



УДК 617-089

DOI 10.17802/2306-1278-2025-14-3-140-151

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ТРИКУСПИДАЛЬНОГО КЛАПАНА ПРИ ЕГО НЕДОСТАТОЧНОСТИ: ОТ КОЛЬЦА К СТОРКАМ И ПОДКЛАПАННЫМ СТРУКТУРАМ

Б.В. Казумян, Д.А. Титов, С.И. Бабенко

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Рублевское шоссе, 135, Москва, Российская Федерация, 121552

Основные положения

• В данной работе представлены отдаленные результаты сложных реконструкций трикуспидального клапана при тяжелой вторичной трикуспидальной недостаточности, таких как выдвижение передней створки трикуспидального клапана, техника «клевер», а также непосредственные результаты сближения папиллярных мышц правого желудочка. Данный обобщенный материал не имеет аналогов в русскоязычной литературе и ознакомление с ним позволит расширить показания, долговечность и безопасность реконструкций трикуспидального клапана.

Цель

Аннулопластика ТК является наиболее распространенным и в подавляющем большинстве случаев единственным вмешательством на ТК, выполняемым при его недостаточности. Однако существует ряд проблем, вызывающих неудовлетворенность от однокомпонентного лечения ТК, такие как: риск возврата ТР 2, варьирующий от 10 до 32% в зависимости от метода аннулопластики; высокая летальность при реоперации на ТК в связи с возвратом ТР.

Материалы и методы

С 2010 по 2017 гг. прооперировано 18 пациентов с патологией левых клапанов сердца и тяжелой ТР, которым выполнено выдвижение передней створки ТК. Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от этиологии ТН: 1 группа – это пациенты с органическим пороком ТК (ревматизм – 10 пациентов, ВПС – 2 пациента); 2 группа – с функциональной ТН (6 пациентов). С 2004 по 2019 гг. техника «клевер» при коррекции ТН применялась у 28 пациентов. По этиологии ТН имелись: миксоматоз в 16 случаях, функциональный порок ТК – 7 пациентов, ревматизм – 3 пациента, инфекционный эндокардит – 2 пациента.

Результаты

Свобода от возврата ТР ≥ 2 степени в отдаленном периоде в группе «выдвижения» – 100% при функциональном пороке и 60% при органическом поражении клапана, в группе «клевер» – 75% в общей выборке и 85,7% при миксоматозе ТК. Свобода от возврата ТР ≥ 3 степени в группе «выдвижения» – 100% при функциональном пороке и 81,8% при органическом поражении клапана, в группе «клевер» – 87,5% в общей выборке и 100% при миксоматозе ТК. В группе «клевер» выявлена корреляция между степенью ТР в отдаленном периоде и выполнением дополнительных маневров на ТК, таких как иссечение вторичных хорд, выдвижение передней створки ТК $r = 0,5$, $p = 0,037$ и $r = 0,5$, $p = 0,048$ соответственно.

Заключение

Отдаленные результаты наложения шва «край в край» при миксоматозе клапана и выдвижения передней створки трикуспидального клапана при функциональном пороке являются удовлетворительными и позволяют расширить показания к клапаносохраняющей хирургии, техники воспроизводимы и безопасны.

Ключевые слова

Реконструкция трикуспидального клапана • Выдвижение передней створки трикуспидального клапана • Сближение папиллярных мышц правого желудочка • Шов край-в-край

Поступила в редакцию: 21.01.2025; поступила после доработки: 16.02.2025; принята к печати: 05.03.2025

Для корреспонденции: Баграт Врамович Казумян, bvkazumyan@bakulev.ru; адрес: Рублевское шоссе, 135, Москва, Российская Федерация, 121552

Corresponding author: Bagrat V. Kazumyan, bvkazumyan@bakulev.ru; address: 135, Rublyovskoye Ave., Moscow, Russian Federation

OUTCOMES OF COMPLEX RECONSTRUCTION OF THE TRICUSPID VALVE:
FROM THE RING TO THE LEAFLETS AND SUBVALVULAR STRUCTURES

B.V. Kazumyan, D.A. Titov, S.I. Babenko

A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health, 135,
Rublyovskoye Ave., Moscow, Russian Federation

Highlights

• This paper presents the long-term results of complex tricuspid valve reconstructions in severe secondary tricuspid insufficiency, such as the extension of the anterior tricuspid valve flap, the “clover” technique, as well as the immediate results of the convergence of the papillary muscles of the right ventricle. This generalized material has no analogues in the Russian-language literature and familiarization with it will expand the indications, durability and safety of tricuspid valve reconstructions.

ORIGINAL STUDIES

Aim	Tricuspid annuloplasty of the tricuspid valve is the most common and, in the vast majority of cases, the only intervention on the tricuspid valve performed for tricuspid regurgitation. However, there are a number of problems that cause dissatisfaction with a single-component treatment of the tricuspid valve, such as: the risk of recurrence of TR 2, varying from 10 to 32% depending on the annuloplasty method; high mortality during reoperation on the tricuspid valve due to the return of TR.
Methods	From 2010 to 2017, anterior leaflet augmentation of the tricuspid valve was performed in 18 patients with severe TR. According to the etiology of TR, the patients were divided into 2 groups: Group 1 – patients with organic disease of the tricuspid valve (rheumatism – 10 patients, congenital heart disease – 2 patients); Group 2 – with functional TR (6 patients). For the period from 2004 to 2019. The “clover” technique was used in TR correction in 28 patients. Myxomatosis was the predominant etiology of TR in 16 cases, functional disease of the tricuspid valve – 7 patients, rheumatism – 3 patients, infective endocarditis – 2 patients.
Results	Freedom from recurrence of TR $\geq$ grade 2 in the long-term period in the “clover” group was 75% (with myxomatosis – 85,7%), in the “augmentation” group – 100% with functional defect and 60% with organic valve disease. Freedom from recurrence of TR $\geq$ grade 3 in the “edge to edge” group was 87.5% (with myxomatosis – 100%), in the “augmentation” group – 100% with functional disease and 81.8% with organic valve disease. In the edge-to-edge group, a correlation was found between the degree of TR in the late period and the implementation of additional maneuvers on the tricuspid valve (excision of secondary chords and anterior leaflet augmentation $r = 0.5$, $p = 0.037$ and $r = 0.5$, $p = 0.048$, respectively).
Conclusion	The results of anterior leaflet augmentation of the tricuspid valve in case of functional TR, the edge-to-edge suture in case of valve myxomatosis are satisfactory and allow to expand the indications for reconstructive surgery, the techniques are reproducible, safe and durability.
Keywords	Tricuspid valve reconstruction • Anterior leaflet augmentation of the tricuspid valve • Approximation of the papillary muscles of the right ventricle • Edge-to-edge suture

Received: 21.01.2025; received in revised form: 16.02.2025; accepted: 05.03.2025

Список сокращений

КДР	– конечно-диастолический размер	ТК	– трикуспидальный клапан
КДП	– конечно-диастолическая площадь	ТН	– трикуспидальная недостаточность
КСП	– конечно-систолическая площадь	ТР	– трикуспидальная регургитация
ЛЖ	– левый желудочек	ФИП	– фракционное изменение площади
ПЖ	– правый желудочек	ФК	– функциональный класс
ПМ	– папиллярные мышцы	NYHA	– New-York Heart Association
ПС	– передняя створка	TAPSE	– систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца
ПТФЭ	– политетрафторэтилен		

