

УДК 612.089.61:616.12-073.7-089.168.1
DOI: 10.36979/1694-500X-2026-26-1-26-33

ИЗМЕНЕНИЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ С ИМПЛАНТИРОВАННЫМИ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯТОРАМИ В ПРОЦЕССЕ ДИНАМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

*Э.Д. Джишамбаев, А.Т. Иманалиев, А.А. Абдилажанова,
Д.А. Усунбаева, А.К. Камчыбеков, К.А. Калысов*

Аннотация. С целью изучения динамики функционального состояния сердца после установки постоянного водителя ритма обследовано 72 пациента с имплантированными электрокардиостимуляторами. С помощью 2-мерной электрокардиостимуляции и доплер-эхокардиографии определялись стандартные эхокардиографические показатели правых и левых отделов сердца до и в различные сроки после проведенной операции. При динамическом наблюдении (до 24 месяцев) такие показатели насосной функции сердца, как размеры левого желудочка (конечно-диастолический и конечно-систолический) и его фракция выброса не претерпевали существенных изменений. Базальный размер правого желудочка к концу второго года после установки электрокардиостимулятора повышался с $3,46 \pm 0,47$ см до $3,82 \pm 0,20$ см ($p = 0,03$). Параметры функционального состояния правого предсердия, такие как площадь (RAA_{area}) и индексированный объем правого предсердия (RAVi) увеличивались в большей степени и значимо: на 19,2 % ($p = 0,01$) и на 25,2 % ($p = 0,05$), соответственно. Показатели сократительной функции правого желудочка, такие как фракция изменения площади правого желудочка (RVFAC) и амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана (TAPSE) снижалась с $40,07 \pm 2,92$ % до $37,56 \pm 0,88$ % ($p = 0,02$) и с $1,96 \pm 0,22$ до $1,90 \pm 0,17$ см ($p = 0,44$), соответственно, в ходе проспективного наблюдения. Таким образом, у больных с имплантированными электрокардиостимуляторами при наблюдении до 24 месяцев отмечается увеличение размеров правых отделов сердца и тенденция к снижению сократительных свойств правого желудочка.

Ключевые слова: электрокардиостимуляция; трехстворчатый клапан; эндокардиальные электроды; эхокардиография; желудочки сердца; предсердия.

ДИНАМИКАЛЫК БАЙКОО УЧУРУНДА ИМПЛАНТАЦИЯЛАНГАН КАРДИОСТИМУЛЯТОРЛОРУ БАР БЕЙТАПТАРДЫН ЖҮРӨКТҮН ЭХОКАРДИОГРАФИЯЛЫК ПАРАМЕТРЛЕРИНИН ӨЗГӨРҮШҮ

*Э.Д. Джишамбаев, А.Т. Иманалиев, А.А. Абдилажанова,
Д.А. Усунбаева, А.К. Камчыбеков, К.А. Калысов*

Аннотация. Туруктуу кардиостимулятор орнотулгандан кийин жүрөктүн иштешинин динамикасын изилдөө үчүн имплантацияланган кардиостимуляторлор менен 72 бейтап текшерилди. 2D жана доплер эхокардиографиясын колдонуу менен жүрөктүн оң жана сол камераларынын стандарттык эхокардиографиялык параметрлери операцияга чейин жана андан кийин ар кандай мезгилде аныкталган. Динамикалык байкоо учурунда (24 айга чейин) сол карынчанын өлчөмү (акыркы диастоликалык жана акыркы систолалык) жана анын чыгаруу фракциясы сыяктуу жүрөк насосунун көрсөткүчтөрү олуттуу өзгөрүүлөргө дуушар болгон эмес. Кардиостимулятор орнотулгандан кийинки экинчи жылдын аягында оң карынчанын базалдык өлчөмү $3,46 \pm 0,47$ смден $3,82 \pm 0,20$ смге чейин өскөн ($p = 0,03$). Оң дүлөйчөнүн функционалдык абалынын параметрлери, мисалы, аянты (RAA_{area}) жана оң дүлөйчөнүн индекстелген көлөмү (RAVi) көбүрөөк жана олуттуу түрдө: 19,2 %га ($p = 0,01$) жана 25,2 %га ($p = 0,05$) жогорулаган. Оң карынчанын жыйрылуу функциясынын индекстери, мисалы, оң карынчанын аймагындагы фракциялык өзгөрүү (RVFAC) жана трикуспиддүү клапан шакекчесинин (TAPSE) систолалык кыймылынын амплитудасы $40,07 \pm 2,92$ %дан $37,56 \pm 0,88$ %ке чейин төмөндөдү ($p = 0,2$) жана $1,96 \pm 0,22$ % до $1,90 \pm 0,17$ см ($p = 0,44$), тиешелүүлүгүнө жараша, келечектүү байкоо учурунда. Ошентип, имплантацияланган кардиостимуляторлор менен бейтаптарда 24 айга чейин байкалганда жүрөктүн оң камераларынын көлөмүнүн чоңоюшу жана оң карынчанын жыйрылуучу касиеттеринин төмөндөшүнө тенденция байкалат.

