

# РЕЗУЛЬТАТЫ В СРЕДНЕ-ОТДАЛЁННОМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ВЛИЯНИЯ ПОСТОЯННОЙ ЭНДОКАРДИАЛЬНОЙ ЖЕЛУДОЧКОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА СТРУКТУРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕРДЦА ПРИ АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНЫХ БЛОКАДАХ

## MIDTERM EFFECTS OF PERMANENT ENDOCARDIAL VENTRICULAR PACING ON CARDIAC STRUCTURAL AND GEOMETRIC PARAMETERS IN ATRIOVENTRICULAR BLOCK

**S. Gaulika  
A. Molchanov  
D. Morgunov**

*Summary.* This comparative retrospective study analyzed cardiac structural and geometric parameters 24 months post-implantation in patients with atrioventricular conduction disorders. Despite baseline similarity between groups, the IVS pacing group demonstrated statistically significant advantages in the mid- to long-term period: Interventricular septum thickness remained stable in the IVS group but increased by 21 % in the apical pacing group. Right atrial size was 15 % smaller in the IVS group. Left atrial dimensions were 22 % smaller in the IVS group. Left ventricular ejection fraction (LVEF) was 5 % higher in the IVS group. End-diastolic volume (EDV) and end-diastolic dimension (EDD) increased in both groups at 24 months, but the IVS group showed smaller increments (+11 % EDV, +12 % EDD vs. +18 % EDV, +22 % EDD in the apical group). IVS pacing is associated with preserved cardiac geometry, reduced atrial remodeling, and better LV systolic function compared to traditional apical pacing in patients with atrioventricular block.

*Keywords:* cardiac electrophysiology, hemodynamics, ventricular remodeling, pacing-induced cardiomyopathy.

**Гаулика Станислав Олегович**  
аспирант, сердечно-сосудистый хирург,  
Ханты-Мансийская государственная  
медицинская академия, Сургут, Россия  
Stas1996-96@mail.ru

**Молчанов Андрей Николаевич**  
доктор медицинских наук, профессор,  
Ханты-Мансийская государственная  
медицинская академия, Ханты-Мансийск  
amolchanov432@gmail.com

**Моргунов Денис Павлович**  
сердечно-сосудистый хирург,  
заведующий отделением ОХЛСНРС и ЭКС  
Окружной кардиологический диспансер «Центр  
диагностики и сердечно-сосудистой хирургии», Сургут  
denismorgunov@rambler.ru

*Аннотация.* Данное исследование является сравнительным, ретроспективным. В нем мы сравнивали структурно-геометрические параметры сердца через 24 месяца после стимуляции желудочков по поводу нарушений атриовентрикулярной проводимости. При исходном отсутствии статистически значимых отличий в группе «МЖП» в средне-отдаленном периоде отмечалась статистически значимо меньшая толщина межжелудочковой перегородки (в группе межжелудочковой стимуляции она не менялась, когда как в группе апикальной стимуляции возросла на 21 %), размер правого предсердия был в среднем на 15 % меньше в группе «МЖП», размеры левого предсердия были меньше в среднем на 22 % в группе «МЖП», отмечалась более высокая фракция выброса ЛЖ (в среднем — на 5 % выше), также стоит отметить, что КДО и КДР в обеих группах увеличились через 24 месяца после операции, однако, в группе «МЖП» прирост был не столь значителен — +11 % и +12 % соответственно против +18 % и +22 % в группе «верхушка ПЖ».

*Ключевые слова:* аритмология, гемодинамика, структурно-геометрические параметры.

С момента первой имплантации кардиостимулятора в 1958 году У. Лилехаем прошло более половины века. Сейчас данный метод является базальтернативной частью лечения брадиаритмий и нарушений атриовентрикулярной проводимости [1].

Постоянная эндокардиальная стимуляция для подобных пациентов на сегодняшний день является единствен-

ным методом лечения, спасающим жизнь. В связи с этим данный метод подробно изучается и совершенствуется.