Введение

Трикуспидальная недостаточность (ТН) делится на первичную, которая бывает врожденной и приобретенной, и вторичную (функциональную). К приобретенным причинам первичной ТН относятся: ревматизм и миксоматозная болезнь, как правило в сочетании с поражением левых клапанов сердца; инфекционный эндокардит, в основном у пациентов с внутривенной наркоманией; опухоли сердца (чаще всего миксома), трикуспидального клапана (чаще всего фиброэластома) и внесердечной локализации (карциноид); травма грудной клетки; ятрогения (повреждение створок трансвенозным электродом, либо при взятии биопсии миокарда); системные заболевания (системная красная волчанка и саркоидоз) [1]. Функциональная (вторичная) трикуспидальная регургитация (ТР) обычно является результатом изменений геометрии кольца трикуспидального клапана (ТК), которые обусловлены расширением правого желудочка (ПЖ) и отсутствием структурных аномалий клапана [2]. Умеренная и тяжелая функциональная ТН связаны с двукратным повышением риска смертности по сравнению с отсутствием или легкой функциональной трикуспидальной недостаточностью независимо от степени легочной гипертензии и дисфункции правого желудочка [3]. Аннулопластика ТК является наиболее распространенным и в подавляющем большинстве случаев единственным вмешательством на ТК, выполняемым при его недостаточности. Однако существует ряд проблем, вызывающих неудовлетворенность от однокомпонентного лечения ТК, такие как: риск возврата ТР 2, варьирующий от 10 до 32% в зависимости от метода аннулопластики [4, 5]; высокая летальность при реоперации на ТК в связи с возвратом ТР [6]. А анализ более 50 тысяч пациентов из Северной Америки показал более низкую смертность при клапаносохраняющей операции на ТК по сравнению с его протезированием [7]. Все это обуславливает интерес к возможности, безопасности и долговечности реконструктивных операций на ТК при его недостаточности.

Цель исследования – оценить результаты хирургического лечения ТН с использованием «нетрадиционных» вмешательств: выдвижение передней створки (ПС) ТК, шов край-в-край, сближение папиллярных мышц (ПМ) ПЖ

Материалы и методы

Все операции выполнены в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России в отделении неотложной хирургии приобретенных пороков сердца из срединной стернотомии, бикавальной канюляции полых вен и фармако-холодовой кардиopleгии раствором «Кустодиол» (Германия). Этап операции на ТК клапане всегда выполнялся на плегированном сердце.

Выдвижение передней створки трикуспидального клапана

С 2010 по 2017 г. прооперировано 18 пациентов с патологией левых клапанов сердца и тяжелой ТР, которым выполнено выдвижение передней створки ТК. Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от этиологии ТН: 1 группа – это пациенты с органическим пороком ТК (ревматизм – 10 пациентов, ВПС – 2 пациента); 2 группа – с функциональной ТН (6 пациентов). Показания к выдвижению передней створки ТК в группе органического порока была тяжелая ТН, в группе функционального порока – тяжелая ТН с втяжением створок ТК > 7,6 мм и/или площадь втяжения створок ТК > 1,63 см² [8].

Предоперационная характеристика пациентов представлена в табл. 1. Более подробно характеристика пациентов описаны нами ранее [9].

Хирургическая техника выдвижения ПС ТК

После вмешательств на левых клапанах сердца заготавливалась заплата овальной формы из ауто-

Таблица 1. Предоперационная характеристика пациентов, которым выполнено выдвижение передней створки трикуспидального клапана
Table 1. Preoperative characteristics of patients who underwent augmentation of the anterior leaflet tricuspid valve

Параметр / Parameter	Выдвижение ПС ТК / TVAL extension, n = 18
Мужской пол / Male gender	6 (33,3%)
Возраст, лет / Age, years	52 (27–74)
АГ / AH	50% (9)
ИМТ / BMI	26,5 ± 2,3
ХОБЛ / COPD	33,3% (6)
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	11,1% (2)
ФК по NYHA / NYHA FC	3,56 ± 0,25
НК 2Б / Circulatory insufficiency 2Б	66,7% (12)
ФВ ЛЖ / LV EF, %	58,94 ± 4,6
ЛГ, мм рт. ст. / PH, mmHg	50,5 ± 8,7
ФК ТК, мм / TV fibrous ring	46,94 ± 3,9
Средняя ТР / Average TR	3,39 ± 0,25
Повторная операция на ТК / TV repeat operation	22,2% (4)
Повторная операция / Repeat operation	61% (11)

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; ИМТ – индекс массы тела; ЛГ – легочная гипертензия; НК – недостаточность кровообращения; ПС ТК – передняя створка трикуспидального клапана; ТК – трикуспидальный клапан; ТР – трикуспидальная регургитация; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс; ФК ТК – фиброзное кольцо трикуспидального клапана; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца.
Note: AH – arterial hypertension; BMI – mass index; COPD – chronic obstructive pulmonary disease; FC – functional class; LV EF – left ventricular ejection fraction; NYHA – New-York Heart Association; PH – pulmonary hypertension; TR – tricuspid regurgitation; TV – tricuspid valve; TVAL – tricuspid valve anterior leaflet.

перикарда, предварительно фиксированная в 0,3% растворе глutarового альдегида в течение 10 минут. ПС ТК отсекается от фиброзного кольца, отступя 1–2 мм, от передне-септальной до передне-задней комиссуры. В образовавшийся дефект вшивается заплата из аутоперикарда непрерывным однорядным швом полипропиленовой нитью 5–0. Высота заплаты определяется как расстояние от кольца до отсеченной створки, длина заплаты - как расстояние между передне-септальной и передне-задней комиссурами. Пластика всегда заканчивалась аннулопластикой на полоске из политетрафторэтилена (ПТФЭ) (Экофлон, Санкт-Петербург, Россия) длиной 50 мм. У некоторых пациентов по показаниям до выдвижения ПС ТК выполнялись другие маневры на клапане, а именно: у всех пациентов с ревматическим пороком – комиссуротомия по трем комиссурам, у 5-и пациентов из группы ревматического порока – иссечение вторичных хорд, у 3 пациентов с функциональным пороком (50% пациен-

тов) – резекция вторичных хорд, ограничивающих движение ПС. Была получена разница в среднем количестве маневров в группах функционального и органического порока, которая составила 2,5 и 3,2 соответственно.

Шов край-в-край (техника клевер)

С 2004 по 2019 гг. техника «клевер» при коррекции ТН применялась у 28 пациентов. По этиологии ТН имелись: миксоматоз в 16 случаях, функциональный порок ТК – 7 пациентов, ревматизм – 3 пациента, инфекционный эндокардит – 2 пациента. Предоперационная характеристика пациентов представлена в табл. 2. Более подробно характеристика пациентов описаны нами ранее [10].

Решение о наложении шва край-в-край всегда принималась интраоперационно. Показанием являлась остаточная центральная ТР после выполнения аннулопластики и/или других вмешательств на ТК.

Хирургическая техника шва край-в-край

После коррекции пороков левых клапанов сердца выполнялись аннулопластика ТК, а также по показаниям комиссуротомия, иссечение вторичных хорд. Далее рутинно проводилась гидравлическая пробой холодным изотоническим раствором хлорида натрия, с предварительным пережатием легочного ствола инструментом, и при наличии остаточной центральной регургитации накладывался шов «край-в-край», которая заключается в сшивании всех трех створок ТК по центру полипропиленовой нитью 5–0 (рис. 1).