Түйүндүү сөздөр: жүрөктүн кагышы; трикуспиддик клапан; эндокард электроддору; эхокардиография; жүрөктүн карынчалары; дүлөйчөлөр.

CHANGES IN ECHOCARDIOGRAPHIC PARAMETERS
OF THE HEART IN PATIENTS WITH IMPLANTED PACEMAKERS
DURING DYNAMIC OBSERVATION

*E.D. Djishambaev, A.T. Imanaliev, A.A. Abdilazhanova,
D.A. Usupbaeva, A.K. Kamchybekov, K.A. Kalysov*

Abstract. To study the dynamics of cardiac function after permanent pacemaker placement, 72 patients with implanted pacemakers were examined. Standard echocardiographic parameters of the right and left heart chambers were determined using 2-dimensional and Doppler echocardiography before and at different times after surgery. During follow-up (up to 24 months), cardiac pump function parameters such as left ventricular size (end-systolic and end-diastolic) and ejection fraction did not change significantly. The basal (RV1) right ventricular size by the end of the second year after pacemaker placement increased from 3.46 ± 0.47 cm to 3.82 ± 0.20 cm ($p=0.03$). Functional status parameters of the right atrium, such as area (RAarea) and indexed volume of the right atrium (RAVi) increased to a greater extent and significantly: by 19.2% ($p=0.01$) and 25.2% ($p=0.05$), respectively. Indicators of right ventricular contractile function, such as the fractional change in right ventricular area (RVFAC) and the amplitude of systolic motion of the tricuspid valve annulus (TAPSE) decreased from $40.07 \pm 2.92\%$ to $37.56 \pm 0.88\%$ ($p=0.02$) and from 1.96 ± 0.22 to 1.90 ± 0.17 cm ($p=0.44$), respectively, during prospective observation. Thus, in patients with implanted pacemakers, when observed for up to 24 months, an increase in the size of the right chambers of the heart and a tendency to decrease the contractile properties of the right ventricle are observed.

Keywords: electrocardiostimulation; tricuspid valve; endocardial electrodes; echocardiography; ventricles of the heart; atriums.

Введение. Имплантация постоянного электрокардиостимулятора (ЭКС) является эффективным и безопасным методом лечения брадикардий и нарушений проводимости сердца. Основными показаниями для кардиостимуляции являются синдром слабости синусового узла и нарушения атриовентрикулярной (АВ) проводимости [1]. Эндокардиальный электрод для стимуляции сердца обычно располагается в верхушке правого желудочка (ПЖ) и, в целом, апикулярная стимуляция ПЖ достаточно хорошо переносится пациентами.

Ряд клинических [2, 3] и экспериментальных [4, 5] исследований изучали влияние апикулярной стимуляции ПЖ на функцию сердца. В большинстве из них продемонстрировано улучшение клинической симптоматики у больных с брадиаритмиями после имплантации ЭКС [6]. Показано также, что традиционная двухкамерная кардиостимуляция может даже улучшить функцию сердца у отдельных больных с дисфункцией левого желудочка (ЛЖ) [7]. Вместе с тем, вызванная стимуляцией верхушки правого желудочка механическая диссинхрония в ряде случаев приводит к ухудшению функции ЛЖ и клинического состояния у пациентов с имплантированными ЭКС [8].

