

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ И СТЕПЕНИ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ ТРИКУСПИДАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ИМПЛАНТИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОДА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ
ПЕРВИЧНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ КАРДИАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА В ОТДАЛЕННОМ
ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

А.Б.Глумсков, С.С.Дурманов, В.В.Базылев

*ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6.*

Цель. Оценить факторы и степень прогрессирования трикуспидальной регургитации (ТР) в зависимости от вида имплантируемого электрода у пациентов после первичной имплантации кардиального электронного устройства в отдаленном послеоперационном периоде.

Материал и методы исследования. Были проанализированы электронные истории болезней пациентов, кому за период с 2009 по 2019 гг. была выполнена первичная имплантация кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) с целью вторичной профилактики внезапной сердечной смерти. Используя аналогичные критерии, выделена группа сравнения, из больных которым был имплантирован постоянный электрокардиостимулятор (ПЭКС) по поводу дисфункции синусового узла. Для максимальной сопоставимости основной и референтной групп была использована псевдорандомизация с применением метода подбора пар 1:1 с помощью поиска «ближайшего соседа». Сформировано 68 пар. Для анализа предикторов прогрессирования ТР в послеоперационном периоде была использована множественная логистическая регрессия.

Результаты. В предоперационном периоде в группе ИКД незначительная степень ТР определялась у 34 пациентов (50%), умеренные и выраженные показатели недостаточности трикуспидального клапана выявлены в равном числе случаев: по 2 пациента (2,9%) для каждой из степеней. В группе ПЭКС в 24 случаях (35,3%) выявлена незначительная ТР, умеренная - в 2,9% (n=2) случаев соответственно. В послеоперационном периоде в основной и контрольной группах в подавляющем большинстве случаев (в группе ИКД в 67,6% (n=46), в группе ЭКС - у 48 пациентов (70,6%)) определялась незначительная ТР.

При анализе обобщенной популяции пациентов с имплантированными электронными устройствами (n=136), в позднем послеоперационном периоде отмечался рост объемов обоих предсердий, увеличение степени ТР и градиента регургитации соответственно, показатели фракции выброса и конечно-диастолического объема левого желудочка имели незначительную обратную динамику. Все полученные в послеоперационном периоде эхокардиографические данные находились в границах общепринятых нормативов или незначительно превышали таковые.

По результатам множественной логистической регрессии ишемическая болезнь сердца (ИБС) в анамнезе обладает наибольшей предиктивной способностью (отношение рисков 4,170; 95% доверительный интервал 1,751-9,933, p=0,001).

Выводы. ТР у пациентов после первичной имплантации кардиального электронного устройства в отдаленном послеоперационном периоде незначительно прогрессирует вне зависимости от вида правожелудочкового электрода. Длительный анамнез ИБС ассоциируется с наибольшим риском прогрессирования трикуспидальной недостаточности.

Ключевые слова: трикуспидальная регургитация; эндокардиальный правожелудочковый электрод; постоянный электрокардиостимулятор; правый желудочек; имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор; дефибрилирующий электрод

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 02.06.2022 **Исправленная версия получена:** 28.09.2022 **Принята к публикации:** 29.09.2022

Ответственный за переписку: Глумсков Артур Борисович, E-mail: artur19401988@yandex.ru

А.Б.Глумсков - ORCID ID 0000-0002-7832-0421, С.С.Дурманов - ORCID ID 0000-0002-4973-510X, В.В.Базылев - ORCID ID 0000-0001-6089-9722

Для цитирования: Глумсков АБ, Дурманов СС, Базылев ВВ. Оценка факторов и степени прогрессирования трикуспидальной регургитации в зависимости от вида имплантируемого электрода у пациентов после первичной имплантации кардиального электронного устройства в отдаленном послеоперационном периоде. *Вестник аритмологии*. 2023;30(1): 11-18. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-02>.

ASSOCIATION OF LATE TRICUSPID REGURGITATION PROGRESSION AND INTRACARDIAC
LEAD TYPES IN PATIENTS AFTER PRIMARY IMPLANTATION
OF CARDIAC ELECTRONIC DEVICES

A.B.Glumskov, S.S.Durmanov, V.V.Bazylev

*Federal Center for Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Penza, 6 Stasova str.*

Aim. To evaluate the factors and degree of progression of tricuspid regurgitation (TR) depending on the type of implanted electrode in patients after primary implantation of a cardiac implantable electronic device (CIED) in the late postoperative period.

Methods. Case histories of 674 patients who underwent primary implantation of an implantable cardioverter-defibrillator (ICD) for the secondary prevention of sudden cardiac death for the period from 2009 to 2019 were analyzed and 75 case histories were selected. Using similar criteria, a comparison group was selected, who were implanted with a permanent pacemaker (PM) for sinus node dysfunction. For maximum comparability of the main and reference groups, pseudo-randomization was used using the nearest neighbor search method; 68 pairs were formed, comparable in terms of the main factors. Multiple logistic regression was used to analyze the predictors of progression of TR in the postoperative period.