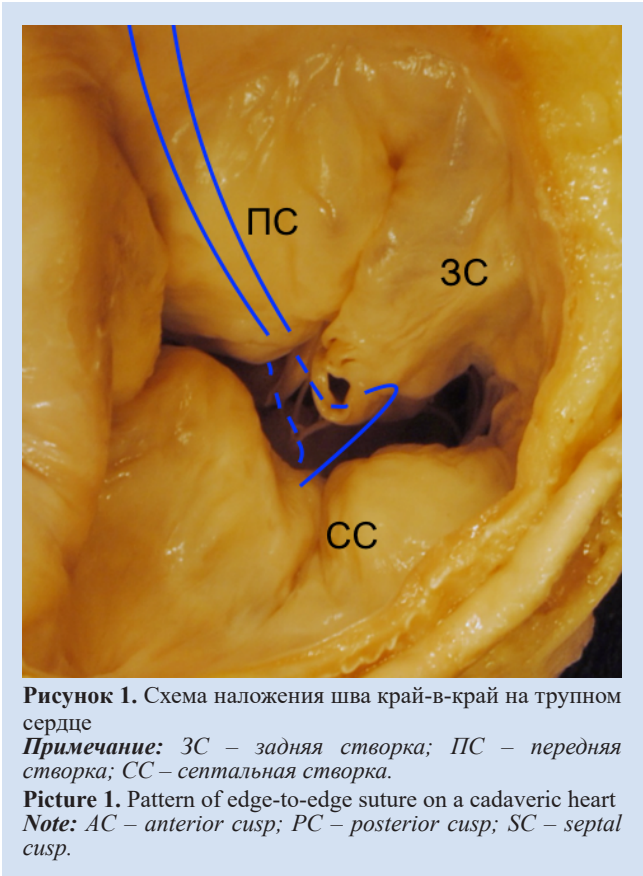
Таблица 2. Предоперационная характеристика пациентов, которым выполнен шов край-в-край

Table 2. Preoperative characteristics of patients who underwent edge-to-edge suture (clover technique)

Параметр / Parameter	Шов «край-в-край» / Edge-to-edge suture, n = 28
Женский пол / Women gender	18 (64,3%)
Возраст, лет / Age, years	51 (20–77)
4 ФК по NYHA / NYHA FC 4	10 (35,7%)
НК 2Б / Circulatory insufficiency 2B	10 (35,7%)
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	4 (14,3%)
АГ / АН	10 (35,7%)
ХОБЛ / COPD	4 (14,3%)
ХПН / CRF	2 (7,1%)
ФВ ЛЖ / LV EF, %	60 ± 3,4
ФП / AF	14 (50%)
Давление в ПЖ, мм рт. ст. / RVP, mmHg	51 ± 7,5
Средняя ТР / Average TR	2,6 ± 0,5
Диаметр фиброзного кольца ТК, мм / Diameter of the fibrous ring TV, mm	42,1 ± 3,7
Повторная операция на ТК / TV repeat operation	2 (7,1%)
Повторная операция / Repeat operation	12 (42,9%)

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; НК – недостаточность кровообращения; ПЖ – правый желудочек; ТК – трикуспидальный клапан; ТР – трикуспидальная регургитация; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс; ФП – фибрилляция предсердий; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХПН – хроническая почечная недостаточность; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца.

Note: AF – atrial fibrillation; АН – arterial hypertension; COPD – chronic obstructive pulmonary disease; CRF – chronic renal failure; FC – functional class; LV EF – left ventricular ejection fraction; NYHA – New-York Heart Association; RVP – right ventricular pressure; TR – tricuspid regurgitation; TV – tricuspid valve.



Сближение папиллярных мышц правого желудочка

В отделение неотложной хирургии приобретенных пороков сердца профессором Муратовым Р.М. выполнены 2 операции сближения ПМ ПЖ при тяжелой функциональной ТН в сочетании с коррекцией патологии левых отделов сердца. Оба пациента мужчины, имели гепатомегалию, асцит, отеки нижних конечностей, нарушения ритма сердца в виде фибрилляции предсердий с сохранной фракцией выброса ЛЖ и дисфункцией и дилатацией ПЖ. Эхокардиографические параметры правых отделов сердца представлены в табл. 3.

Показанием к сближению папиллярных мышц правого желудочка явились тяжелая ТР, дилатация (КДП более 28 см²) и дисфункция ПЖ (ФИП менее 35%, TAPSE менее 17%), проявляющиеся втяжением створок ТК (глубина коаптации более 7,6 мм) и увеличением площадью втяжения створок более 1,63 см².

Хирургическая техника

После вмешательств на клапанах левых камер сердца накладывались аннулопластичные швы на ФК ТК. В условиях выраженной дилатации кольца и ПЖ хорошо визуализировались подклапанные структуры. После оценки подклапанных структур ТК выполнялось прошивание ПМ полукисетным швом полипропиленовой нитью 3–0 с иглой 26 мм на 2-х прокладках из тефлона. Шов начинался от основания передней группы ПМ ПЖ, затем прошивалась задняя группа ПМ. Второй иглой прошивались те же структуры параллельно первой, отступая 1 см (рис. 2А). После прошивания ПМ шов затягивался. До имплантации полоски для аннулопластики выполнялась гидравлическая проба холодным изотоническим раствором NaCl, которая в обоих случаях

показала состоятельность ТК (рис. 2В). После чего выполнялась аннулопластика на полоске из ПТФЭ (Экофлон, Санкт-Петербург, Россия) с целью редукции и стабилизации ФК, и повторная гидравлическая проба.

Эхокардиография правых отделов сердца

Использовалась 2D ЭхоКТ, 4-камерный доступ. Всем пациентам перед операцией измерялся диаметр ФК ТК, давление в ПЖ, степень ТР, пиковые и средние трансклапанные градиенты. ТР оценивалась до операции, в раннем послеоперационном периоде и в отдаленном периоде с помощью расчёта эффективной площади отверстия регургитации (ERO) и vena contracta. ERO: < 0,2 см² соответствует 1 степени ТР, 0,2–0,29 см² – 2 степени, 0,3–0,39 см² – 3 степени, ≥ 0,40 см² – 4 степени ТР. Vena contracta менее 3 мм – 1 ст ТР, 3–6 мм – 2 ст, ≥ 7 мм – 3 ст. Систолическая функция ПЖ оценивалась глобально по фракционному изменению площади (ФИП) и локально по систолической экскурсии плоскости трикуспидального кольца (TAPSE). Размеры ПЖ измерялись на трех уровнях: базальный конечно-диастолический размер

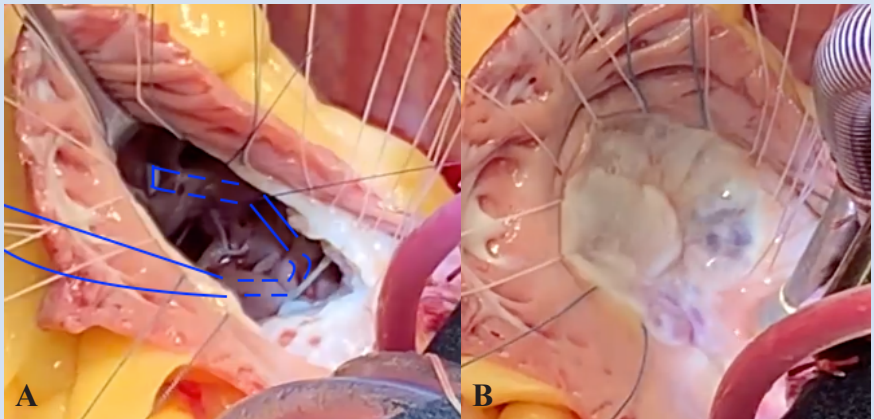


Рисунок 2. Интраоперационное фото
Примечание: А – схема операции сближения папиллярных мышц правого желудочка, пунктирная синяя линия ход нити внутри папиллярных мышц; В – гидравлическая проба трикуспидального клапана после затягивания сближающего шва на папиллярных мышцах и до имплантации полоски, замыкательная функция клапана хорошая, створки не втянуты в полость правого желудочка.
Picture 2. Intraoperative photo
Note: А – Pattern of the right ventricular papillary muscle approximation, the dotted blue line shows the course of the thread inside the papillary muscles; В – hydraulic test of the tricuspid valve after tightening the approximating suture on the papillary muscles and before implantation of the band, the function of the valve is good, the leaflets are not retracted into the cavity of the right ventricle.