Оценка действия внутрисердечных электродов на функцию трёхстворчатого клапана

изучена в ряде ретроспективных или наблюдательных исследований [9–11]. При этом вопрос о влиянии имплантации электродов на функцию правых отделов сердца, особенно оцениваемых более точными количественными ЭхоКГ-методами, изучен недостаточно [12, 13]. В свете этого представляется интересным изучение влияния имплантации трансатриального электрода на функцию как трёхстворчатого клапана, так и правых камер сердца с использованием двумерной и доплеровской эхокардиографии у пациентов с имплантированными ЭКС.

Целью данной работы явилось изучение функционального состояния правых и левых отделов сердца при динамическом наблюдении после установки постоянного водителя ритма.

Материал и методы. В исследование включены 72 пациента с имплантированными в верхушку правого желудочка (трансатриально) электродами для проведения постоянной 2-камерной ЭКС в соответствии с существующими рекомендациями. Критериями включения больных в исследование были:

- возраст 18–80 лет;
- отсутствие явных признаков сердечной недостаточности (функциональный класс по NYHA ≤ 2);
- сохранная насосная функция сердца (ФВ ЛЖ $\geq 50\%$);

- синусовый ритм в момент включения в исследование.

Всем пациентам проводилось клинико-инструментальное обследование, включавшее регистрацию стандартной ЭКГ, ЭхоКГ, R-графию грудной клетки, суточное ЭКГ-мониторирование, а также определение ряда биохимических показателей: уровня сахара, креатинина крови и липидного спектра, определение уровня тиреоидных гормонов, электролитов крови.

ЭКГ регистрировалась в 12 стандартных отведениях по общепринятой методике.

Стандартная ЭхоКГ проводилась в положении лежа на левом боку из парастернального и апикального доступов в двумерном и M-режимах, а также с использованием импульсного и цветного доплер-ЭхоКГ.

Определялись следующие параметры:

- конечно-диастолический размер (КДР) левого желудочка (ЛЖ);
- конечно-систолический размер (КСР) ЛЖ;
- GLS – глобальное продольное напряжение;
- фракция выброса ЛЖ (по методу Симпсона);
- размер левого предсердия (ЛП);
- систолическое легочное артериальное давление (ЛАД);
- максимальный и минимальный диаметр правого предсердия (ПП1 и ПП2);
- RAarea – площадь правого предсердия;
- RAVi – индексированный объем правого предсердия;
- TR-градиент – градиент трикуспидальной регургитации;
- размер ПЖ на двух различных уровнях:
 - а) ПЖ1 – базальный размер на уровне кольца трехстворчатого клапана;

б) ПЖ2 – срединный размер на уровне папиллярных мышц ПЖ.

Степень TR оценивалась с помощью доплер-ЭхоКГ по ширине *vena contracta* (узкой части потока крови) на уровне его створок:

- 1) отсутствие регургитации;
- 2) незначительная – $VC < 0,3$ см;
- 3) умеренная – $VC 0,3-0,6$ см; выраженная – $VC > 0,6$ см.

Определялись также такие параметры систолической функции ПЖ:

- TAPSE – амплитуда систолического движения кольца ТК.
- RVFAC – фракция изменения площади ПЖ.
- RVFWSL – продольная деформация свободной стенки ПЖ.

Все исследования проводились исходно до установки имплантируемого ЭСУ, затем в течение первых 7–30 дней после имплантации, далее – на 6-й, 12-й и 24-й месяцы до завершения исследования.

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи программ STATISTICA 6.0 с использованием пакета стандартных статистических программ.

Результаты исследования. Как уже отмечалось выше, за истекший срок обследовано 72 пациента. Среди них 39 женщин (средний возраст $65,5 \pm 9,8$ года) и 33 мужчины ($68,3 \pm 9,6$ года). В целом, по группе средний возраст составил $66,9 \pm 10,7$ года.

Причиной установки постоянного ЭКС явились: атриовентрикулярная (АВ) блокада – 44 пациентов, синдром слабости синусового узла (СССУ) в различных его проявлениях – 23, сочетание СССУ с АВ-блокадой – 5 больных.