Метод постоянной стимуляции желудочков при блокадах атриовентрикулярного проведения претерпевал изменения, связанные с внедрением новых технических решений. Также разрабатывались электроды нового дизайна с активной и пассивной фиксацией.

Отдаленные результаты эндокардиальной стимуляции выявили негативные стороны данного метода лечения, а также специфические осложнения. Было показано, что стандартное апикальное позиционирование электрода является нефизиологичным и нарушает естественную очередность возбуждения миокарда.

В свою очередь это приводит к патологическому remodelированию камер сердца, что ухудшает отдаленный прогноз для пациента, приводит к прогрессирующей сердечной недостаточности [2].

Данные изменения отмечаются уже в среднеотдаленном периоде, что подталкивает к поиску новых путей решения вопроса желудочковой стимуляции.

Huang W. et al. было предложено устанавливать желудочковый электрод в межжелудочковой перегородке [3]. Данный метод характеризуется передачей импульса непосредственно на систему Гиса-Пуркинье, благодаря чему распространение импульса более физиологично и сокращение миокарда более синхронизировано.

Концепция желудочковой стимуляции электродом, установленным в МЖП (межжелудочковую перегородку), находит все больше сторонников в связи с обнадеживающими результатами имплантации. Преимущества, продемонстрированные в ряде работ [4,5]:

1. Снижение вероятности внутри- и межжелудочковой диссинхронии;
2. Более физиологичная контрактильность миокарда, обеспечивающая больший прирост фракции выброса уже на госпитальном этапе;
3. Лучшие показатели функции правого желудочка (ПЖ) (что отражается в меньших линейных размерах ПЖ и более высокой его фракции);
4. Меньшая частота появления структурных изменений ПЖ, чем при апикальной стимуляции; лучшие показатели наполнения левого желудочка (меньшая частота диастолической дисфункции при стимуляции МЖП ассоциирована с активацией эффекта Франка-Старлинга за счет лучшего наполнения ЛЖ, более низкими цифрами давления в левом предсердии, снижением давления заклинивания легочной артерии и частоты развития фибрилляции предсердий).

Цель настоящего исследования — представить собственные наблюдения, касающиеся результатов желудочковой стимуляции электродом, установленным в МЖП и апикально.

Данное исследование является сравнительным. В нем мы оценили, как позиционирование желудочкового электрода для постоянной стимуляции влияет на среднеотдаленные результаты лечения нарушений

АВ-проведения. Исследование выполнено в рамках одного медицинского учреждения, все интервенции выполнялись одной хирургической бригадой, что исключает оператор-зависимые искажения.

Клиническое исследование одобрено локальным этическим комитетом и не противоречит нормам деонтологии.

Исследование является ретроспективным и выполнено с применением метода псевдорандомизации, посредством которого нам удалось набрать сопоставимые по предоперационным характеристикам группы данное исследование учитывало более 1000 историй болезней, благодаря чему удалось отобрать пациентов с вполне сопоставимыми характеристиками. Более подробно дизайн исследования представлен на рисунке (рисунок 1).

Из рисунка видно, что мы сравнивали 2 принципиальных метода стимуляции желудочков — из верхушки (группа «Верхушка ПЖ») и из межжелудочковой перегородки (группа «МЖП»).

Стоит отметить, что фиксация к МЖП производилась с обязательным контролем высокоамплитудной электрограммы пучки Гиса, низких порогов стимуляции и стабильным контактом с миокардом. По завершении установки ни в одном случае не было эпизодов диссинхронии.

Период наблюдения составил 24 месяца, при этом, 100 % пациентов проходило обследование через 24 месяца, результаты исследования сравнивались с исходными. Мы фиксировали следующие конечные точки исследования — структурно-геометрические параметры: фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), конечно-диастолический размер и конечно-диастолический объем левого желудочка (КДР и КСО), конечно-систолический размер и объем левого желудочка (КСР и КСО), ударный объем левого желудочка (УО ЛЖ), линейные размеры левого предсердия (ЛП), правого предсердия (ПП), правого желудочка (ПЖ), толщину межжелудочковой перегородки (МЖП).