Results. In the preoperative period in the ICD group, 34 patients (50%) had a mild degree of TR, moderate and severe TR occurred in an equal number of cases - 2 patients (2.9%) each. In the PM group, mild TR was detected in 24 cases (35.3%), moderate - in 2.9% (n=2) of cases, respectively. In the postoperative period, predominantly mild TR was determined in both groups (in the ICD group in 67.6% (n=46), in the PM group - in 48 patients (70.6%)).

In the analysis of the general group of patients with implanted CIEDs (n=136), in the late postoperative period, an increase in the volume of both atria and the degree of TR was revealed. Left ventricular ejection fraction and end-diastolic volume didn't have significant dynamics. All echocardiographic data obtained in the postoperative period were within the normal range.

According to the results of multiple logistic regression, a history of coronary heart disease (CHD) has the greatest predictive power (hazard ratio 4.170; 95% confidence interval 1.751-9.933, p=0.001).

Conclusion. TR in patients after primary implantation of a CIED in the late postoperative period progresses slightly, regardless of the type of right ventricular electrode. A long history of CHD is associated with the greatest risk of progression to tricuspid valve insufficiency.

Key words: tricuspid regurgitation; endocardial right ventricle electrode; right ventricle; permanent pacemaker; implantable cardioverter defibrillator; defibrillating electrode

Conflict of interests: none.

Funding: none.

Received: 02.06.2022 **Revision Received:** 28.09.2022 **Accepted:** 29.09.2022

Corresponding author: Glumskov Arthur, E-mail: artur19401988@yandex.ru

A.B.Glumskov - ORCID ID 0000-0002-7832-0421, S.S.Durmanov - ORCID ID 0000-0002-4973-510X, V.V. Bazylev - ORCID ID 0000-0001-6089-9722

For citation: Glumskov AB, Durmanov SS, Bazylev VV. Association of late tricuspid regurgitation progression and intracardiac lead types in patients after primary implantation of cardiac electronic devices. *Journal of Arrhythmology*. 2023;30(1): 11-18. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-02>.

Имплантируемые постоянные кардиовертеры-дефибрилляторы (ИКД) и электрокардиостимуляторы (ПЭКС) используются в современной практике для лечения нарушений сердечной проводимости и жизнеугрожающих аритмий. С момента первого использования ПЭКС для постоянной кардиостимуляции в 1959 году технологии в этой области быстро развивались, что в итоге привело к значительному увеличению числа имплантируемых устройств [1]. Широкое их применение отчасти связано с увеличением продолжительности жизни пациентов, ростом числа кардиохирургических вмешательств в целом и расширением возможностей самих устройств. Утверждение, что имплантация эндокардиального правожелудочкового электрода может привести к осложнениям, вполне логично. Ряд недавних исследований показали, что

«транстрикуспидальный» электрод может быть причиной повреждения клапанных или подклапанных структур, а также опосредованно приводить к электрической и механической диссинхронии камер сердца [2, 3]. При этом, дефибриллирующий правожелудочковый электрод, как причина развития и прогрессирования недостаточности трикуспидального клапана (Тк), всегда стоял особняком в силу своих конструктивных особенностей, в основе которых лежит больший диаметр электрода, меньшая гибкость и наличие шоковых (-ой) катушек (-и) правого желудочка (ПЖ) / верхней полой вены. Это, в свою очередь, потенциально может вызывать большую интерференцию, адгезию и, как следствие, фиброз клапанных структур, что в итоге способно привести к раннему развитию и прогрессированию недостаточности [4].

Феномен электрод-зависимой трикуспидальной недостаточности получает все большее признание, но частота и клиническая значимость данной проблемы достоверно не установлены. Кроме того, недостаточно изучено в данном вопросе значение вида имплантируемого устройства.

Целью исследования явилась оценка факторов и степени прогрессирования трикуспидальной регургитации (ТР) в зависимости от вида имплантируемого электрода у пациентов после первичной имплантации кардиального электронного устройства в отдаленном послеоперационном периоде.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование носило ретроспективный наблюдательный характер, для его проведения было получено соответствующее одобрение локального этического комитета. Были проанализированы электронные истории болезней 674 пациентов, кому за период с 2009 по 2019 гг. была выполнена первичная имплантация ИКД с целью вторичной профилактики внезапной сердечной смерти. Пациенты включались в исследование, если были соблюдены следующие условия:

- возраст 18 лет и старше;
- срок послеоперационного наблюдения ≥ 3 мес.;
- наличие результатов эхокардиографии (ЭхоКГ) в пред- и позднем послеоперационном периоде;
- первичная имплантация ИКД/ПЭКС;
- имплантация правожелудочкового электрода только в межжелудочковую перегородку;
- фракция выброса левого желудочка (ФВс ЛЖ) $\geq 40\%$; систолическая экскурсия кольца Тк (TAPSE, tricuspid annular plane systolic excursion) ≥ 15 мм по данным ЭхоКГ;

- отсутствие в анамнезе выраженных стенозов клапанов сердца и вмешательств на открытом сердце, а также операций экстракции эндокардиального электрода;
- отсутствие выраженной легочной гипертензии (систолическое давление в легочной артерии ≤ 50 мм рт.ст.);
- клапанная недостаточность, не превышающая по данным предоперационной ЭхоКГ умеренные показатели;
- отсутствие показаний к сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ);
- комплаенс пациентов к адекватной медикаментозной терапии.