Длительность наблюдения составила от 3 до 32 (в среднем $12,7 \pm 7,6$) месяцев.

Динамика гемодинамических параметров до и после установки ЭКС. Данные об изменениях внутрисердечной гемодинамики у обследованных больных в ходе проспективного наблюдения представлены в таблицах 1 и 2.

Анализ данных о динамике ЭхоКГ-показателей левых отделов сердца представлен в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, состояние левых отделов сердца при наблюдении в указанные сроки не претерпело существенных изменений. Левое предсердие оставалось практически таким же ($3,87 \pm 0,37$ до и $3,82 \pm 0,18$ см – в конце периода наблюдения), впрочем, как и толщина межжелудочковой перегородки ($1,01 \pm 0,14$ и $1,02 \pm 0,07$ см, соответственно) и задней стенки ЛЖ ($0,98 \pm 0,09$ см и $1,0 \pm 0,07$ см, соответственно).

Таблица 1 – ЭхоКГ-показатели левых отделов сердца у пациентов с имплантированным ЭКС до и после операции

Параметры	Исход (n = 72)	Время после имплантации ЭКС				P1-2	P1-3	P1-4	P1-5
		1 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.				
ЛП, см	3,87±0,37	3,68±0,3	3,79±0,31	3,84±0,24	3,82±0,18	0,04	0,3	0,67	0,69
МЖП, см	1,01±0,14	1,05±0,19	1,04±0,12	1,04±0,17	1,02±0,07	0,68	0,69	0,69	0,94
ЗСЛЖ, см	0,98±0,09	0,97±0,06	0,98±0,07	0,98±0,08	1,0±0,07	0,65	1,0	1,0	0,52
КДР, см	4,79±0,42	4,6±0,4	4,63±0,76	4,75±0,37	4,89±0,27	0,08	0,17	0,64	0,49
КСР, см	3,25±0,5	3,09±0,3	3,17±0,36	3,2±0,39	3,24±0,19	0,19	0,42	0,61	0,95
ФВ ЛЖ, %	54,9±4,6	54,9±3,45	54,9±3,5	52,6±6,81	53,2±3,8	0,98	0,92	0,05	0,28
GLSлж, %	-16,5±4,38	-17,4±2,3	-17,55±3,22	-15,4±3,63	-15,83±3,52	0,47	0,46	0,46	0,72
MPvc, см	0,22±0,06	0,21±0,06	0,22±0,06	0,22±0,06	0,22±0,02	0,53	1,0	1,0	1,0

Примечание. ЛП – левое предсердие; ЛЖ – левый желудочек; МЖП – межжелудочковая перегородка; ЗСЛЖ – задняя стенка ЛЖ; КДР – конечно-диастолический размер; КСР – конечно-систолический размер; ФВ – фракция выброса; GLS – глобальная продольная деформация; MP – митральная регургитация; VC – *vena contracta*

В целом по группе конечно-диастолический размер ЛЖ после установки ЭКС имел тенденцию к увеличению (с $4,79 \pm 0,42$ см до $4,89 \pm 0,27$ см; $p < 0,29$), конечно-систолический размер ЛЖ оставался практически таким же ($3,25 \pm 0,5$ см – до и $3,24 \pm 0,19$ см – в динамике). Фракция выброса ЛЖ при динамическом наблюдении также не менялась ($54,9 \pm 4,6$ % до установки аппарата и $53,2 \pm 3,8$ – при повторном обследовании).

Вместе с тем, нами было выявлено, что исходно, до оперативного вмешательства, отмечалось небольшое снижение такого показателя сократимости ЛЖ, как глобальная продольная деформация (GLS) ($-16,5 \pm 4,38$ (норма ≥ -20), которое в процессе динамического наблюдения имела тенденция к дальнейшему снижению ($-15,83 \pm 3,52$; $p = 0,72$).

Что касается правых отделов сердца, то динамика параметров внутрисердечной гемодинамики была несколько иной (см. таблицу 2).