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ Microsoft Excel. Данные аккумулировались в виде сводной таблицы, после чего проводилась статистическая обработка в пакете программ SPSS.

Проверка параметра на нормальное распределение осуществлялась с применением критерия Колмогорова-Смирнова. Большинство данных имело распределение отличное от нормального, в связи с чем в дальнейшем использовались непараметрические критерии статистики, а описательная статистика была представлена



Рис. 1. Дизайн исследования

Медианой с указанием интерквартильного размаха. При описании категориальных параметров указывали абсолютные значения встречаемости и частоту в %.

Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U-критерий Манна-Уитни.

Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками нами применялся W-критерий Уилкоксона.

**Предоперационные характеристики пациентов, включенных в исследование**

Таблица 1.

Предоперационные характеристики включенных в исследование пациентов

Параметры	МЖП (N=89)	Верхушка ПЖ (N=94)	P (U-критерий Манна-Уитни)
<b>Демографические данные</b>			
Возраст, лет (Me [Q1;Q3])	65.0 [57.0;73.0]	65.5 [57.5;73.5]	0.72
Пол (м/ж), n (%)	50/39 (56/44)	53/41 (56/44)	0.94
<b>Клинические характеристики</b>			
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> (Me [Q1;Q3])	27.3 [24.8;30.0]	27.2 [24.7;30.1]	0.88

Параметры	МЖП (N=89)	Верхушка ПЖ (N=94)	P (U-критерий Манна-Уитни)
Длительность симптомов, мес (Me [Q1;Q3])	12.0 [8.0;16.0]	12.5 [8.5;16.5]	0.91
ФК ХСН (I–IV), n (%)	45/25/19/0	47/24/23/0	0.96
<b>Электрокардиография</b>			
ЧСС в покое, уд/мин (Me [Q1;Q3])	68.0 [62.0;74.0]	68.0 [62.0;74.0]	0.87
QRS, мс (Me [Q1;Q3])	92.0 [82.0;102.0]	93.0 [83.0;103.0]	0.93
PR, мс (Me [Q1;Q3])	213.0 [195.0;230.0]	214.0 [196.0;231.0]	0.97
<b>Лабораторные данные</b>			
Креатинин, мкмоль/л (Me [Q1;Q3])	85.0 [75.0;95.0]	85.0 [75.0;95.0]	0.91
NT-proBNP, пг/мл (Me [Q1;Q3])	215.0 [160.0;270.0]	215.0 [160.0;270.0]	0.99
<b>Сопутствующая патология, n (%)</b>			
АГ	75 (84 %)	77 (82 %)	0.89
СД 2 типа	22 (25 %)	23 (24 %)	0.95
ИБС	33 (37 %)	32 (34 %)	0.93

Таблица 2.  
Структурно-геометрические параметры сердца  
в средне-отдаленном периоде

Показатель	МЖП (N=89)	Верхушка ПЖ (N=94)	P (U-критерий Манна-Уитни)
<b>ФВ ЛЖ, %</b>			
Период госпитализации	56,2 [45,0; 67,4]	54,6 [43,4; 65,8]	0,36
24 месяца период	55,2 [45,9; 61,5]	50,1 [39,3; 61,0]	<b>&lt;0.05</b>
p (W-критерий Уилкоксона)	0,6234	0,237	–
<b>КДР ЛЖ, мм</b>			
Период госпитализации	56,3 [49,8; 62,8]	58,2 [51,8; 64,6]	0,47
24 месяца	64,1 [54,3; 68,0]	71,0 [54,4; 79,6]	<b>&lt;0.05</b>
p (W-критерий Уилкоксона)	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	–
<b>КСР ЛЖ, мм</b>			
Период госпитализации	46,3 [35,1; 57,5]	46,3 [39,9; 52,7]	0,82
24 месяца	48,1 [39,9; 56,3]	50,3 [45,8; 55,8]	0,96
p (W-критерий Уилкоксона)	0,106	0,063	–
<b>КДО ЛЖ, мл</b>			
Период госпитализации	100,8 [88,5; 114,1]	100,1 [85,7; 119,5]	0,32
24 месяца	113,0 [109,7; 150,3]	122,4 [100,8; 168,0]	<b>&lt;0.05</b>
p (W-критерий Уилкоксона)	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	–
<b>КСО ЛЖ, мл</b>			
Период госпитализации	37,3 [29,2; 45,4]	31,4 [24,2; 38,6]	0,96
24 месяца	39,2 [31,9; 46,5]	39,4 [27,9; 47,9]	0,39
p (W-критерий Уилкоксона)	0,136	0,123	–
<b>УО ЛЖ, мл</b>			
Период госпитализации	68,1 [57,7; 78,5]	66,3 [58,2; 74,4]	0,75