Таблица 3. Эхокардиографические параметры правых отделов сердца до операции
Table 3. Echocardiographic parameters of the right heart before surgery

Дата операции / Date of operation	S ПП / S RA	КДП1 / EDS1	КДП2 / EDS1	КДП / EDA	КСП / ESA	ФИП ПЖ / FAC RV	TAPSE	Глубина коаптации / Coaptation depth	S втяжения створок / S retractions of the flaps
21.12.2018	51,5	50	37	29,1	19	34	15	8	2
20.02.2019	57	49	44	39,7	26,9	32	16	13	2,8

Примечание: S ПП – площадь правого предсердия; КДП – конечно-диастолическая площадь ПЖ; КДП 1 – конечно-диастолический размер ПЖ на базальном уровне; КДП 2 – конечно-диастолический размер ПЖ на среднем уровне; КСП – конечно-систолическая площадь ПЖ; ПЖ – правый желудочек; ФИП – фракционное изменение площади правого желудочка; TAPSE – систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца.
Note: EDA – end-diastolic area; EDS – end-diastolic size; ESA – end-systolic area; FAC – fractional area change; S RA – area of right atrium; RV – right ventricle; TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion.

(КДР) ПЖ под фиброзным кольцом ТК, средний КДР ПЖ на уровне папиллярных мышц ЛЖ и длина ПЖ от середины фиброзного кольца ТК до верхушки. Нарушение коаптации створок оценивалась с помощью параметров площадь втяжения створок и глубина коаптации. Площадь втяжения створок ТК измерялась путем вычисления площади треугольника, образовавшегося при соединении линии предсердной поверхности передней и септальной створок ТК и линии диаметра ФК, а глубина коаптации – это размер от линии диаметра ФК до точки коаптации створок. Показатели ФИП, TAPSE, КДР ПЖ на момент выполнения операций не являлись рутинно измеряемыми параметрами, поэтому оценивались только при очном обследовании в отдаленном периоде.

Статистический анализ

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, коррективировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA 10. Данные выражены как среднее ± стандартное отклонение (SD) или как медиана (межквартильный размах). Нормальное распределение проверяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель относительного риска (ОР) с расчетом границы 95% доверительного интервала (95% ДИ). Для оценки корреляции использовали r-критерий

Пирсона. При сравнении средних показателей, рассчитанных для связанных выборок, использовался парный t-критерий Стьюдента. Оценка функции выживаемости пациентов проводилась по методу Каплана-Мейера. Считалось, что Р-значения < 0,05 указывают на статистическую значимость. Значения Р между 0,05 и 0,1 считались погранично значимыми.

Результаты

Выдвижение передней створки трикуспидального клапана

Среднее время наблюдения 47 месяцев, выживаемость 86,7% (рис. 3А). Свобода от ТР ≥ 2 степени в среднеотдаленном периоде составила 60% в группе органического (4 пациента) и 100% в группе функционального порока (рис. 3В). У 3-х из 4-х пациентов с возвратом ТР имеется легочная гипертензия, у 1 пациента прогрессировала дилатация ПЖ.

Средний ФК по NYHA до операции составлял 3,6 и снизился в среднеотдаленном периоде до 1,1. Такие показатели как диаметр фиброзного кольца ТК, степень ТР также статистически значимо изменились после операции (табл. 4).

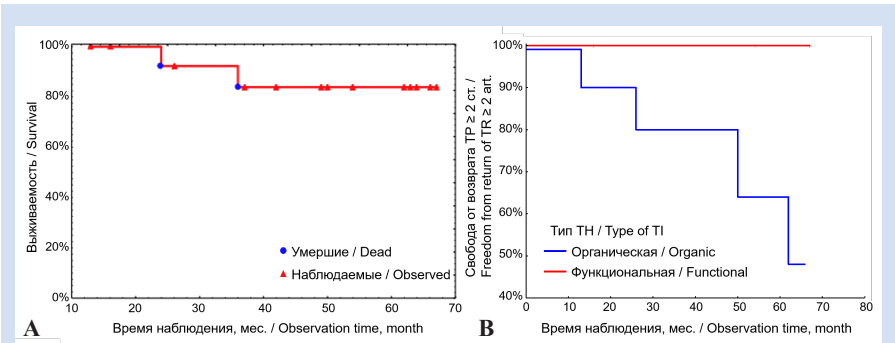


Рисунок 3. Среднеотдаленные результаты выдвижения передней створки трикуспидального клапана

Примечание: А – среднеотдаленная выживаемость 86,7%, среднее время наблюдения составило 47 месяцев, полнота наблюдения 100% (кривая Каплана-Майера); В – свобода от возврата трикуспидальной регургитации ≥ 2 степени в среднеотдаленном периоде. Синяя линия – группа органического порока, красная линия – группа функционального порока (кривая Каплана-Майера). Разница между группами статистически недостоверная p = 0,27963; ТН – трикуспидальная недостаточность.

Picture 3. Mid-term results of the anterior leaflet augmentation of the tricuspid valve Note: A – long-term survival rate 86.7%, average follow-up time was 47 months, completeness of follow-up 100% (Kaplan–Meier curve); B – freedom from recurrence of tricuspid regurgitation ≥ 2 degrees in the mid-term period. The blue line is the group of organic disease, the red line is the group of functional disease (Kaplan–Meier curve). The difference between the groups is statistically insignificant p = 0.27963; TI – tricuspid insufficiency.

Таблица 4. Динамика показателей до операции и в среднеотдаленном периоде Table 4. Dynamics of main parametres before surgery and in the mid-term period

Параметр / Parameter	До операции / Before operation	Среднеотдаленный период / Average long-term period	p
ЛГ, мм рт. ст. / PH, mmHg	50,5 ± 8,7	36,1 ± 4,8	0,0119
ФВ ЛЖ / LV EF, %	58,9 ± 4,6	58,2 ± 3,8	0,2213
Степень ТР / TR grading	3,39 ± 0,25	1,46 ± 0,39	0,0022
ФК ТК, мм / TV fibrous ring	46,94 ± 3,9	32,4 ± 2,4	0,0014
ФК по NYHA / NYHA FC	3,56 ± 0,25	1,08 ± 0,43	0,0015

Примечание: ЛГ – легочная гипертензия; ТР – трикуспидальная регургитация; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс; ФК ТК – фиброзное кольцо трикуспидального клапана; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца. Note: FC – functional class; LV EF – left ventricular ejection fraction; NYHA – New-York Heart Association; PH – pulmonary hypertension; TR – tricuspid regurgitation; TV – tricuspid valve.

Оценена связь между 2 эхокардиографическими параметрами ФИП, отражающим глобальную сократимость ПЖ, и TAPSE – локальный показатель оценки сократимости ПЖ. Получена высокая корреляционная связь ($r = 0,7$, $p = 0,036$) (рис. 4).

Шок край-в-край (техника клевер)

Среднее время наблюдения составило $6,8 \pm 1,6$ лет, выживаемость – 94,1% при полноте наблюдений – 73,1%. У всех пациентов с вмешательством на клапанах левых камер функция протезированных и реконструированных клапанов была нормальной. Свобода от возврата TR ≥ 3 степени составила 87,5%, свобода от возврата TR ≥ 2 степени – 75% (рис. 5). График средней степени TR в различные периоды представлен на рис. 6.

С помощью χ^2 -критерий Пирсона получена взаимосвязь между дооперационным ФК по NYHA ($r = 0,5$, $p = 0,046$), степенью TR до операции ($r = 0,5$, $p = 0,038$), выполнением дополнительных манёвров

на ТК (иссечение вторичных хорд и выдвижение передней створки ТК $r = 0,5$, $p = 0,037$ и $r = 0,5$, $p = 0,048$ соответственно) и степенью TR в отдалённом периоде.

4 ФК по NYHA до операции статистически значимо в 2,4 раза увеличивает риск возврата TR ≥ 2 степени. Значения относительного риска (ОР) возврата TR представлены в табл. 5.

Сближение ПМ ПЖ

Непосредственные результаты операции сближения ПМ ПЖ представлены в табл. 6.