Хотя толщина передней стенки ПЖ оставалась неизменной ($0,4 \pm 0,03$ см до и $0,42 \pm 0,04$ см – после операции), размер ПЖ на всех уровнях несколько повышался: в базальном – с $3,46 \pm 0,47$ см до $3,82 \pm 0,20$ см ($p = 0,03$), срединном – с $3,04 \pm 0,36$ см до $3,23 \pm 0,17$ см ($p = 0,15$), не достигая при этом статистически значимых различий.

Минимальный ($3,68 \pm 0,44$ см) и максимальный ($4,88 \pm 0,68$ см) размеры правого предсердия также имели тенденцию к увеличению ($3,81 \pm 0,38$; $p = 0,41$ и $4,93 \pm 0,38$; $p = 0,68$, соответственно).

Площадь правого предсердия (RAarea), исходно равнявшаяся $14,55 \pm 3,05$ см², имела тенденцию к повышению через 6 месяцев после операции установки ЭКС ($p = 0,08$) и достоверно увеличивалась к концу первого ($16,7 \pm 2,65$ см²; $p = 0,03$) и второго ($18,01 \pm 2,88$ см²; $p = 0,01$) (прирост 19,2 %) годов наблюдения.

Индексированный объем правого предсердия (RAVi) – более тонкий показатель функционального состояния правого предсердия, увеличивался в большей степени: с $21,78 \pm 7,57$ до $29,11 \pm 5,45$ мл/м² ($p = 0,05$) к концу 2-го года наблюдения (прирост 25,2 %).

Градиент трикуспидальной регургитации на 3-створчатом клапане в процессе наблюдения не менялся и составил $34,41 \pm 5,62$ мм рт. ст. до установки ЭКС и $33,33 \pm 2,96$ мм рт.ст. – в процессе динамического наблюдения.

Систолическое ЛАД ($39,43 \pm 6,29$ мм рт. ст.) в целом по группе несколько превышало установленные нормативы для здоровых людей (норма – до 35 мм рт. ст.), однако в процессе наблюдения оно оставалось неизменным ($39,0 \pm 3,16$ мм рт. ст.).

Таблица 2 – ЭхоКГ-показатели правых отделов сердца у пациентов с имплантированным ЭКС до и после операции

Параметры	Исход (n = 72)	Время после имплантации ЭКС				P1-2	P1-3	P1-4	P1-5
		1 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.				
ПП1, см	3,68±0,44	3,57±0,42	3,7±0,47	3,75±0,32	3,81±0,38	0,38	0,85	0,44	0,41
ПП2, см	4,84±0,63	4,63±0,48	4,81±0,5	4,92±0,55	4,93±0,31	0,22	0,83	0,56	0,68
RAarea, см ²	14,55±3,05	14,75±2,17	16,2±2,72	16,7±2,65	18,01±2,88	0,86	0,08	0,03	0,01
RAVI, мл	21,78±7,57	23,4±4,13	24,16±4,45	26,53±5,98	29,11±5,45	0,62	0,36	0,09	0,05
ПЖбаз, см	3,46±0,47	3,4±0,4	3,64±0,38	3,71±0,28	3,82±0,20	0,64	0,1	0,01	0,03
ПЖсред, см	3,04±0,36	3,33±0,53	3,12±0,45	3,18±0,37	3,23±0,17	0,01	0,35	0,07	0,12
ПСПЖ, см	0,4±0,03	0,41±0,04	0,4±0,05	0,41±0,05	0,42±0,04	1,0	1,0	0,21	0,07
RVFAC, %	40,07±2,92	39,11±4,34	40,43±3,1	39,07±3,23	37,56±0,88	0,54	0,74	0,36	0,02
S', см/сек	11,67±1,53	11,68±1,82	11,57±2,56	11,92±1,96	11,68±1,68	0,99	0,17	0,64	0,99
RVFWSL %	24,23±5,58	24,98±4,21	27,11±5,99	23,28±3,46	27,92±3,58	0,75	0,2	0,54	0,1
TAPSE, см	1,96±0,22	1,96±0,19	1,96±0,1	2,03±0,3	1,90±0,17	1,0	1,0	0,24	0,44
TRград., мм рт. ст.	34,41±5,62	33,5±3,6	34,5±3,67	35,15±5,21	33,33±2,96	0,52	0,94	0,53	0,57
TRvc, см	0,24±0,06	0,26±0,05	0,25±0,04	0,28±0,06	0,28±0,04	0,19	0,4	0,02	0,01
ЛАДсист, мм рт. ст.	39,43±6,29	39±3,35	38,61±3,75	39,47±5,81	39,0±3,16	0,78	0,52	0,98	0,84

