требует длительного обучения и в 8–10% случаях имплантация ЛЖ-электрода в коронарную вену невозможна [1, 7]. Даже после успешной постановки ЛЖ-электрода около 30% пациентов не отвечают на СРТ должным образом. Это может быть связано с ЛЖ-электродом, например с высоким порогом стимуляции на нем, со стимуляцией диафрагмального нерва или отсутствием соответствующих целевых вен. В последнее время в качестве альтернативы трансвенозному способу предложена имплантация ЛЖ хирургическим способом [1, 14, 15].

Таким образом, вопрос о разработке альтернативных, безопасных и эффективных методов имплантации электрода в ЛЖ остается открытым.

Целью работы явилась разработка и экспериментальная апробация методики торакоскопического картирования миокарда ЛЖ, позволяющей определить оптимальную зону для дальнейшей имплантации электрода на данном участке для проведения СРТ.

Материал и методы

Исследование проводилось на 21 беспородной собаке обоего пола с массой тела 18–25 кг. Операция заключалась в картировании поверхности ЛЖ и имплантации эпикардиального электрода в миокард ЛЖ на работающем сердце доступом из трехпортовой левосторонней торакоскопии. В работе использовалась жесткая 10-миллиметровая 30° оптика, 5-миллиметровый лапароскопический инструментарий, видеокомплекс Storz (Германия), электрофизиологическая система Биоток-300 (Россия) и наружный однокамерный ЭКС Medtronic-5348 SSI. Выполнялись поверхностная ЭКГ, эпикардиальная ЭКГ, пульсоксиметрия, торакоскопия, инвазивно измерялось АД.

Операции проводились в условиях искусственной вентиляции легких и открытого пневмоторакса. Критерием эффективности и безопасности проведения операций служили длительность операции (мин), число и характер послеоперационных хирургических осложнений, длительность искусственной вентиляции легких (мин), возможные нарушения ритма сердца (число и характер). Критерием эффективного картирования было определение максимального отставания желудочкового спайка на электрограмме, полученной с поверхности ЛЖ, от референтной точки (начала комплекса QRS во II отведении стандартной поверхностной ЭКГ). Полученные данные обрабатывались на компьютере с использованием статистической программы BioStat–2008. Сравнение двух зависимых выборок проводили с помощью критерия Уилкоксона. При уровне значимости менее 0,05 различия признавались значимыми.

Хирургическая техника

Испытуемые животные находились в правом полубоковом положении, что обеспечивало горизонтальное направление продольной оси лапароскопического инструмента. Левая передняя конечность отводилась к голове, при этом левая лопатка сдвигалась в сторону, что обеспечивало максимальное расширение межреберных промежутков для облегчения введения портов и наиболее оптимальной визуализации стенок сердца. Операции выполнялись из трехпортового доступа. Точки расположения портов напоминали треугольник: 1-й порт – в IV межреберном промежутке по среднеключичной линии, 2-й порт – в III межреберном промежутке по подмышечной линии и 3-й порт – в VI межреберном промежутке по подмышечной линии.

Под контролем операционной оптики (1-й порт) с помощью лапароскопического диссектора (2-й порт) и ультразвукового инструмента АСУ36Р («Ethicon») (3-й порт) длинным линейным разрезом вскрывался передний листок перикарда на протяжении от ушка ЛП до верхушки сердца (рис. 1, а). В некоторых случаях перикард рассекался с помощью лапароскопического коагулятора (рис. 1, б). Рассечение перикарда осуществлялось на расстоянии 2 см медиальнее и параллельно расположению левого диафрагмального нерва (данный нерв служил ориентиром при рассечении листов перикарда). В каудальной части разрез перикарда продлевался до верхушки сердца и передней стенки правого желудочка. Выполнение широкого рассечения перикарда позволяло осуществить необходимый оперативный доступ ко всем стенкам ЛЖ. После рассечения перикарда визуализировались стенки ЛЖ и коронарные артерии.