У обоих пациентов был неосложнённый послеоперационный период, на момент выписки TR ≥ 2 степени не было.

Обсуждение

При тяжелой ТН происходит втяжение створок трикуспидального клапана (ТК) из-за дилатации и/или дисфункции ПЖ. В этих случаях аннулопластики будет недостаточно для эффективной и долгосрочной коррекции порока. Предложены различные вмешательства на створках и подклапанных структурах для расширения показаний к реконструктивной хирургии ТК. Пластические операции на ТК можно разделить на 3 пункта по точкам приложения вмешательств – это кольцо, створки и подклапанные структуры. Основным методом лечения ТН – это аннулопластика. Этот метод лечения и его виды, результаты операции подробно описаны нами в других научных работах [5, 11]. В зависимости от этиологии ТН необходимы и другие вмешательства на ТК помимо аннулопластики. Так, реконструкция при ревматическом пороке обязательна должна включать комиссуротомию для увеличения подвижности створок и профилактики стеноза клапана после аннулопластики, а также при наличии рестрикции и втяжения створки из-за маломобильных вторичных хорд необходимо выполнять их резекцию. При инфекционном эндокардите ТК необходимо восполнять дефицит тканей путем протезирования одной и более створок с созданием множественных неоход [12]. Миксоматоз

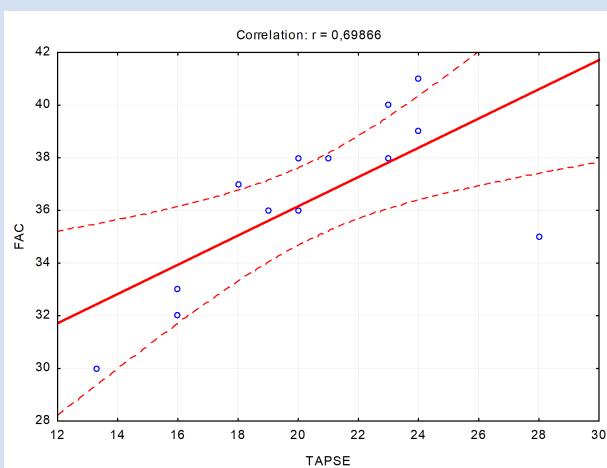


Рисунок 4. Кривая корреляция Пирсона между ФИП (FAC – fractional area change) и TAPSE (Tricuspid annular plane systolic excursion)

Picture 4. Pearson correlation curve between FAC and TAPSE

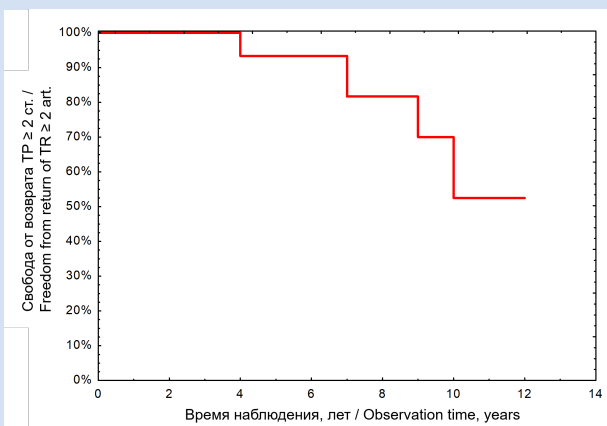


Рисунок 5. Кривая Каплана-Майера свобода от возврата трикуспидальной регургитации ≥ 2 степени

Примечание: TR – трикуспидальная регургитация.

Picture 5. Kaplan-Meier curve of freedom from recurrence of tricuspid regurgitation ≥ 2 degrees

Note: TR – tricuspid regurgitation.

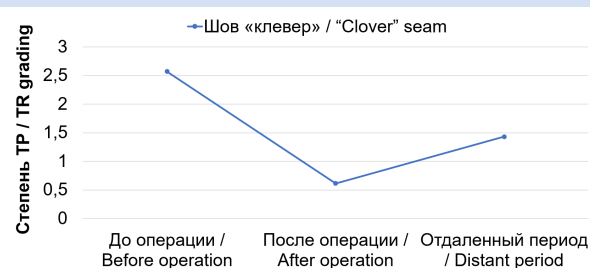


Рисунок 6. Средняя степень трикуспидальной регургитации до операции, после операции и в отдалённом периоде

Примечание: TR – трикуспидальная регургитация.

Picture 6. Average degree of tricuspid regurgitation before surgery, after surgery and in the long-term period

Note: TR – tricuspid regurgitation.

ТК характеризуется пролабированием одной и более створок и наличием за счет этого регургитации, что требует коррекции. В ряде случаев при функциональном пороке ТК надежды на ремоделирование ПЖ нет и, соответственно, только аннулопластики недостаточно для долговечности пластической операции. Риск возврата ТР 2 и более степени через 5 лет после аннулопластики по поводу функциональной ТН варьирует от 10 до 32% в зависимости от метода аннулопластики [4, 5]. Эти мысли привели к поиску этих пациентов, которым недостаточно аннулопластики, путем обнаружения предикторов позднего возврата регургитации у пациентов с дилатацией и дисфункцией ПЖ. Было выявлено, что предоперационная глубина коаптации створок ТК является наиболее важным фактором риска возврата ТР [8, 13, 14]. Следовательно, для увеличения долговечности реконструктивной хирургии ТК, в некоторых случаях требуется вмешательства на створках и подклапанных структурах.

Впервые технику «клевер», как метод для лечения посттравматической трикуспидальной недо-

статочности (ТН), разработал и применил в 2003 г. Alfieri у 5 пациентов [15]. В дальнейшем технику «клевер» или шов «край в край» применяли не только при лечении посттравматической ТН, но чаще при миксоматозной болезни, а также и при других патологиях, таких как вторичная ТН, инфекционный эндокардит ТК, ятрогенное поражение клапана. В нашей работе шов «край в край» применялся при миксоматозе, функциональном пороке, ревматизме и инфекционном эндокардите, причем при миксоматозной болезни шов «край в край» оптимальней, чем при функциональной ТН в отношении позднего возврата регургитации (ОР 0,75 (0,26–2,16) $p = 0,551$ и ОР 1 (0,14–7,1) $p = 1,0$ соответственно). Оценка ОР позднего возврата при ревматизме и инфекционном эндокардите невозможна, в связи с маленьким количеством пациентов в данных группах.

В 2017 г. вышла работа Michele De Bonis с соавторами, где опубликован 14-и летний опыт выполнения техники «клевер» [16]. Прооперировано 96 пациентов при трех этиологиях порока: миксоматоз

Таблица 5. Факторы риска возврата трикуспидальной регургитации ≥ 2 степени в отдаленном периоде		
Table 5. Risk factors for recurrence of tricuspid regurgitation ≥ 2 degrees in the long term period		
Параметр / Parameter	ОР с 95% ДИ / RR with 95% CI	p
4 ФК по NYHA / NYHA 4 FC	2,4 (1,23–4,69)	0,0417
Возраст старше 65 лет / Age over 65	1,5 (0,42–5,32)	0,5510
Диаметр фиброзного кольца ТК более 40 мм / TV fibrous ring diameter more than 40 mm	2 (1,14–3,52)	0,0736
Давление в ПЖ более 50 мм рт. ст. / RVP more than 50 mmHg	1,2 (0,37–3,93)	0,0736
Миксоматоз ТК / TV myxomatosis	0,75 (0,26–2,16)	0,5510
Функциональная недостаточность ТК / TV functional insufficiency	1 (0,14–7,1)	1,0000
ТР 4 стадии / TR 4th degree	3 (0,61–14,86)	0,1824
Имплантационная аннулопластика / Implantation annuloplasty	1,13 (0,56–2,25)	0,7555
Шовная аннулопластика / Suture annuloplasty	1,5 (0,18–12,46)	0,7115
Электрокардиостимулятор / Pacemaker	3 (0,24–37,67)	0,3827
ФП / AF	1 (0,14–7,1)	1,0000
Иссечение вторичных хорд / Excision of secondary chords	6 (0,72–49,84)	0,0645

Примечание: ДИ – доверительный интервал; ОР – отношение рисков; ПЖ – правый желудочек; ТК – трикуспидальный клапан; ТР – трикуспидальная регургитация; ФК – функциональный класс; ФП – фибрилляция предсердий; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца.
Note: AF – atrial fibrillation; CI – confidence interval; FC – functional class; NYHA – New-York Heart Association; RR – risk ratio; RVP – right ventricular pressure; TR – tricuspid regurgitation; TV – tricuspid valve.