Примечание. ЛАД – легочное АД; ПП – правое предсердие; ПЖ – правый желудочек; ПСПЖ – передняя стенка правого желудочка; ТК – трехстворчатый клапан; TR-градиент – градиент трикуспидальной регургитации; TAPSE – амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана; VC – *vena contracta*; RAarea – площадь правого предсердия; RAVI – индексированный объем правого предсердия; RVFAC – фракция изменения площади правого желудочка; RVFWSL – продольная деформация свободной стенки правого желудочка; S' – систолическая скорость движения латерального края фиброзного кольца трикуспидального клапана

Из показателей сократительной функции правого желудочка достоверно снижалась фракция изменения площади правого желудочка (RVFAC) с $40,07 \pm 2,92$ % до $37,56 \pm 0,88$ % ($p = 0,02$). Остальные параметры, исходно имевшие нормальные значения, либо не претерпевали существенных изменений (систолическая скорость движения латерального края фиброзного кольца трикуспидального клапана, S' – $11,67 \pm 1,53$ см/сек до и $11,68 \pm 1,68$ мс/сек – к концу наблюдения), либо несколько снижались (амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана, TAPSE – с $1,96 \pm 0,22$ до $1,90 \pm 0,17$; $p = 0,44$), или же, наоборот, имели тенденцию к повышению (продольная деформация свободной стенки правого желудочка, RVFWSL, с $24,23 \pm 5,58$ % до $27,92 \pm 3,58$ %; $p = 0,1$),

Таким образом, оценка динамики функционального состояния правых отделов сердца после установки ЭКС показала достоверное увеличение следующих параметров: площади и объема правого предсердия, диаметра правого желудочка в базальном отделе, фракции изменения площади правого желудочка и ширины потока трикуспидальной регургитации (рисунок 1).

Обсуждение. Результаты нашего исследования не выявили существенных изменений функционального состояния левых отделов сердца после установки ЭКС и отсутствие их динамики при наблюдении до 24 месяцев.

При использовании стандартных показателей ЭхоКГ-обследования, таких как размеры левого желудочка (КДР и КСР) и его фракция выброса (ФВ), указанные показатели не

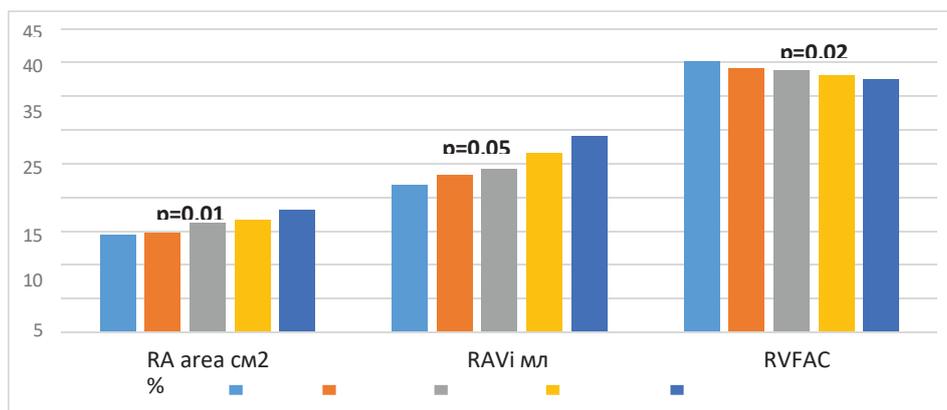


Рисунок 1 – Динамика некоторых параметров правых отделов сердца до и в различные сроки после имплантации ЭКС: RAarea – площадь правого предсердия; RAVi – объем правого предсердия; RVFAC – фракции изменения площади правого желудочка

претерпевали достоверных изменений при динамическом наблюдении. Klutstein M. и соавт. также показали отсутствие различий в исходных ЭхоКГ-показателях левых отделов сердца у больных с развившейся ТР и без нее: конечно-диастолический размер ЛЖ составил $4,9 \pm 0,5$ см и $5,1 \pm 0,7$ см, соответственно; конечно-диастолический размер ЛЖ – $3,2 \pm 0,6$ и $3,6 \pm 0,9$ см, соответственно [9]. Аналогичные данные получены и Fanari Z. и соавт. [14].