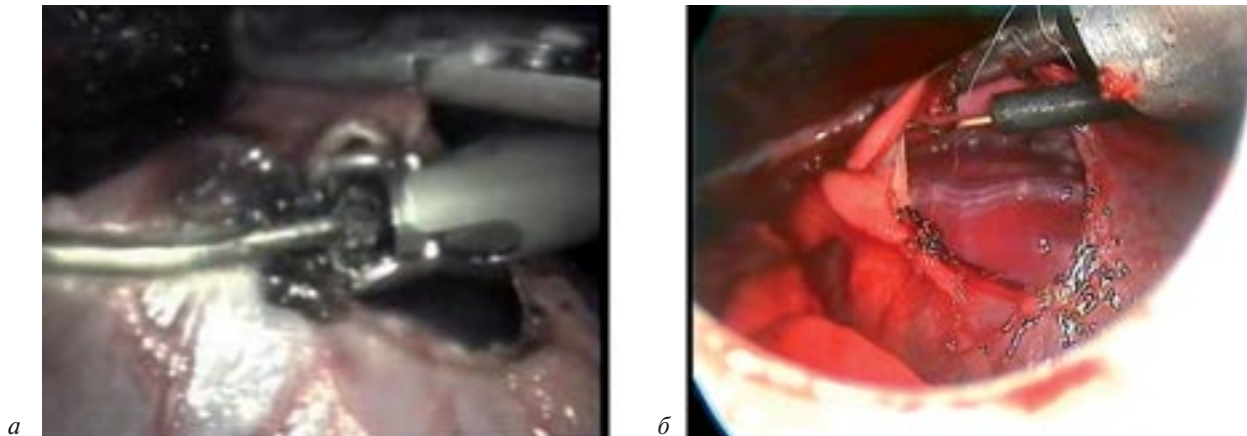


Рис. 1. Этапы операции (эндофотографии). Перикард вскрывается при помощи ультразвуковых ножниц АСУ36Р («Ethicon») (а) или лапароскопического коагулятора (б)

Методика эпикардального картирования поверхности левого желудочка

Изначально к приточному отделу правого желудочка через 1-й порт проводился эпикардальный электрод, который располагался под листком перикарда для стимуляции правого желудочка. Таким образом, моделировалась полная блокада левой ножки пучка Гиса (ПБЛНПГ). Картирование стенок ЛЖ проводилось при стимуляции правого желудочка (рис. 2). Частота собственного ритма варьировала от 110 до 160 уд/мин. Стимуляция правого желудочка осуществлялась с частотой, превышающей собственный ритм на 10 уд/мин.

С помощью 5-миллиметрового лапароскопического граспера захватывался листок перикарда и отодвигался в дорсальном направлении для визуализации передней стенки ЛЖ. С помощью электрода AtriCure регистрировалась электрокардиограмма с передней поверхности ЛЖ. Далее таким же образом картировалась боковая стенка ЛЖ и



Рис. 2. Этап операции (эндофотография). Производится картирование боковой стенки ЛЖ биполярным электродом AtriCure

верхушка ЛЖ. Доступ к задней стенке осуществлялся при отведении листка перикарда вниз, таким образом была картирована задняя стенка ЛЖ.

Методика торакоскопической ресинхронизирующей терапии

Для проведения СРТ выполнялась стимуляция разных стенок ЛЖ с помощью того же картирующего биполярного электрода AtriCure, одномоментно со стимуляцией ПЖ, тем временем на ЭКГ во II стандартном отведении фиксировалось изменение ширины комплекса QRS. Таким образом, воссоздавалась СРТ с нулевой внутривентрикулярной задержкой.

Методика имплантации эпикардального электрода

Для имплантации электрода в ЛЖ применялись две разные методики: «вкручивание» и «подшивание». Методика «вкручивания» ($n=10$) включала в себя следующие действия: изначально с помощью 5-миллиметрового лапароскопического тампонодержателя стабилизировался межсосудистый участок заднебоковой стенки ЛЖ (1-й порт), далее через 2-й порт к заднебоковой стенке ЛЖ с помощью 5-миллиметрового лапароскопического граспера подводился эпикардальный электрод с активной фиксацией в виде «штопора» (Россия), головка электрода фиксировалась и позиционировалась в межсосудистой зоне с помощью 5-миллиметрового лапароскопического граспера, затем граспер прокручивался вокруг своей оси, при этом эпикардальный электрод осторожно вкручивался в миокард ЛЖ на 2,5 оборота по часовой стрелке (рис. 3, а). Методика «подшивания» ($n=11$) включала в себя следующие действия: с помощью иглодержателя с контриглодержателем на миокард ЛЖ накладывались два шва на расстоянии 5–7 мм друг от друга, вне грудной клетки на иголки насаживался