В итоге отобрано 75 историй болезни. Используя аналогичные критерии, была выделена группа сравнения из данных 239 пациентов, кому была выполнена имплантация ПЭКС по поводу дисфункции синусового узла. Для обеспечения максимальной сопоставимости основной и референтной групп по имеющимся конфаундерам была использована псевдорандомизация с применением метода подбора пар 1:1 с помощью поиска «ближайшего соседа». В результате выравнивания групп сформировано 68 пар, сопоставимые по факторам, использованным при псевдорандомизации. Основные клинические и демографические характеристики групп пациентов отражены в табл. 1.

Все вмешательства осуществлялись согласно рекомендациям ВНОА [5-7], по стандартной методике [8, 9]. В качестве имплантируемых ПЭКС использовались следующие электронные устройства: Sensia VR/DR «Medtronic», Effecta VR/DR «BIOTRONIK SE & Co. KG», Verity ADx XL DR/SR и Sustain XL DR «St. Jude Medical» с эндокардиальными правожелудочковыми электродами с силиконовым и силиконполиуретановым покрытиями и активной фиксацией Capsurefix® Novus

Таблица 1.

Клинико-демографическая характеристика групп пациентов

	Группа ИКД (n=68)	Группа ПЭКС (n=68)	p
Мужской пол	48 (70,6)	46 (67,6)	0,853
Возраст, лет	64,5 [56,0; 70,0]	67,5 [63,0; 70,0]	0,143
ИМТ, кг/м ²	29,6 \pm 4,8	29,7 \pm 5,4	0,876
Гипертоническая болезнь, n (%)	59 (86,7)	64 (94,1)	0,243
Сахарный диабет, n (%)	10 (14,7)	10 (14,7)	1,000
ИБС, n (%)	22 (32,4)	32 (47,1)	0,114
ТИА / ОНМК, n (%)	4 (5,9)	4 (5,9)	1,000
ХОБЛ, n (%)	4 (5,9)	10 (14,7)	0,156
Фибрилляция предсердий*, n (%)	37 (54,4)	43 (63,2)	0,296
Длительность наблюдения, мес.	55,0 \pm 30,2	51,3 \pm 28,4	0,543
Медиана КПЖС, %	1 [0; 5,75]	2 [0,25; 26,8]	0,091
VVIR / DDDR, n (%)	22 / 46 (32,4 / 67,6)	20 / 48 (29,4 / 70,6)	0,711

Примечание: здесь и далее ИМТ - индекс массы тела; ИБС - ишемическая болезнь сердца; ТИА - транзиторная ишемическая атака; ОНМК - острое нарушение мозгового кровообращения; ХОБЛ - хроническая обструктивная болезнь легких; КПЖС - кумулятивный процент желудочковой стимуляции; * - пароксизмальная / персистирующая.

5076-58cm («Medtronic») и Safio S 60 («BIOTRONIK SE & Co. KG») диаметром 2,0 мм (6 Fr), Flexend 2 («Guidant Corporation») диаметром 2,4 мм (7,2 Fr), Tendril ST («St. Jude Medical») диаметром 2 мм (6 Fr).

В группе ИКД имплантировались следующие устройства: Maximo DR, Maximo II VR/DR, Protecta VR/DR, Evera S DR, Protecta XT DR «Medtronic»; Lexos VR, Lumax 540 VR, Iforia 3 DR-T, Iforia 5 DR-T «BIOTRONIK SE & Co. KG»; Vitality VR/DR «Guidant Corporation». В качестве эндокардиальных дефибриллирующих электродов использовались: Sprint quattro secure с изоляцией из силикона с полиуретановым покрытием диаметром 2,87 мм (8,6 Fr), Sprint quattro secure S диаметром 2,73 мм (8,2 Fr) «Medtronic»;

Linux S 65 с силиконовым покрытием и диаметром 2,6 мм (7,8 Fr) «BIOTRONIK SE & Co. KG».

В пред- и послеоперационном периодах все пациенты получали оптимальную медикаментозную терапию по основному и сопутствующим заболеваниям, согласно современным клиническим рекомендациям. Так же в послеоперационном периоде проводилась рутинная оценка работы ПЭКС и ИКД.

Эхокардиографические исследования проводились на основании общепринятых современных рекомендаций [10, 11] с использованием ультразвуковых диагностических систем (General Electric) Vivid 9, Vivid 7 Dimension, Vivid 7 Pro с датчиками с изменяемой частотой от 1,5/3, до 2,3/4,6 МГц - для торакальных исследований. Прогрессированием ТР считалось появление или увеличение степени недостаточности на 1 и более ступеней.