Таблица 6. Непосредственные результаты операции сближения папиллярных мышц правого желудочка									
Table 6. Immediate results of the right ventricular papillary muscle approximation									
N	Степень ТР / TR degree	Койко-день / Bed-day	КДР 1 ПЖ / EDS1 RV	КДР 2 ПЖ / EDS2 RV	КДП ПЖ / EDA RV	КСП ПЖ / ESA RV	ФИП ПЖ / FAC RV	TAPSE, мм / mm	Длина коаптации, мм / Coaptation length
1	1	10	47	34	25	16,1	35	17	9
2	0	8	44	37	31,5	21,8	31	15	11

Примечание: КДП – конечно-диастолическая площадь правого желудочка; КДР 1 – конечно-диастолический размер правого желудочка на базальном уровне; КДР 2 – конечно-диастолический размер правого желудочка на среднем уровне; КСП – конечно-систолическая площадь правого желудочка; ПЖ – правый желудочек; ТР – трикуспидальная регургитация; ФИП – фракционное изменение площади правого желудочка; TAPSE – систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца.
Note: EDA – end-diastolic area; EDS – end-diastolic size; ESA – end-systolic area; FAC – fractional area change; RV – right ventricle; TR – tricuspid regurgitation; TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion.

ТК (77,1% пациентов), функциональная (13,5%) и посттравматическая (9,4%) ТН. Это самый большой опыт применения данного вмешательства на ТК в мире. Свобода от возврата ТР ≥ 2 степени составила 77,5% (возврат ТР 3 составил 2,2%, ТР 2 степени – 20,2%), что сопоставимо с нашими данными (75%).

Мы понимаем, что малое количество пациентов не дает возможности делать существенные выводы, однако, получена средняя корреляционная связь между использованием шва «край в край» в сочетании с другими маневрами на ТК, такими как выдвижение передней створки ТК и иссечение вторичных хорд ($r = 0,5$, $p = 0,048$; $r = 0,5$, $p = 0,037$ соответственно), и поздним возвратом ТР. Следовательно, после выдвижения передней створки и/или иссечения вторичных хорд и при остаточной ТР после гидравлической нагрузки клапана, мы не рекомендуем использование техники «клевер». По нашему мнению, в данных ситуациях предпочтительней протезирование трикуспидального клапана биологическим протезом.

Gilles D. Dreyfus с коллегами в 2008 г. предоставил данные 15 пациентов, которым было выполнено выдвижение передней створки заплатой из нефиксированного аутоперикарда. Показанием к операции явилась тяжелая вторичная ТН и глубина коаптации створок более 8 мм [17]. В том же году, Нео Tang с коллегами опубликовали среднеотдаленные данные (42 месяца) 31 пациента, которым было выполнено выдвижение передней створки заплатой из фиксированного аутоперикарда [18]. Показанием к операции явилась ревматическая ТН, средний возраст оперированных пациентов 40,3, возврат ТР 2 степени составил 3,2% (1 пациент), госпитальной летальности и среднеотдаленной смертности не наблюдалось, что видимо связано с молодой и «сохранной» группой пациентов (только 25% пациентов имела ЛГ, средний ФК по NYHA 2,9).

Как другие маневры на ТК, выдвижение ПС ТК выполняется редко. В литературе представлены в основном либо описания случаев [19] либо сопоставимые с нашим исследованием маленькие группы [20]. Последнее опубликованное исследование принадлежит G. Rescigno с коллегами, где описаны 2-х летние результаты выдвижения ПС ТК у 19 пациентов с тяжелой вторичной ТН с использованием CorMatrix. Выживаемость через 2 года составила 73,8%. Было 2 летальных исхода на госпитальном этапе. Средний ФК по NYHA $1,5 \pm 0,6$; средняя остаточная степень ТР составила $0,5 \pm 0,6$ (через 6 недель) и $1,3 \pm 1,4$ (последующее наблюдение). 10 из 13 выживших пациентов имели хорошие результаты при последнем наблюдении (ТР < 2 степени).

В нашей работе получены сопоставимые с другими исследователями данные: 4-х летняя выживаемость 86,7%, свобода от возврата ТР ≥ 2 степени 100% при вторичной ТН, однако при органическом

пороке – 60%, средний ФК по NYHA $1,08 \pm 0,43$. Однако есть различие в результатах между нашей группой пациентов с ревматическим пороком ТК (свобода от возврата ТР ≥ 2 степени при органическом пороке составила 60%) и группой Нео Tang. Мы объясняем это тщательным отбором пациентов для выполнения реконструкции трикуспидального клапана у последних. Нео Tang с коллегами выполняли данный маневр только у пациентов со спаянием створок по комиссурам и без выраженного утолщения створок и спаяния подклапанных структур, ограничивающим движение створок. Также в нашей работе, выполнив корреляцию между TAPSE и ФИП ПЖ (рис. 4), мы подтвердили мнение, что удобный, быстровоспроизводимый и простой показатель локальной сократимости ПЖ – TAPSE, отражает его глобальную функцию и должен использоваться рутинно в оценке сократимости ПЖ.

Третья точка приложения – это подклапанные структуры. Экспериментальные работы проводились в 2012 и 2013 гг., когда Н. Yamauchi и N. Al-Attar, соответственно, в экспериментах сделали сближение ПМ ПЖ [21, 22]. Первая операция на подклапанных структурах у человека выполнена S. S. Lohchab в 2015 г., который провел сближение передней ПМ к межжелудочковой перегородке у пациента с тяжелым функциональным пороком [23]. В 2018 г. G. Matsumiya и Eishi независимо друг от друга опубликовали результаты серии операций из 7 пациентов 2-я новыми методами лечения тяжелой функциональной ТН: Matsumiya выполнил сближение ПМ ПЖ 2 параллельными полукисетными швами на прокладках полипропиленовой нить 3–0, Eishi – спиральное подвешивание ПМ ПЖ 1 полукисетным швом на прокладках нитью из ПТФЭ 4–0 с прошиванием ПМ ПЖ с последующим подвешиванием к кольцу ТК в проекции середины септальной створки. Показанием к операции было втяжение створок ТК более 8 мм. У всех пациентов через 1 года после операции не было возврата ТР 2 и более степени. Мы использовали методику, предложенную Matsumiya и остались ей довольны на госпитальном этапе, так как она позволяет вернуть створки ТК практически на линию кольца и редуцировать полость ПЖ. Данный маневр технически воспроизводим и незначительно удлиняет время пережатия аорты, так как аннулопластику ТК при сочетанных вмешательствах на левых клапанах мы всегда делаем на плегированном сердце. Считаем, что вмешательства на подклапанных структурах оправданы только в условиях выраженной дилатации ПЖ, но, безусловно, необходимы увеличение количества вмешательств на подклапанных структурах ТК и оценка отдаленных результатов.