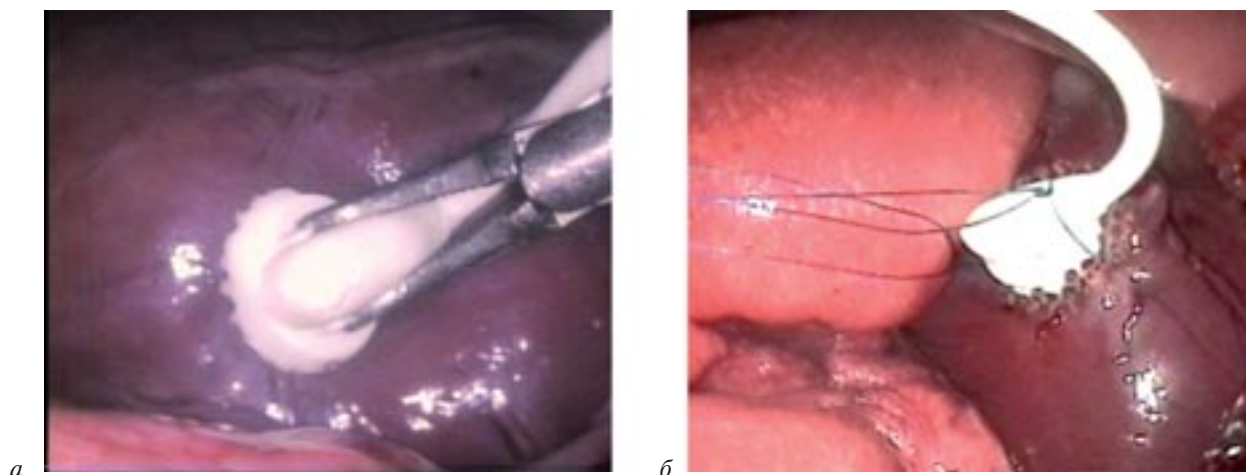


Рис. 3. Этап операции (эндофотографии). Имплантация эпикардиального электрода в боковую стенку ЛЖ путем «вкручивания» (а) или путем накладывания двух узловых швов (б)

эпикардиальный электрод, затем с помощью торакоскопического граспера электрод погружался и прикладывался на эпикард ЛЖ, далее узлы завязывались с помощью торакоскопического толкателя узла (рис. 3, б). При осторожном подтягивании за проксимальную часть электрода определялась прочность фиксации.

Результаты

Общая длительность операции составила от 40 до 65 мин (в среднем $50,95 \pm 8,12$ мин). Хирургические осложнения были следующие: в одном случае (10%) во время вкручивания электрода из-за недостаточной стабилизации миокарда электродом были разможены ткани миокарда ЛЖ, и имплантация электрода в данной точке не была осуществлена. Незначительное кровотечение в данной точке было успешно остановлено с помощью лигатурного шва. В пяти случаях (23,8%) во время имплантации электрода регистрировались желудочковые экстрасистолы и короткие «пробежки» желудочковой тахикардии (до 7 комплексов). Кровопотеря в послеоперационном периоде не отмечалась. Экстубация производилась на операционном столе, при этом продолжительность искусственной вентиляции легких составляла от 27 до 48 мин (в среднем $35,4 \pm 5,8$ мин). Летальных исходов не было.

В таблице 1 показаны результаты стимуляции боковой стенки правого желудочка. Исходно на синусовом ритме ширина комплекса *QRS* в среднем составила $50,62 \pm 4,62$ мс, максимальная – 60 мс, минимальная – 42 мс. При стимуляции ширина комплекса *QRS* достоверно возрастала в среднем до $100,43 \pm 3,72$ мс (максимальная – 107 мс, минимальная – 95 мс) ($p < 0,0001$).

Полученные результаты картирования приведены в таблице 2. При картировании передней стенки ЛЖ среднее отставание желудочкового

спайка от референтной точки составило $31,81 \pm 4,94$ мс (минимальное – 23 мс, максимальное – 40 мс). При картировании боковой стенки ЛЖ среднее отставание составило $79,95 \pm 4,58$ мс (минимальное – 70 мс, максимальное – 88 мс). На задней стенке ЛЖ среднее отставание составило $69,71 \pm 6,25$ мс (минимальное – 59 мс, максимальное – 79 мс). На верхушке сердца среднее отставание составило $36,38 \pm 4,58$ мс (минимальное – 28 мс, максимальное – 43 мс). Зона с максимальным отставанием распространения волны возбуждения находится в боковой стенке ЛЖ. По усредненным