Статистический анализ результатов исследования проводился с помощью системного пакета IBM® SPSS® Statistics версии 26 (SPSS, Chicago, IL, USA). Псевдорандомизация была использована для выравнивания показателей в группах с целью уменьшения недостатков обсервационных исследований. Для этого использовали логистическую регрессию с подбором пар соответствующих друг другу наблюдений из расчета 1:1 с наиболее близкими значениями индекса соответствия (propensity score, PS). Выравнивание пар наблюдений проводили по 12 факторам. Учитывали пол, возраст, индекс массы тела (ИМТ), длительность наблюдения, медиана кумулятивного процента правожелудочковой стимуляции, тип стимуляции имплантируемого устройства, наличие в анамнезе гипертонической болезни, сахарного диабета, ишемической болезни сердца (ИБС), транзиторной ишемической атаки и/или острого нарушения мозгового кровообращения, хронической обструктивной болезни легких, пароксизмальной/персистирующей фибрилляции предсердий (ФП). Проверку нормальности распределения параметров проводили с использованием критерия Шапиро-Уилка. Для описания признаков с нормальным распределением использовали среднее арифметическое с указанием стандартного отклонения ($M \pm SD$), для признаков с отличным от нормального распределения указывали медиану и межквартильный размах - 25-й и 75-й процентиля. Для описания качественных данных использовались частоты и доли (в %). Данные из совокупностей с нормальным распределением сравнивались с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок. Сравнение данных из совокупностей с распределением, отличающимся от нормального, проводилось с применением U-теста Манна-Уитни и критерия χ^2 (в ряде случаев применялся точный критерий Фишера). Для зависимых выборок использовали тест Вилкоксона. Критический уровень статистической значимости при проверке статистических гипотез принимался за 0,05.

Для анализа предикторов появления/прогрессирования ТР в послеоперационном периоде была использована множественная логистическая регрессия. В качестве зависимой переменной определен зафиксированный факт прогрессирования ТР в отдаленном пе-

риоде; в число независимых переменных вошли: возраст, длительность наблюдения, тип устройства (ИКД/ПЭКС), ИМТ, наличие в анамнезе пароксизмальной/персистирующей ФП, ИБС, гипертонической болезни.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В предоперационном периоде ФВс ЛЖ и степень митральной регургитации (МР) хоть и имели различия, однако, как и остальные показатели находились в пределах нормы или незначительно превышали нормальные значения (табл. 2). Исходно в группе ИКД 36 (52,9%) пациентов обладало незначительной степенью ТР и 2 (2,9%) умеренными показателями недостаточности; в группе ПЭКС только у 28 (41,2%) больных выявлена незначительная ТР (рис. 1а,б).

В послеоперационном периоде различия ЭхоКГ показателей имели схожую картину, а сами значения также находились в пределах или незначительно превышали индексированные показатели возрастных норм (табл. 2). В обеих группах у 52 (76,5%) пациентов была диагностирована незначительная степень ТР (рис. 1в,г).

Оценка послеоперационной динамики показателей ЭхоКГ внутри исследуемых групп пациентов показала незначительное прогрессирование ТР, градиента регургитации и объемов обоих предсердий, при этом в группе ПЭКС отмечался регресс показателей конечно-диастолического объема левого желудочка (ЛЖ) и размера фиброзного кольца Тк (табл. 2).

При анализе обобщенной популяции пациентов с имплантированными электронными устройствами ($n=136$), в позднем послеоперационном периоде отмечался рост объемов обоих предсердий, увеличение степени ТР и градиента регургитации соответственно, показатели ФВс ЛЖ и конечно-диастолического объема левого желудочка имели незначительную обратную динамику (табл. 2). Случаев увеличения ТР в послеоперационном периоде на 2 и более ступени выявлено не было. Все полученные в послеоперационном периоде ЭхоКГ данные находились в границах общепринятых нормативов или незначительно превышали таковые.

По результатам множественной логистической регрессии найдена взаимосвязь между такими независимыми предикторами, как возраст, ИМТ, ИБС в анамнезе и прогрессированием недостаточности Тк в отдаленном периоде после имплантации электронного устройства (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проблема трикуспидальной недостаточности у большого с имплантируемым электронным устройством (ИЭУ) не нова. Классически клапанную недостаточность принято делить на функциональную и структурную. Если первая, как правило, связана с приобретенной патологией сердца и сопровождается изменением его геометрии, то вторая - с врожденными пороками и ятрогенным механическим повреждением клапанного аппарата [12]. Теоретически, у пациента с ИЭУ может преобладать какой-то из указанных механизмов или иметь место сочетание обоих. Вторичной (функцио-

Таблица 2.
Динамика эхокардиографических показателей в отдаленном периоде после имплантации электронного устройства в группах пациентов