При использовании более тонкого метода оценки сократительной функции ЛЖ, такого как глобальное продольное напряжение (GLS), было установлено, что этот показатель уже изначально, до установки ЭКС, был немного снижен и после имплантации аппарата отмечалась тенденция к дальнейшему его падению. Этот вопрос требует отдельного изучения, поскольку выявление исходно подобных нарушения насосной функции левого желудочка возможно позволит прогнозировать развитие в последующем так называемой «пейсмекерной кардиомиопатии».

В результате проведенного исследования выяснилось, что по сравнению с исходными данными размеры ПЖ прогрессивно увеличивались после установки ЭКС. Если изначально базальный (ПЖ1) и срединный (ПЖ2) размеры правого желудочка равнялись $3,46 \pm 0,47$ см и $3,04 \pm 0,36$ см, то концу второго года после

установки аппарата они составили $3,82 \pm 0,20$ см ($p = 0,03$) и $3,23 \pm 0,17$ см ($p = 0,17$), соответственно. Это совпадает с результатами исследования Arabi P. и соавт. [12], которые обнаружили повышение всех размеров правого желудочка после имплантации ЭКС при наблюдении в сроки до 12 месяцев.

Размеры правого предсердия на уровне кольца трикуспидального клапана (ПП1) и на уровне папиллярных мышц (ПП2) после имплантации кардиостимулятора в целом по группе ($n = 73$) имели тенденцию к увеличению.

Более точные параметры функционального состояния правого предсердия, такие как площадь (RAarea) и индексированный объем правого предсердия (RAVi) увеличивались в большей степени и значимо: на 19,2 % ($p = 0,01$) и на 25,2 % ($p = 0,05$), соответственно. Подобное отмечали Глумсков А.Б. и соавт. [15], отметившие существенное повышение объема правого предсердия у пациентов после имплантации ЭКС. По данным Arabi P. и соавт., при наблюдении до 12 месяцев после имплантации сердечного устройства максимальный диаметр ПП к 12 месяцу существенно не изменился по сравнению с исходным значением ($51,4 \pm 8,5$ см против $51,9 \pm 9,4$ см; $p = 0,486$), однако минимальный диаметр ПП достоверно повысился ($40,4 \pm 8,7$ см против $43,1 \pm 7,6$ см; $p < 0,05$) [12].

В целом по группе, показатели сократительной функции правого желудочка либо достоверно снижались – фракция изменения площади правого желудочка (RVFAC) падала с $40,07 \pm 2,92$ % до $37,56 \pm 0,88$ % ($p = 0,02$), либо имела тенденцию к снижению (амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана, TAPSE – с $1,96 \pm 0,22$ до $1,90 \pm 0,17$; $p = 0,44$), либо не менялась систолическая скорость движения латерального края фиброзного кольца ТК (S'). Эти данные совпадают с результатами исследования Arabi P. и соавт., которые обнаружили, что по сравнению с контрольными значениями фракция выброса ПЖ после имплантации ЭСУ достоверно снижалась на протяжении всего периода наблюдения независимо от типа имплантированного устройства ($39,9 \pm 10,1$ % до имплантации; $36,4 \pm 9,6$ % – в 1-й месяц, $32,7 \pm 9,5$ % – в 6-й месяц и $29,7 \pm 9,9$ % – в 12-й месяц; $p < 0,001$) [12].

Вместе с тем Saito M. и соавт. считают, что длительная стимуляция ПЖ не влияет на функцию ПЖ в течение 2-летнего периода наблюдения, аргументируя это отсутствием существенных временных изменений в TAPSE через 2 года после имплантации ЭКС [16].