Таблица 1

Моделирование ПБЛНПГ

№	Ширина комплекса <i>QRS</i> , мс		Уширение <i>QRS</i> , %
	исходно	ПБЛНПГ	
1	48	102	112,5
2	45	98	117,8
3	45	100	122,2
4	47	96	104,3
5	50	104	108,0
6	52	98	88,5
7	48	97	102,1
8	42	103	145,2
9	60	105	75,0
10	57	102	78,9
11	54	97	79,6
12	49	96	95,9
13	53	100	88,7
14	55	107	94,5
15	48	95	97,9
16	47	97	106,4
17	50	104	108,0
18	49	103	110,2
19	57	96	68,4
20	51	104	103,9
21	56	105	87,5

Таблица 2

Результаты эпикардального картирования левого желудочка

№	Ширина <i>QRS</i> , мс	Распространение волны возбуждения в разных отделах ЛЖ, мс			
		передняя стенка	боковая стенка	задняя стенка	верхушка сердца
1	102	33	81	75	39
2	98	28	83	76	31
3	100	23	79	65	29
4	96	37	88	79	40
5	104	29	80	68	35
6	98	34	84	77	39
7	97	26	77	65	30
8	103	40	82	74	41
9	105	31	79	71	35
10	102	24	71	63	28
11	97	35	82	74	40
12	96	34	80	75	39
13	100	31	79	65	33
14	107	30	75	68	31
15	95	28	70	60	37
16	97	39	86	78	42
17	104	29	82	69	34
18	103	38	79	75	41
19	96	35	81	61	39
20	104	27	75	59	38
21	105	37	86	67	43
Среднее (min–max)	100,43 (95–107)	31,81 (23–40)	79,95 (70–88)	69,71 (59–79)	36,38 (28–43)

данным можно судить, что данная зона ближе к задней стенке ЛЖ, нежели к передней стенке или верхушке ЛЖ. Процентное соотношение отставания проведения волны возбуждения к ширине комплекса *QRS* при БЛНПГ на боковой и задней стенке составило более 50% (рис. 4), что является критерием эффективной СРТ [18].

Результаты СРТ показаны в таблице 3. В среднем исходная ширина комплекса составила $100,43 \pm 3,72$ мс (максимальная – 107 мс, минимальная – 95 мс). При СРТ со стимуляцией передней стенки ЛЖ средняя *QRS* составила $81,19 \pm 6,0$ мс (минимальная – 69 мс, максимальная – 91 мс), со стимуляцией боковой стенки ЛЖ – $69,29 \pm 7,02$ мс (минимальная – 56 мс, максимальная – 80 мс), со стимуляцией задней стенки ЛЖ – $72,72 \pm 6,61$ мс (минимальная – 62 мс, максимальная – 83 мс), со стимуляцией верхушки сердца – $80,24 \pm 5,67$ мс (минимальная – 70 мс, максимальная – 90 мс). При вычислении изменения ширины комплекса *QRS* до и во время СРТ получены следующие данные: на передней стенке – $19,15 \pm 5,35\%$; на боковой стенке – $31,01 \pm 6,55\%$; на задней стенке – $27,61 \pm 5,84\%$ и на верхушке сердца – $20,10 \pm 4,89\%$. Изменение ширины комплекса *QRS* при СРТ во всех случаях статистически достоверно ($p = 0,0001$). При СРТ со стимуляцией боковой стенки ЛЖ регистрируется максимальное укорочение ширины комплекса *QRS* по сравнению с остальными

отделами ЛЖ. На рисунке 5 показано, что укорочение ширины комплекса *QRS* при СРТ зависит от отставания распространения волны деполяризации. Иными словами, чем больше отставание проведения импульса в зоне стимуляции, тем больше наблюдается укорочение ширины комплекса *QRS*.