	Группа ИКД (n=68)			Группа ПЭКС (n=68)			Группа ИКД+ПЭКС (n=136)			P ₁	P ₂
	Исходно	После операции	p	Исходно	После операции	p	Исходно	После операции	p		
ФВс, %	56,8±9,2	55,4±7,8	0,167	59,8±6,7	58,1±8,2	0,090	58,3±8,2	56,7±8,1	0,028	0,030	0,054
КДос, мл	138,1±37,6	131,7±36,3	0,063	129,3±30,1	122,5±34,1	0,011	133,7±34,2	127,1±35,4	0,002	0,135	0,129
МР, степень	1 [0; 1]	1 [0; 1]	0,748	0 [0; 1]	0 [0; 1]	0,375	0 [0; 1]	1 [0; 1]	0,433	0,013	0,009
Объем ЛП, мл	75,1±27,9	69,5 [56,0; 100,0]	0,035	76,3±24,7	83,5±27,9	0,008	75,7±26,3	81,3±29,8	0,001	0,765	0,409
ТР, степень	1 [0; 1]	1 [1; 1]	0,010	0 [0; 1]	1 [1; 1]	0,000	0 [0; 1]	1 [1; 1]	0,000	0,115	0,749
ФК ТК, мм	32,4±4,9	33,2±4,2	0,152	32,9±4,7	31,9±5,0	0,021	32,7±4,8	32,6±4,5	0,801	0,547	0,113
Размер ПЖ, мм	26,6±4,6	26,8±4,3	0,687	27,2±3,8	27,1±3,4	0,721	26,9±4,2	26,9±3,9	0,928	0,355	0,629
Объем ПШ, мл	45,5 [40,0; 64,0]	53,5 [42,0; 72,0]	0,000	52,5 [43,0; 66,0]	54,5 [42,0; 77,0]	0,124	56,2±21,2	61,3±25,8	0,001	0,439	0,905
Градиент ТР, мм рт.ст.	14,5 [0; 23,0]	20,0 [12,0; 26,0]	0,000	0 [0; 24,0]	21 [12,0; 25,0]	0,000	0 [0; 23,3]	20 [12,0; 25,0]	0,000	0,298	0,698
TAPSE (мм)	19,5±2,6	19,4±2,3	0,716	20,1±1,9	21,1±2,7	0,002	19,8±2,3	20,3±2,6	0,026	0,101	0,000

Примечание: ФВ - фракция выброса; КДос - конечно-диастолический объем (оцениваемый методом Симпсона); ФК - фиброзное кольцо (диаметр); ПЖ - правый желудочек; ТР - трикуспидальная регургитация; ПШ - правое предсердие; ЛП - левое предсердие; ТК - трикуспидальный клапан; МР - митральная регургитация; TAPSE - tricuspid annular plane systolic excursion (систолическая экскурсия кольца ТК), p - достоверность различий внутри групп, p₁ - достоверность различий между группами ИКД и ПЭКС исходно, p₂ - достоверность различий между группами ИКД и ПЭКС после операции.

нальной) ТР долгое время пренебрегали, считая второстепенной проблемой, следствием иных патологий сердца (поражения митрального клапана, легочной гипертензии или ФП). Касательно Тк, небезосновательно, в ряде зарубежных работ встречается термин «забытый клапан» («neglected» valve или forgotten valve) [13]. Связано это прежде всего со значительными клиническими потребностями в лечении ТР [14].

Точная причина прогрессирования недостаточности Тк у пациентов с ИЭУ не известна, вероятнее всего, это результат физического удара электрода о клапан, реже перфорации или разрыва створок клапана и/или образования фиброзной ткани, которая в последующем приводит к «слипанию» с электродом [3]. Данный постулат нашел отражение в исследовании G.Lin et al. (2005), которое показало, что у всех пациентов (n=41) с выраженной ТР, кому выполнялась реконструктивная операция Тк, был зафиксирован факт повреждения клапанных структур электродом [15]. Принимая во внимание критерии отбора нашего исследования, а также результаты послеоперационной ЭхоКГ, не показавшего дополнительных структур и образований в области правожелудочкового электрода, можно предполагать, что значимое механическое повреждение Тк отсутствует. Однако более детальная информация о анатомии и взаимодействии структур клапана и электрода может быть получена только с помощью 3D-ЭхоКГ, которое в нашем исследовании не выполнялось.

Если брать во внимание сам факт наличия инородного тела (электрода) в ПЖ, и, как следствие, нарушение функции герметизации клапана, то в ряде проспективных исследований развитие значимо прогрессирующей клапанной несостоятельности в раннем (первые 3-5 суток) и среднеотдаленном (6-12 мес.) периодах выявлено не было [8, 9]. В настоящей работе анализ результатов ЭхоКГ объединенной группы пациентов (n=136) показал незначительный рост объемов обоих предсердий, увеличение степени ТР и градиента регургитации в позднем послеоперационном периоде.