Заключение

Результаты выдвижения ПС ТК при функциональном пороке, наложения шва «край в край» при

миксоматозе клапана являются удовлетворительными и позволяют расширить показания к реконструктивной хирургии, техники безопасны, воспроизводимы. Выдвижение ПС ТК при органическом пороке, комбинированное применение техники «клевер» и других вмешательств на ТК, помимо аннулопластики, повышают риск неудовлетворительных результатов, и в таких случаях оптимальное решение – протезирование ТК биологическим протезом. Сближение ПМ ПЖ воспроизводимо, безопасно и дает возможность выполнить клапаносохраняющую операцию у пациентов (с тяжелой ТН и дилатацией ПЖ), которым ранее выполнялось

протезирование клапана. Необходима оценка отдаленных результатов и большее количество операций на подклапанных структурах.

Конфликт интересов

Б.В. Казумян заявляет об отсутствии конфликта интересов. Д.А. Титов заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.И. Бабенко заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Казумян Баграт Врамович, кандидат медицинских наук сердечно-сосудистый хирург отделения неотложной хирургии приобретенных пороков сердца федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-6717-4537

Титов Дмитрий Алексеевич, кандидат медицинских наук сердечно-сосудистый хирург, руководитель отделения неотложной хирургии приобретенных пороков сердца федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0943-5727

Бабенко Светлана Ивановна, доктор медицинских наук кардиолог, ведущий научный сотрудник отделения неотложной хирургии приобретенных пороков сердца федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-2621-4504

Author Information Form

Kazumyan Bagrat V., PhD, Cardiovascular Surgeon, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6717-4537

Titov Dmitriy A., PhD, Cardiovascular Surgeon, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0943-5727

Babenko Svetlana I., PhD, cardiologist, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-2621-4504

Вклад авторов в статью

КБВ – получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ТДА – интерпретация данных исследования, написание и коррективировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

БСИ – интерпретация данных исследования, написание и коррективировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

KBV – data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

TDA – data interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

BSI – data interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ulas Höke, Dominique Auger, Joep Thijssen, Ron Wolterbeek, Enno T van der Velde, Eduard R Holman et al. Heart. 2014; 100 (12): 960-8. DOI: 10.1136/heartjnl-2013-304673.
2. Rodes-Cabau J, Taramasso M, O’Gara PT. Diagnosis and treatment of tricuspid valve disease: current and future perspectives. Lancet. 2016; 388:2431-2442. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00740-6
3. Nelson Wang, Jordan Fulcher, Nishan Abeysuriya, Michele McGrady, Ian Wilcox, David Celermajer, Sean Lal. Tricuspid regurgitation is associated with increased mortality

independent of pulmonary pressures and right heart failure: a systematic review and meta-analysis. European Heart Journal. 2019; 40 (5): 476–484. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy641.

4. Navia JL, Nowicki ER, Blackstone EH, Brozzi NA, Nento DE, Atik FA et al. Surgical management of secondary tricuspid valve regurgitation: annulus, commissure, or leaflet procedure? J Thorac Cardiovasc Surg 2010; 139:1 473–82. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.02.046

5. Казумян Б.В., Муратов Р.М., Соболева Н.Н. Сравнительный анализ непосредственных и отдаленных резуль-

татов безимплантационной и имплантационной методик аннулопластики трикуспидального клапана при функциональном пороке. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2020; 4 (62): 310-317. DOI: 10.24022/0236-2791-2020-62-4-310-317.

6. Jeganathan R, Armstrong S, Al-Alao B, David T. The risk and outcomes of reoperative tricuspid valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2013; 95:119–24. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.08.058

7. Kilic A, Saha-Chaudhuri P, Rankin JS, et al. Trends and outcomes of tricuspid valve surgery in North America: an analysis of more than 50,000 patients from The Society of Thoracic Surgeons database. *Ann Thorac Surg*. 2013; 96: 1546-1552. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.06.031

8. Fukuda S, Song JM, Gillinov AM, McCarthy PM, Daimon M, Kongsarepong V et al. Tricuspid valve tethering predicts residual tricuspid regurgitation after tricuspid annuloplasty. *Circulation* 2005; 111: 975–9. DOI: 10.1161/01.CIR.0000156449.49998.51

9. Муратов Р.М., Казумян Б.В., Акбутаева Г.М. Выдвижение передней створки трикуспидального клапана при органическом и функциональном пороке. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2019; 61 (5): 429-435. DOI: <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2019-61-5-429-435>.

10. Казумян Б.В., Муратов Р.М., Соболева Н.Н., Титов Д.А. Отдаленные результаты техники «клевер» при хирургическом лечении трикуспидальной недостаточности различной этиологии. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2022; 5 (64): 495-502. DOI: 10.24022/0236-2791-2022-64-5-495-502.

11. Казумян Б.В., Муратов Р.М., Бабенко С.И., Титов Д.А. Факторы риска и причины возврата трикуспидальной регургитации после шовной и имплантационной аннулопластики. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2023; 4 (65): 391-401. DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-4-391-401

12. Муратов Р.М., Амирагов Р.И., Бабенко С.И. Отдаленные результаты многокомпонентной реконструкции створок трикуспидального клапана с использованием ауто- и ксеноперикарда при инфекционном эндокардите. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2023; 1 (65): 34-42. DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-1-34-42.

13. Min S-Y, Song J-M, Kim J-H, Jang M-K, Kim Y-J, Song H et al. Geometric changes after tricuspid annuloplasty and predictors of residual tricuspid regurgitation: a real-time three-dimensional echocardiography study. *Eur Heart J* 2010;31:2871–80. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq227

14. Kabasawa M, Kohno H, Ishizaka T, Ishida K, Funabashi N, Kataoka A et al. Assessment of functional tricuspid regurgitation using 320-detector-row multislice computed tomography: risk factor analysis for re-current regurgitation after tricuspid annuloplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;147:312–20. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.11.017

15. Alfieri O, De Bonis M, Lapenna E, Agricola E, Quarti A, Maisano F. The clover technique as a novel approach for correction of posttraumatic tricuspid regurgitation. *J Thorac*

Cardiovasc Surg 2003; 126:75–9. DOI: 10.1016/s0022-5223(03)00204-6

16. Long-term results (up to 14 years) of the clover technique for the treatment of complex tricuspid valve regurgitation. Michele De Bonis, Elisabetta Lapenna, Stefania Di Sanzo, Benedetto Del Forno, Federico Pappalardo, Alessandro Castiglioni, Luca Vicentini, Alberto Pozzoli, Ilaria Giambuzzi, Azeem Latib, Davide Schiavi, Giovanni La Canna and Ottavio Alfieri. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 52 (2017) 125–130. DOI:10.1093/ejcts/ezx027.

17. Gilles D. Dreyfus, Shahzad G. Raja and KokMeng John Chan. Tricuspid leaflet augmentation to address severe tethering in functional tricuspid regurgitation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 34: 908-910. DOI: 10.1016/j.ejcts.2008.07.006.

18. Hao Tang, Zhiyun Xu, Liangjian Zou, Lin Han, Fanglin Lu, Xilong Lang and Zhigang Song. Valve Repair with Autologous Pericardium for Organic Lesions in Rheumatic Tricuspid Valve Disease. *Ann Thorac Surg* 2009; 87:726-730 DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.12.005. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.12.005

19. Giuseppe Rescigno, Sandeep Hothi, Christopher Bond, Mauin Uddin, Veena Bhatti, John Stephen Billing. CorMatrix Anterior Leaflet Augmentation of the Tricuspid Valve: Midterm Results. *Heart Surg Forum*, 2021. 8; 24 (2): E261-E266. DOI: 10.1532/hsf.3599

20. Kentaro Honda, Hideki Kunitomo, Takahiro Fujimoto, Yoshiharu Nishimura. Four-year outcome of the tricuspid valve leaflet augmentation and ring annuloplasty in dextrocardia. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*, 2023 May;39(3):296-299. DOI: 10.1007/s12055-023-01477-9

21. Haruo Yamauchi, Nikolay V. Vasilyev, Gerald R. Marx, Hugo Loyola, Muralidhar Padala, Ajit P. Yoganathan, and Pedro J. del Nido. Right ventricular papillary muscle approximation as a novel technique of valve repair for functional tricuspid regurgitation in an ex vivo porcine model. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 144: 235-42. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.01.028.