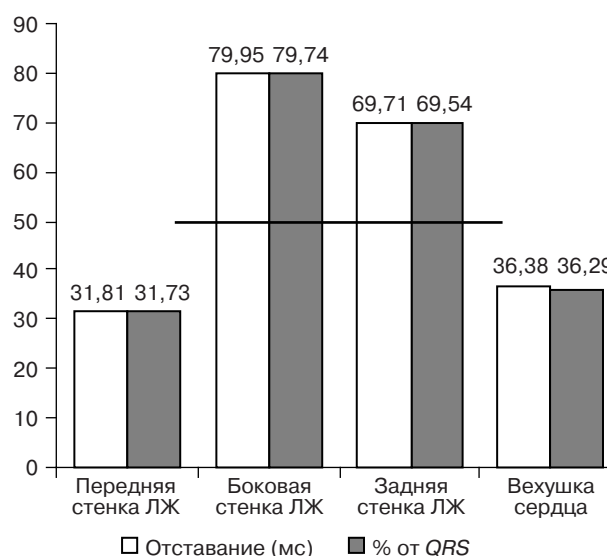


Рис. 4. Отставание распространения волны возбуждения и его соотношение с шириной комплекса *QRS* при ПБЛНПГ. Зоны с отставанием более 50% соответствуют боковой и задней стенке ЛЖ

Таблица 3

Результаты ресинхронизирующей терапии

№	Ширина QRS при БЛНПГ	Ширина QRS при СРТ со стимуляцией разных отделов ЛЖ, мс				Изменение QRS при СРТ, %			
		передняя стенка	боковая стенка	задняя стенка	верхушка сердца	передняя стенка	боковая стенка	задняя стенка	верхушка сердца
1	102	80	60	65	75	21,57	41,18	36,27	26,47
2	98	78	56	62	72	20,41	42,86	36,73	26,53
3	100	83	68	78	80	17,00	32,00	22,00	20,00
4	96	79	56	63	71	17,71	41,67	34,38	26,04
5	104	91	72	79	82	12,50	30,77	24,04	21,15
6	98	83	75	78	85	15,31	23,47	20,41	13,27
7	97	75	68	72	82	22,68	29,90	25,77	15,46
8	103	90	80	83	87	12,62	22,33	19,42	15,53
9	105	78	67	65	84	25,71	36,19	38,10	20,00
10	102	84	74	79	85	17,65	27,45	22,55	16,67
11	97	88	76	74	80	9,28	21,65	23,71	17,53
12	96	74	63	69	74	22,92	34,38	28,13	22,92
13	100	90	71	75	84	10,00	29,00	25,00	16,00
14	107	85	78	81	90	20,56	27,10	24,30	15,89
15	95	69	64	64	70	27,37	32,63	32,63	26,32
16	97	75	68	65	80	22,68	29,90	32,99	17,53
17	104	80	77	79	83	23,08	25,96	24,04	20,19
18	103	75	63	69	73	27,18	38,83	33,01	29,13
19	96	80	76	76	84	16,67	20,83	20,83	12,50
20	104	88	74	76	85	15,38	28,85	26,92	18,27
21	105	80	69	75	79	23,81	34,29	28,57	24,76

Данные (чувствительность и порог стимуляции), полученные с имплантированного ЛЖ-электрода, с точки зрения хирургии кардиостимуляции являются удовлетворительными. Чувствительность во всех случаях составила более 10 мВ, а порог стимуляции составил от 0,2 мА до 0,6 мА (в среднем $0,38 \pm 0,1$ мА) при длительности стимула 1,8 мс. При сравнительном анализе двух методик

имплантации статистически достоверных различий не получено ($p = 0,5002$).

Обсуждение

J. P. Singh и соавт. провели исследование, включавшее 71 пациента, которым производилась имплантация ресинхронизирующего устройства [18]. Было выявлено, что имплантация ЛЖ-электрода на участке с наибольшей задержкой распространения потенциала действия была связана со значительным улучшением показателей гемодинамики. В то же время уровень задержки менее 50% сопровождался худшим гемодинамическим эффектом. Полученные нами данные согласуются с данными J. P. Singh и соавт., которые показали, что зона отставания распространения волны возбуждения более 50% соответствует боковой и задней стенке ЛЖ, где наблюдается наибольшее укорочение ширины комплекса QRS при СРТ.

Кроме того, были предложены несколько инвазивных и неинвазивных методов определения участка ЛЖ с поздней электрической активацией [6, 13, 19]. Было доказано, что трехмерная бесконтактная система эндокардиального картирования ЛЖ показывает точную последовательность распространения волны потенциала действия по эндокарду ЛЖ, таким образом указывая участок ЛЖ с поздней активацией, куда наиболее желательно позиционирование ЛЖ-электрода.