Факт влияния правожелудочковой стимуляции на работу левых камер сердца, вследствие асинхронной электромеханической активации ЛЖ, является общепризнанной причиной МР. Как данный механизм соотносится с развитием ТР, остается спорным вопросом. Высказывается предположение, что ремоделирование ПЖ, дилатация фиброзного кольца Тк и, как следствие, появление функциональной ТР являются исходом либо систолической диссинхронии в случае апикальной стимуляции, либо прогрессирующего снижения систолической и диастолической функции ЛЖ. Эта гипотеза подтверждается ретро-

спективным исследованием M.Sadreddini et al. (2014) пациентов, перенесших первичную имплантацию ПЭКС и СРТ. При этом было выявлено, что степень ТР значительно увеличивается после имплантации двухкамерного ПЭКС, но не прогрессирует на фоне бивентрикулярной стимуляции, что позволяет предположить «подавление» патофизиологических механизмов развития клапанной недостаточности в группе СРТ [12]. Напротив, анализ исследования PROTECT-PACE (145 пациентов, из них 76 с апикальной стимуляцией) показал, что через 2 года наблюдения степень ТР увеличилась, но место стимуляции в ПЖ не ассоциировалось с изменениями параметров ЭхоКГ правых камер сердца [16]. Стимуляция перегородки ПЖ также далека от физиологической, однако приводит к появлению на ЭКГ более узкого комплекса QRS и может характеризоваться менее отрицательным долгосрочным влиянием на эхокардиографические и гемодинамические параметры как левого, так и правого желудочка.

Анатомически створки Тк удерживаются хордами в трех отдельных участках ПЖ. Разумно предположить, что любое изменение сроков сокращения этих участков может изменить степень смыкания створок, что в итоге приведет к возникновению или усугублению ранее существующей ТР. Это мнение подтверждается небольшим проспективным исследованием M.Vaturi et al. (2009), в котором участвовали только пациенты, независимые от работы ЭКС. В итоге наблюдалось прогрессирование степени ТР в режиме активной кардиостимуляции, но при этом каких-либо изменений в сократимости и фракции выброса ПЖ выявлено не было [17]. Наряду с этим существуют и исследования, свидетельствующие о том, что процент правожелудочковой стимуляции не коррелирует с прогрессированием степени ТР и только физическое присутствие электрода играет основную, если не единственную роль в дисфункции Тк [18]. Следует заметить, что в одном из проспективных исследований, где оценивалось «острое» влияние активной правожелудочковой

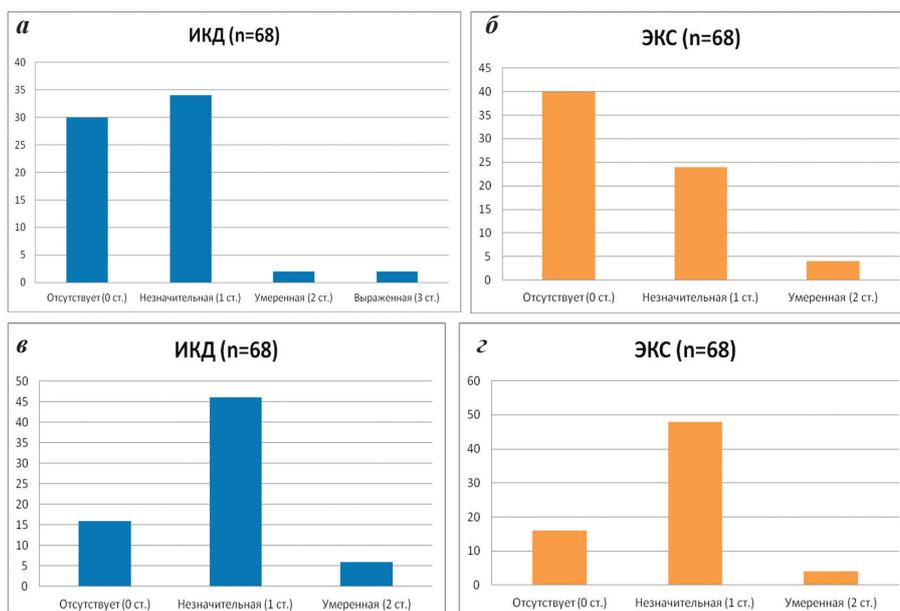


Рис. 1. Распространенность трикуспидальной регургитации исходно (а, б) и в послеоперационном периоде (в, г).

стимуляции на степень ТР и сократительную способность ПЖ, значимого изменения ЭхоКГ параметров выявлено не было [19]. По результатам настоящего исследования в обеих когортах пациентов кумулятивный процент правожелудочковой стимуляции принимал незначительные значения, поэтому объективно судить о влиянии правожелудочковой стимуляции на функцию ПЖ или Тк невозможно.

Если дифференцированно подходить к проблеме электрод-связанной ТР, тогда логично отделять пациентов с ИКД от пациентов с ПЭКС, в силу конструктивных особенностей дефибриллирующего электрода. Более объемные и жесткие электроды дефибриллятора имеют более высокую вероятность травматизации или нарушения коаптации створок Тк, чем электроды ПЭКС. Данный постулат нашел отражение в работе J.V.Kim et al. (2008) [20]. Анализ крупных исследований показал, что имплантация ИКД, даже с минимальным процентом стимуляции ПЖ, связана с повышенным риском госпитализации по поводу застойной сердечной недостаточности и смерти по сравнению с контрольной группой [21, 22]. Другими словами, в группе ИКД недостаточность Тк может быть результатом прогрессирования ранее существовавшей значимой кардиальной патологии.