Показатель	МЖП (N=89)	Верхушка ПЖ (N=94)	P (U-критерий Манна-Уитни)
24 месяца	61,2 [51,5; 70,7]	57,4 [45,3; 79,5]	0,54
p (W-критерий Уилкоксона)	0,094	0,107	–
<b>ЛП, мм</b>			
Период госпитализации	36,3 [29,2; 43,4]	39,1 [31,8; 46,4]	0,323
24 месяца	32,1 [29,0; 41,2]	41,1 [33,8; 48,4]	<b>&lt;0.05</b>
p (W-критерий Уилкоксона)	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	–
<b>ПЖ, мм</b>			
Период госпитализации	73,3 [69,1; 76,5]	68,4 [63,7; 73,1]	<b>&lt;0.05</b>
24 месяца	75,1 [68,9; 79,3]	74,8 [63,1; 77,5]	0,24
p (W-критерий Уилкоксона)	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	–
<b>ПП, мм</b>			
Период госпитализации	35,4 [32,3; 38,5]	36,4 [32,2; 40,6]	0,42
24 месяца	33,5 [31,4; 36,6]	39,4 [29,2; 41,6]	<b>&lt;0.05</b>
p (W-критерий Уилкоксона)	0,041	0,028	–
<b>МЖП, см</b>			
Период госпитализации	1,2 [0,9; 1,5]	1,1 [0,7; 1,6]	0,26
24 месяца	1,2 [0,7; 1,8]	1,4 [1,0; 1,8]	<b>&lt;0.05</b>
p (W-критерий Уилкоксона)	0,112	<b>0,018</b>	–

Из таблицы 2 видно, что у пациентов отмечалось обратное ремоделирование камер сердца после установки электродов. Так в обеих группах уменьшились размеры левого предсердия, размер правого желудочка.

Вместе с этим, нельзя не отметить, что динамика этих изменений была различна. Так в группе «МЖП» отмечалось статистически значимое уменьшение размера левого предсердия, в то время как в группе «верхушка ПЖ» данный размер, наоборот, увеличился.

Размеры ПЖ также увеличились в обеих группах, в группе «МЖП» — на 2,4 %, а в группе «верхушка ПЖ» — на 8,4 %.

При исходном отсутствии статистически значимых отличий в группе «МЖП» в средне-отдаленном периоде отмечалась статистически значимо меньшая толщина межжелудочковой перегородки (в группе межжелудочковой стимуляции она не менялась, когда как в группе апикальной стимуляции возросла на 21 %), размер правого предсердия был в среднем на 15 % меньше в группе «МЖП», размеры левого предсердия были меньше в среднем на 22 % в группе «МЖП», отмечалась более высокая фракция выброса ЛЖ (в среднем — на 5 % выше), также стоит отметить, что КДО и КДР в обеих группах увеличились через 24 месяца после операции, однако, в группе «МЖП» прирост был не столь значителен — +11 % и +12 % соответственно против +18 % и +22 % в группе «верхушка ПЖ».

Спустя 24 месяца после оперативного вмешательства, в группе «МЖП» не произошло значимого увеличения количества пациентов с промежуточной фракцией выброса, однако, не смотря на оптимальную терапию увеличилось количество пациентов со сниженной фракцией выброса до 6,74 % (n=6).