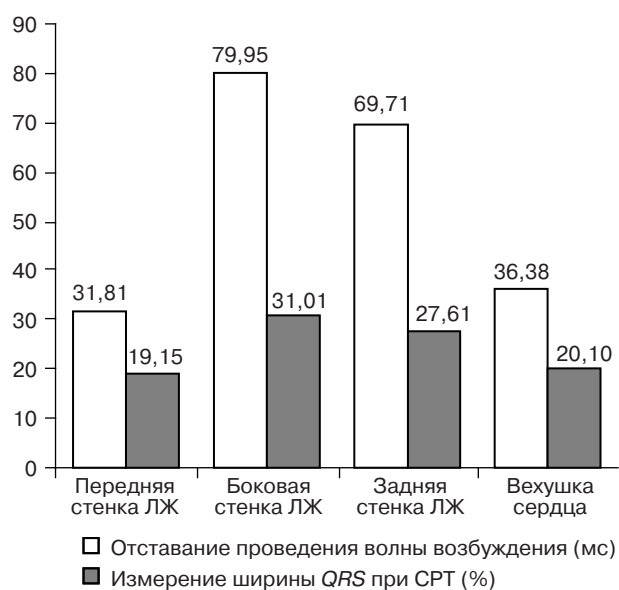


Рис. 5. Укорочение ширины комплекса QRS при СРТ и ее зависимость от отставания распространения волны деполяризации

Торакоскопическая методика позволяет картировать эпикард ЛЖ под прямым визуальным контролем, что, по нашему мнению, является преимуществом. По сравнению с дорогостоящими современными технологиями эндокардиального картирования, где расходные материалы тоже дорогие, торакоскопическая методика является более доступной для широкого применения.

Исследование P. D. Lambiase и соавт. включало 10 пациентов, которым проводилась СРТ. Распространение волны возбуждения по ЛЖ было оценено с помощью системы трехмерного бесконтактного эндокардиального картирования (EnSite 3000, Endocardial Solutions, Minneapolis, MN, USA) при проведении разных режимов стимуляции (DDD-ПЖ, DDD-ЛЖ и БВС) и при стимуляции разных участков ЛЖ. Одновременно оценивалась работа ЛЖ (сердечный выброс, dP/dt_{max}). Максимальный гемодинамический эффект был получен при стимуляции в режиме бивентрикулярной стимуляции с предстимуляцией ЛЖ на участке с максимальным отставанием распространения волны ПД [12].

В нашем исследовании применялся наружный однокамерный ЭКС. По этой причине мы не могли проводить предстимуляцию левого и правого желудочков и проводили одновременную стимуляцию обоих желудочков. Полученные нами данные согласуются данными P. D. Lambiase и соавт., которые показали, что при стимуляции боковой стенки ЛЖ, где определялось максимальное отставание распространения волны возбуждения, наблюдается максимальное укорочение ширины комплекса QRS.

Участок миокарда ЛЖ с поздней активацией может быть оценен неинвазивно при помощи эхокардиографии и МРТ [6, 13]. G. Ansalone и соавт. продемонстрировали роль тканевой доплерографии при определении участка с поздней активацией и оценили эффективность СРТ при стимуляции участка ЛЖ с поздней активацией и на отдаленных от него участках. Авторы выяснили, что при стимуляции на участке с поздней активацией достигается наибольшее улучшение клинического статуса и гемодинамики. Таким образом, имплантация ЛЖ-электрода на участке с максимальным отставанием является одним из ключевых моментов СРТ [4].

Магнитно-резонансная томография является методикой трехмерной визуализации, позволяет визуализировать механическую последовательность сокращения миокарда и определить участок миокарда, сокращающийся в последнюю очередь. Данная методика не является широкодоступной и несовместима с ресинхронизирующим устройством, что не позволяет оценить эффект СРТ и вести последующее наблюдение за пациентами [13].

Потенциально смертельные риски трансвенозного способа имплантации левожелудочкового электрода следующие: диссекция и перфорация коронарных вен, тампонада сердца, желудочковые аритмии и инфекции. Ранняя госпитальная летальность при имплантации БВС составляет примерно 0,4%. А частота дислокаций ЛЖ-электрода достигает 9% в течение 6 мес после имплантации. Число осложнений, связанных с ЛЖ-электродом, в течение 6 мес после имплантации составляет 10–33% [3, 9, 10, 17].