С учетом критериев отбора, нам удалось исключить из нашего исследования пациентов с выраженными клапанными стенозами, значительно сниженной сократительной способностью сердца. При этом обе группы существенно не отличались друг от друга как в пред-, так и в послеоперационном периоде. Случаев

Таблица 3.

Предикторы прогрессирования трикуспидальной регургитации: результаты множественной логистической регрессии (n=136).

	B	Значимость	Exp (B)	95% ДИ
Возраст	0,064	0,037	1,066	1,004-1,132
ИМТ	-0,098	0,020	0,906	0,834-0,985
ГБ	-1,181	0,253	0,307	0,040-2,328
ИБС	1,428	0,001	4,170	1,751-9,933
ФП	-0,041	0,922	0,959	0,417-2,209
Вид электрода	0,580	0,163	1,786	0,790-4,034
ДН, мес.	-0,001	0,926	0,999	0,983-1,016

Примечание: ГБ - гипертоническая болезнь; ФП - фибрилляция предсердий; ДН - длительность наблюдения

роста клапанной недостаточности Тк в послеоперационном периоде на 2 и более степени выявлено не было. Оценка послеоперационных показателей внутри обеих групп показала схожий неявный рост степени ТР.

F.N.Delling et al. (2016), используя многомерный регрессионный анализ данных 1245 пациентов обнаружил ряд переменных, которые приводили к прогрессированию электрод-связанной ТР: увеличение возраста, снижение ИМТ, увеличение частоты сердечных сокращений, пластика или протезирование митрального клапана в анамнезе, выраженная МР, увеличение систолического давления в легочной артерии ≥ 37 мм рт.ст. и дилатация ПЖ. Отчасти схожие результаты были получены в нашем исследовании. Найдена взаимосвязь с такими независимыми предикторами, как возраст, ИМТ, длительный анамнез ИБС. При этом с каждым годом возраста больного шансы роста степени ТР возрастали на 6,6%, ИБС в анамнезе увеличивала вероятность роста зависимой переменной в 4 раза, снижение ИМТ на каждый 1 кг/м² повышало шансы прогрессирования ТР на 10%. Взаимосвязей зависимой переменной с такими факторами как срок наблюдения, вид устройства, пароксизмальная / персистирующая ФП в анамнезе выявлено не было [23].

Ограничения исследования

Ограничения нашего исследования включают обычные недостатки ретроспективного исследования. Отобранная группа пациентов ограничена одним центром, что не позволяет избежать смещения выборки. Интервалы между ЭхоКГ носили вариабельный характер. Следовательно, хронологически структурные и функциональные изменения в камерах и структурах сердца, не могли быть полностью оценены, что, безусловно, требует проспективного наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трикуспидальная регургитация у пациентов после первичной имплантации кардиального электронного устройства в отдаленном послеоперационном периоде незначительно прогрессирует вне зависимости от вида имплантируемого электрода.

Длительный анамнез ишемической болезни сердца у пациентов с имплантированными электронными устройствами ассоциируется с наибольшим риском прогрессирования недостаточности трикуспидального клапана.

ЛИТЕРАТУРА

- Hindricks G, Camm J, Merkely B, et al. The EHRA White Book 2017. The current status of cardiac electrophysiology in ESC member countries. Available from URL https://www.escardio.org/static_file/Escardio/Subspecialty/EHRA/Publications/Documents/2017/ehra-white-book-2017.pdf.
- Макарова НВ, Дурманов СС, Базылев ВВ и др. Трикуспидальная регургитация ассоциированная с эндокардиальными правожелудочковыми электродами. *Вестник аритмологии*. 2016;85: 40-47. [Makarova NV, Durmanov SS, Bazilev VV et al. Tricuspid regurgitation associated with right ventricular endocardial electrodes. *Journal of Arrhythmology*. 2016;85: 40-47. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15275/annaritmol.2017.1.3>.
- Rasha Al-Bawardy, Krishnaswamy A, Rajeswaran J, et al. Tricuspid regurgitation and implantable devices. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2015;38: 259-266. <https://doi.org/10.1111/pace.12530>.
- Lee RC, Friedman SE, Kono AT, et al. Tricuspid Regurgitation Following Implantation of Endocardial Leads: Incidence and Predictors. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2015;38: 1267-74. <https://doi.org/10.1111/pace.12701>.