В группе апикальной стимуляции произошло увеличение количества пациентов с промежуточной фракцией выброса до 17,02 % (n=16), а также произошло увеличение количества пациентов с низкой фракцией выброса до 12,77 % (n=12). В средне-отдаленном послеоперационном периоде произошло снижение ФВЛЖ в обеих исследуемых группах, однако более значимое снижение произошло в группе апикальной стимуляции.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают важность выбора места имплантации желудочкового электрода и оставляют открытым вопрос о не-

обходимости изучения новых методик имплантации желудочкового электрода, которые сохранят положительные стороны прежних методик, но при этом уменьшать негативные последствия, связанные с имплантацией ЭКС.

Однако, подобный метод является более сложным в исполнении, в частности, требует большего мастерства оператора, увеличивает время операции и лучевую нагрузку. Кроме того, требуется разработка новых моделей электродов и средств их доставки, а техническая сложность при позиционировании электрода может приводить к ряду осложнений в виде возможного расширения комплекса QRS, нарушения внутрижелудочковой проводимости технические аспекты данной процедуры были подробно описаны в работе Chen K. et al. который акцентировал внимание на том, что техника имплантации сложна и требует стандартизации (в отличие от апикального позиционирования электрода) [6]. Кроме того, некоторые авторы указали на то, что более сложное позиционирование электрода повышает риск реинтервенции. Фактор риска — высокая вариабельность строения правого желудочка. Из-за его трабекулярности может быть повышен риск дислокации электродов с пассивной фиксацией (частота реинтервенций — от 1 до 4 %) [7].

Представленные нами данные говорят о том, что выбор места установки желудочкового электрода для постоянной кардиостимуляции является предиктором изменения структурно-геометрических параметров сердца. При этом, мы получили статистически значимые отличия, которые говорят о том, что уже через 24 месяца стимуляция межжелудочковой перегородки дает преимущества в виде лучших показателей ремоделирования камер сердца.

Требуется более детальный анализ подобных показателей и их прогностической значимости в оценке рисков развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gao J, Zhang B, Zhang N, Sun M, Wang R. The electrocardiogram characteristics and pacing parameters of permanent left bundle branch pacing: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2022;63:215–224. doi:10.1007/s10840-021-01000-3.
2. Sidhu BS, Gould J, Elliott MK, Mehta V, Niederer S, Rinaldi CA. Leadless Left Ventricular Endocardial Pacing and Left Bundle Branch Area Pacing for Cardiac Resynchronisation Therapy. *Arrhythmia and Electrophysiology Review*. 2021;10:45–50. doi:10.15420/aer.2020.46.
3. Huang W, Su L, Wu S, et al. A novel pacing strategy with low and stable output: pacing the left bundle branch immediately beyond the conduction block. *Canadian Journal of Cardiology*. 2017;33:1736.e1–1736.e3. doi:10.1016/j.cjca.2017.09.013.
4. Li Y, Chen K, Dai Y, et al. Left bundle branch pacing for symptomatic bradycardia: Implant success rate, safety, and pacing characteristics. *Heart Rhythm*. 2019;16:1758–1765. doi:10.1016/j.hrthm.2019.05.014.
5. Chen K, Li Y, Dai Y, et al. Comparison of electrocardiogram characteristics and pacing parameters between left bundle branch pacing and right ventricular pacing in patients receiving pacemaker therapy. *Europace*. 2019;21:673–680. doi:10.1093/europace/euy252.
6. Chen K, Li Y. How to implant left bundle branch pacing lead in routine clinical practice. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2019;30:2569–2577. doi:10.1111/jce.14190.
7. Yu GI, Kim TH, Yu HT, et al. Left bundle branch area pacing with stylet-driven pacing leads: implantation technique. *International Journal of Arrhythmia*. 2023;24:12. doi:10.1186/s42444-023-00095-1.

© Гаулика Станислав Олегович (Stas1996-96@mail.ru); Молчанов Андрей Николаевич (amolchanov432@gmail.com);

Моргунов Денис Павлович (denismorgunov@rambler.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»