Согласно исследованию, проведенному C. Alonso и соавт., в 36% случаев ЛЖ-электрод располагался атипично. Позже они сообщили, что частота успешного позиционирования ЛЖ-электрода в целевой вене (боковая, переднебоковая или заднебоковая ветви) достигала 70% [5]. Схожие данные были получены в исследовании Easytrak Registry: в 54% случаев ЛЖ-электрод устанавливался в боковую стенку ЛЖ (включая переднебоковую ветвь – 10%, эффективность СРТ в данной позиции под вопросом), в 13% – в заднюю стенку, и более чем в 30% случаев ЛЖ-электрод располагался в передней стенке ЛЖ.

Хирургические методики предлагают альтернативное решение, когда имплантация ЛЖ-электрода стандартным способом не может быть выполнена. Описаны три хирургические методики [14, 15]: 1) левая боковая мини-торакотомия, 2) видеоторакоскопическая методика, 3) методика с применением робототехники.

Среди авторов имеются расхождения по поводу послеоперационных осложнений при применении левосторонней торакотомии у пациентов с сердечной недостаточностью. Согласно данным P. M. Shah и соавт., средняя длительность пребывания в отделении реанимации составила 2,1 дня, и 5 (36%) пациентам из 14 включенных в исследование потребовалась инотропная поддержка. Однако A. Puglisi и соавт. сообщили, что ни у одного из пациентов в исследовании, включавшем 33 больных, не отмечалось хирургических и послеоперационных осложнений. В сообщениях относительно летальности цифры всегда низки, без очевидного превышения летальности в долгосрочном наблюдении по сравнению со стандартной методикой [16].

Н. Mair и соавт. провели исследование, где сравнивали результаты операций у 80 пациентов, перенесших имплантацию ЛЖ-электрода с использованием хирургической методики. Традиционная левосторонняя торакотомия проводилась 16 пациентам, у 31 пациента применялась видеоторакоскопическая методика и 33 пациентам ЛЖ-электрод имплантировался с помощью робототехники. Авторы выявили, что не отмечается разницы в показателях летальности при использовании всех указанных выше методик.

Таким образом, каждый из хирургических методов хорошо переносится и демонстрирует хорошие результаты. Новые методы, такие как видеоторакоскопия и робототехника, безопасны и эффективны и, вероятно, могут заменить традиционную торакотомию в связи с их эффективностью и меньшей инвазивностью. Робототехника повсеместно не может быть использована по причине дороговизны. Сочетание интраоперационного определения электрической диссинхронии и имплантации ЛЖ-электрода на оптимальном участке ЛЖ должно показать высокие результаты СРТ в клинике.

Таким образом, трансвенозная методика имплантации ЛЖ-электрода пока остается процедурой выбора для проведения бивентрикулярной стимуляции. Однако для определенного числа пациентов, которым невозможно проведение трансвенозной имплантации электродов или которые не отвечают должным образом на СРТ в связи с проблемами с имплантацией ЛЖ-электрода, хирургическая методика является альтернативой. Видеоторакоскопия представляет собой наиболее перспективную методику в связи с меньшей инвазивностью.

Торакоскопические технологии обеспечивают доступ ко всем отделам ЛЖ, что позволяет определить оптимальную точку для имплантации ЛЖ-электрода и имплантировать эпикардиальный электрод для наиболее эффективной сердечной ресинхронизирующей терапии при коротком времени вмешательства.