5. Ревিশвили АШ, Бойцов СА, Давтян КВ, и др. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. Новая редакция. 2017. Москва. с. 17-42. [Revishvili ASH, Boycov SA, Davtyan KV, et al. Clinical guidelines for the electrophysiologic studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic devices. The new edition. 2017. Moscow; p. 17-42. (In Russ.)] ISBN 978-5-9500922-0-6.
6. Шляхто ЕВ, Арутюнова ГП, Беленкова ЮН. Национальные рекомендации по определению риска и профилактике внезапной сердечной смерти. Медпрактика-М. 2018. с. 70-93. [Shlyakhto EV, Arutyunova GP, Belenkova YN. National guidelines for risk assessment and prevention of sudden cardiac death (2nd edition). Medpraktika-M. 2018. p. 70-93. (In Russ.)] ISBN 978-5-98803-XXX-X.
7. Guidelines on Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy (ESC) 2021. *European Heart Journal*. 2021;42: 3427-3520. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab364>.
8. Глумсков АБ, Дурманов СС, Базылев ВВ, и др. Является ли правожелудочковый электрод кардиостимулятора независимым фактором риска развития трикуспидальной регургитации в раннем послеоперационном периоде? Одноцентровое проспективное исследование. *Анналы Аритмологии*. 2017;14(1). [Glumskov AB, Durmanov SS, Bazilev VV. et al. Is the right ventricular pacemaker lead an independent risk factor for the development of tricuspid regurgitation in the early postoperative period? One-center prospective study. *Annaly Aritmology*. 2017;14(1). (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15275/annaritmol.2017.1.3>.
9. Глумсков АБ, Дурманов СС, Базылев ВВ. Постоянный правожелудочковый электрод и его влияние на функцию трикуспидального клапана. *Вестник аритмологии*. 2018;93: 17-23. [Glumskov AB, Durmanov SS, Bazilev VV et al. Permanent right ventricular lead and its effect on the function of the tricuspid valve. *Journal of Arrhythmology*. 2018;93: 17-23. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25760/VA-2018-93-17-23>.
10. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015; 16(3): 233-70. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>.
11. Lancellotti P, Moura L, Pierard LA, et al. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 2: mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease). *European Journal of Echocardiography*. 2010;11: 307-332. <https://doi.org/10.1093/ejehocard/jeq031>.
12. Sadreddini M, Haroun MJ, Buikema L, et al. Tricuspid valve regurgitation following temporary or permanent endocardial lead insertion, and the impact of cardiac resynchronization therapy. *Open Cardiovasc Med J*. 2014;31: 113-20. <https://doi.org/10.2174/1874192401408010113>.
13. Elisa E, James DC, Peter JZ, et al. Tricuspid Valve Dysfunction Caused by Right Ventricular Leads. *Cardiac Electrophysiology Clinics*. 2018;10: 447. <https://doi.org/10.1016/j.ccep.2018.05.006>.
14. Lancellotti P, Fattouch K, Go YY. Secondary tricuspid regurgitation in patients with left ventricular systolic dysfunction: cause for concern or innocent bystander? *Eur Heart J*. 2018;39(39): 3593-3595. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy522>.
15. Lin G, Nishimura RA, Connolly HM, et al. Severe symptomatic tricuspid valve regurgitation due to permanent pacemaker or implantable cardioverter-defibrillator leads. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45(10):1672-5. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.02.037>.
16. Saito M, Iannaccone A, Kaye G, et al. Effect of Right Ventricular Pacing on Right Ventricular Mechanics and Tricuspid Regurgitation in Patients with High-Grade Atrioventricular Block and Sinus Rhythm (from the Protection of Left Ventricular Function during Right Ventricular Pacing Study). *Am J Cardiol*. 2015;116: 1875-82. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.09.041>.
17. Mordehay V, Jairo K, Yaron S, et al. Right ventricular pacing increases tricuspid regurgitation grade regardless of the mechanical interference to the valve by the electrode. *European Journal of Echocardiography*. 2009;11: 550-553. <https://doi.org/10.1093/ejehocard/jeq018>.
18. Fanari Z, Hammami S, Hammami MB, et al. The effects of right ventricular apical pacing with transvenous pacemaker and implantable cardioverter defibrillator on mitral and tricuspid regurgitation. *J Electrocardiol*. 2015;48: 791-7. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2015.07.002>.
19. Глумсков АБ, Дурманов СС, Базылев ВВ. Острое влияние активной правожелудочковой стимуляции на степень трикуспидальной регургитации и сократимость правого желудочка у пациентов с синдромом слабости синусового узла, независимо от явления механической интерференции. *Анналы аритмологии*. 2019; 16(4): 217-225. [Glumskov AB, Durmanov SS, Bazilev VV. The effect of active right ventricular pacing on tricuspid regurgitation grade and right ventricular contractility in patients with sick sinus syndrome regardless of the mechanical interference to the valve by the electrode. *Annals of Arrhythmology*. 2019;16(4): 217-225. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15275/annaritmol.2019.4.4>.
20. Kim JB, Spevack DM, Tunick PA, 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(3): 284-7. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2007.05.022>.
21. Goldenberg I, Moss AJ, Hall WJ, et al. Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial (MADIT) II Investigators. Causes and consequences of heart failure after prophylactic implantation of a defibrillator in the multicenter automatic defibrillator implantation trial II. *Circulation*. 2006;113(24): 2810-7. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.577262>.
22. Höke 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(12): 960-8. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2013-304673>.
23. Delling FN, Hassan ZK, Piatkowski G, et al. Tricuspid Regurgitation and Mortality in Patients With Transvenous Permanent Pacemaker Leads. *Am J Cardiol*. 2016;117(6): 988-92. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.12.038>.