Таким образом, основные изменения эхокардиографических параметров сердца после имплантации ЭКС при наблюдении до 24 месяцев касаются правых отделов сердца, и заключаются они в увеличение площади и объема правого предсердия, диаметра правого желудочка в базальном отделе, фракции изменения площади правого желудочка и ширины потока трикуспидальной регургитации. Состояние левых отделов сердца при наблюдении в указанные сроки не претерпевает существенных изменений.

Поступила: 27.11.2025;

рецензирована: 11.12.2025; принята: 15.12.2025.

Литература

1. *Джишамбаев Э.Д.* Диагностика и лечение брадикардии и нарушений проводимости сердца: клиническое руководство / Э.Д. Джишамбаев, К.А. Калысов, Э.Н. Мурзалиева. Бишкек, 2021.
2. *Tse H.F., Lau C.P.* Long-term effect of right ventricular pacing on myocardial perfusion and function // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 29: 744–749.
3. *Lieberman R., Padeletti L., Schreuder J. et al.* Ventricular pacing lead location alters systemic hemodynamics and left ventricular function in patients with and without reduced ejection fraction // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 48: 1634–1641.
4. *Prinzen F.W., Peschar M.* Relation between the pacing induced sequence of activation and left ventricular pump function in animals // *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2002; 25: 484–498.
5. *Prinzen F.W., Hunter W.C., Wyman B.T., McVeigh E.R.* Mapping of regional myocardial strain and work during ventricular pacing: experimental study using magnetic resonance imaging tagging // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999; 33: 1735–1742.
6. *Barold S.S.* Indications for permanent cardiac pacing in first-degree AV block: class I, II, or III? // *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1996; 19: 747–751.
7. *Brecker S.J., Xiao H.B., Sparrow J., Gibson D.G.* Effects of dual-chamber pacing with short atrioventricular delay in dilated cardiomyopathy // *Lancet.* 1992; 340: 1308–1312.
8. *Sweeney M.O., Hellkamp A.S.* Heart failure during cardiac pacing // *Circulation.* 2006; 113: 2082–2088.
9. *Klutstein M., Balkin J., Butnaru A. et al.* Tricuspid incompetence following permanent pacemaker implantation // *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2009; 32 (Suppl 1): S135–S137.
10. *Kim J.B., Spevack D.M., Tunick P.A. et al.* The effect of transvenous pacemaker and implantable cardioverter defibrillator lead placement on tricuspid valve function: An observational study // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2008; 21: 284–287.
11. *Addetia K., Harb S.C., Hahn R.T. et al.* Cardiac implantable electronic device lead-induced tricuspid regurgitation // *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2019; 12: 622–636.
12. *Arabi P., Özer N., Ateş A. et al.* Effects of pacemaker and implantable cardioverter defibrillator electrodes on tricuspid regurgitation and right sided heart functions // *Cardiol J.* 2015; 22 (6): 637–644.
13. *Hoke U., Auger D., Thijssen J. et al.* Significant lead-induced tricuspid regurgitation is associated with poor prognosis at long-term follow-up // *Heart.* 2014; 100: 960–968.
14. *Fanari Z., Hammami S., Hammami M.B., Hammami S., Shuraih M.* The effects of right ventricular apical pacing with transvenous pacemaker and implantable cardioverter

- defibrillator on mitral and tricuspid regurgitation // *J. Electrocardiol.* 2015; 48 (5): 791–797.
15. Глумсков А.Б. Является ли правожелудочковый электрод кардиостимулятора независимым фактором риска развития трикуспидальной регургитации в раннем послеоперационном периоде. Одноцентровое проспективное исследование / А.Б. Глумсков, С.С. Дурманов, В.В. Базылев // *Анналы аритмологии.* 2017; 14 (1): 21–28.
16. Saito M., Iannaccone A., Kaye G. et al. PROTECT-PACE investigators. Effect of Right Ventricular Pacing on Right Ventricular Mechanics and Tricuspid Regurgitation in Patients With High-Grade Atrioventricular Block and Sinus Rhythm // *Amer. J. Cardiol.* 2015; 116 (12): 1875–1882.