Торакоскопическое картирование и имплантация эпикардиального электрода в левый желудочек из трехпортовой левосторонней торакоскопии возможны, являются эффективным, прецизионным, безопасным методом и могут быть сопоставимы по времени с длительностью трансвенозной операции, что дает основание к успешному применению торакоскопической методики при лечении пациентов с ХСН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия, Л. А. Использование торакоскопической техники для имплантации ресинхронизирующих эпикардиальных электродов в левый желудочек / Л. А. Бокерия, З. Б. Махалдани, М. Б. Биниашвили // *Анналы аритмологии*. — 2006. — № 1. — С. 64–67.
2. Бокерия, Л. А. Технические аспекты имплантации бивентрикулярных устройств у пациентов с застойной сердечной недостаточностью. Оптимизация методик для повышения безопасности и эффективности / Л. А. Бокерия, В. А. Базавев, О. Л. Бокерия, В. В. Чумаков // *Анналы аритмологии*. — 2006. — № 1. — С. 34–39.
3. Abraham, W. T. Cardiac resynchronization in chronic heart failure / W. T. Abraham, W. G. Fisher, A. L. Smith et al. // *N. Engl. J. Med.* — 2002. — Vol. 346, № 24. — P. 1845–1853.
4. Alonso, C. Six year experience of transvenous left ventricular lead implantation for permanent biventricular pacing in patients with advanced heart failure: technical aspects / C. Alonso, C. Leclercq, F. R. d'Almones et al. // *Heart*. — 2001. — Vol. 86, № 4. — P. 405–410.
5. Ansalone, G. Doppler myocardial imaging to evaluate the effectiveness of pacing sites in patients receiving biventricular pacing / G. Ansalone, P. Giannantoni, R. Ricci et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2002. — Vol. 39, № 3. — P. 489–499.
6. Becker, M. Impact of left ventricular lead position on the efficacy of cardiac resynchronization therapy: a two-dimensional strain echocardiography study / M. Becker, A. Franke, O. A. Breithardt et al. // *Heart*. — 2007. — Vol. 93, № 10. — P. 1197–1203.
7. Butter, C. Effect of resynchronization therapy stimulation site on the systolic function of heart failure patients / C. Butter, A. Auricchio, C. Stellbrink et al. // *Circulation*. — 2001. — Vol. 104, № 25. — P. 3026–3029.
8. Cazeau, S. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay / S. Cazeau, C. Leclercq, T. Lavergne et al. // *N. Engl. J. Med.* — 2001. — Vol. 344, № 12. — P. 873–880.
9. Cazeau, S. Four chamber pacing in dilated cardiomyopathy / S. Cazeau, P. Ritter, S. Bakdach et al. // *Pacing Clin. Electrophysiol.* — 1994. — Vol. 17, № 11 (Pt. 2). — P. 1974–1979.
10. Fatemi, M. Short and long-term single-centre experience with an S-shaped unipolar lead for left ventricular pacing / M. Fatemi, Y. Etienne, M. Gilard et al. // *Europace*. — 2003. — Vol. 5, № 2. — P. 207–211.
11. Hochleitner, M. Long-term efficacy of physiologic dual-chamber pacing in the treatment of end-stage idiopathic dilated cardiomyopathy / M. Hochleitner, H. Hortnagl, L. Fridrich et al. // *Am. J. Cardiol.* — 1992. — Vol. 70, № 15. — P. 1320–1325.
12. Lambiase, P. D. Non-contact left ventricular endocardial mapping in cardiac resynchronization therapy / P. D. Lambiase, A. Rinaldi, J. Hauck et al. // *Heart*. — 2004. — Vol. 90, 1. — P. 44–51.
13. Lardo, A. C. Magnetic resonance imaging assessment of ventricular dyssynchrony: current and emerging concepts / A. C. Lardo, T. P. Abraham, D. A. Kass // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2005. — Vol. 46, № 12. — P. 2223–2228.
14. Mair, H. Epicardial lead implantation techniques for biventricular pacing via left lateral mini-thoracotomy, video-assisted thoracoscopy, and robotic approach / H. Mair, J. L. Jansens, O. M. Lattouf et al. // *Heart Surg. Forum*. — 2003. — Vol. 6, № 5. — P. 412–417.
15. Navia, J. L. Minimally invasive surgical alternatives for left ventricle epicardial lead implantation in heart failure patients / J. L. Navia, F. A. Atik // *Ann. Thorac. Surg.* — 2005. — Vol. 80, № 2. — P. 751–754.
16. Puglisi, A. Limited thoracotomy as a second choice alternative to transvenous implant for cardiac resynchronization therapy delivery / A. Puglisi, M. Lunati, A. G. Marullo et al. // *Eur. Heart J.* — 2004. — Vol. 25, № 12. — P. 1063–1069.
17. Purerfellner, H. Transvenous left ventricular lead implantation with the EASYTRAK lead system: the European experience / H. Purerfellner, H. J. Nesser, S. Winter et al. // *Am. J. Cardiol.* — 2000. — Vol. 86, № 9A. — P. 157K–164K.
18. Singh, J. P. Left ventricular lead electrical delay predicts response to cardiac resynchronization therapy / J. P. Singh, D. Fan, E. K. Heist et al. // *Heart Rhythm*. — 2006. — Vol. 3, № 11. — P. 1285–1292.
19. Uretsky, B. F. Predictors of mortality from pump failure and sudden cardiac death in patients with systolic heart failure and left ventricular dyssynchrony: results of the CARE-HF trial / B. F. Uretsky, K. Thygesen, J. C. Daubert et al. // *J. Card. Fail.* — 2008. — Vol. 14, № 8. — P. 670–675.

Поступила 28.11.2011