22. Nawwar Al-Attar and Ulrik Hvass. Right papillary muscle sling: proof of concept and pilot clinical experience. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 43 (2013) e187–e189. DOI:10.1093/ejcts/ezt100

23. Shamsher Singh Lohchab, Ashok Kumar Chahal and Nilesh Agrawal. Papillary muscle approximation to septum for functional tricuspid regurgitation. *Asian Cardiovascular & Thoracic Annals* 2015, Vol. 23(6) 747–750. DOI: 10.1177/0218492315570644

24. Goro Matsumiya, Hiroki Kohno, Kaoru Matsuura, Tomoki Sakata, Yusaku Tamura, Michiko Watanabe and Hideki Ueda. Right ventricular papillary muscle approximation for functional tricuspid regurgitation associated with severe leaflet tethering. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 26 (2018) 700–702. DOI:10.1093/icvts/ivx406

25. Kiyoyuki Eishi, MD, Takashi Miura, MD, Ichiro Matsumaru, MD, Kazuyoshi Tanigawa, MD, and Kikuko Obase. Spiral suspension, a novel repair technique for severe functional tricuspid regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2018; 156 (2): 649-652. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.01.082.

REFERENCES

1. Ulas Höke, Dominique Auger, Joep Thijssen, Ron Wolterbeek, Enno T van der Velde, Eduard R Holman et al. *Heart*. 2014; 100 (12): 960-8. DOI: 10.1136/heartjnl-2013-304673.

2. Rodes-Cabau J, Taramasso M, O’Gara PT. Diagnosis and treatment of tricuspid valve disease: current and future perspectives. *Lancet*. 2016; 388:2431-2442. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00740-6

3. Nelson Wang, Jordan Fulcher, Nishan Abeyesuriya, Michele McGrady, Ian Wilcox, David Celermajer, Sean Lal. Tricuspid regurgitation is associated with increased mortality independent of pulmonary pressures and right heart failure: a systematic review and meta-analysis. *European Heart Journal*.

2019; 40 (5): 476–484. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy641.

4. Navia JL, Nowicki ER, Blackstone EH, Brozzi NA, Nento DE, Atik FA et al. Surgical management of secondary tricuspid valve regurgitation: annulus, commissure, or leaflet procedure? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139:1 473–82. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.02.046

5. Kazumyan B.V., Muratov R.M., Soboлева N.N. Outcomes of ring versus suture annuloplasty of the tricuspid valve in patients with functional tricuspid valve disease. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya (Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery)*. 2020; 4 (62): 310-317. DOI: 10.24022/0236-2791-2020-62-4-310-317.

6. Jeganathan R, Armstrong S, Al-Alao B, David T. The risk and outcomes of reoperative tricuspid valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2013; 95:119–24. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.08.058
7. Kilic A, Saha-Chaudhuri P, Rankin JS, et al. Trends and outcomes of tricuspid valve surgery in North America: an analysis of more than 50,000 patients from The Society of Thoracic Surgeons database. *Ann Thorac Surg*. 2013; 96: 1546–1552. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.06.031
8. Fukuda S, Song JM, Gillinov AM, McCarthy PM, Daimon M, Kongsarepong V et al. Tricuspid valve tethering predicts residual tricuspid regurgitation after tricuspid annuloplasty. *Circulation* 2005; 111: 975–9. DOI: 10.1161/01.CIR.0000156449.49998.51
9. Muratov R.M., Kazumyan B.V., Akbutaeva G.M. Anterior leaflet augmentation with organic and functional tricuspid regurgitation. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*, 2019; 61 (5): 429–435. DOI: <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2019-61-5-429-435>.
10. Kazumyan B.V., Muratov R.M., Soboleva N.N, Titov D.A. Outcomes of ring versus suture annuloplasty of the tricuspid valve in patients with functional tricuspid valve disease. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya* (Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery). 2022; 5 (64): 495–502. DOI: 10.24022/0236-2791-2022-64-5-495-502
11. Kazumyan B.V., Muratov R.M., Babenko S.I., Titov D.A. Risk factors and causes of late recurrence of tricuspid regurgitation after suture and band annuloplasty. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2023; 4 (65): 391–401. DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-4-391-401
12. Long-term results of tricuspid valve reconstruction pericardium and neochords due to infective endocarditis in candidates for valve replacement. Muratov R.M., Amiragov R.I., Babenko S.I. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2023; 1 (65): 34–42. DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-1-34-42.
13. Min S-Y, Song J-M, Kim J-H, Jang M-K, Kim Y-J, Song H et al. Geometric changes after tricuspid annuloplasty and predictors of residual tricuspid regurgitation: a real-time three-dimensional echocardiography study. *Eur Heart J* 2010;31:2871–80. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq227
14. Kabasawa M, Kohno H, Ishizaka T, Ishida K, Funabashi N, Kataoka A et al. Assessment of functional tricuspid regurgitation using 320-detector-row multislice computed tomography: risk factor analysis for re-current regurgitation after tricuspid annuloplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;147:312–20. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.11.017
15. Alfieri O, De Bonis M, Lapenna E, Agricola E, Quarti A, Maisano F. The clover technique as a novel approach for correction of posttraumatic tricuspid regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126:75–9. DOI: 10.1016/s0022-5223(03)00204-6
16. Long-term results (up to 14 years) of the clover technique for the treatment of complex tricuspid valve regurgitation. Michele De Bonis, Elisabetta Lapenna, Stefania Di Sanzo, Benedetto Del Forno, Federico Pappalardo, Alessandro Castiglioni, Luca Vicentini, Alberto Pozzoli, Ilaria Giambuzzi, Azeem Latib, Davide Schiavi, Giovanni La Canna and Ottavio Alfieri. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 52 (2017) 125–130. DOI:10.1093/ejcts/ezx027.
17. Gilles D. Dreyfus, Shahzad G. Raja and KokMeng John Chan. Tricuspid leaflet augmentation to address severe tethering in functional tricuspid regurgitation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 34: 908–910. DOI: 10.1016/j.ejcts.2008.07.006.
18. Hao Tang, Zhiyun Xu, Liangjian Zou, Lin Han, Fanglin Lu, Xilong Lang and Zhigang Song. Valve Repair with Autologous Pericardium for Organic Lesions in Rheumatic Tricuspid Valve Disease. *Ann Thorac Surg* 2009; 87:726–730 DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.12.005. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.12.005
19. Giuseppe Rescigno, Sandeep Hothi, Christopher Bond, Mauin Uddin, Veena Bhatti, John Stephen Billing. CorMatrix Anterior Leaflet Augmentation of the Tricuspid Valve: Midterm Results. *Heart Surg Forum*, 2021. 8; 24 (2): E261-E266. DOI: 10.1532/hsf.3599
20. Kentaro Honda, Hideki Kunitomo, Takahiro Fujimoto, Yoshiharu Nishimura. Four-year outcome of the tricuspid valve leaflet augmentation and ring annuloplasty in dextrocardia. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*, 2023 May;39(3):296–299. DOI: 10.1007/s12055-023-01477-9
21. Haruo Yamauchi, Nikolay V. Vasilyev, Gerald R. Marx, Hugo Loyola, Muralidhar Padala, Ajit P. Yoganathan, and Pedro J. del Nido. Right ventricular papillary muscle approximation as a novel technique of valve repair for functional tricuspid regurgitation in an ex vivo porcine model. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 144: 235–42. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.01.028.
22. Nawwar Al-Attar and Ulrik Hvass. Right papillary muscle sling: proof of concept and pilot clinical experience. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 43 (2013) e187–e189. DOI:10.1093/ejcts/ezt100
23. Shamsheer Singh Lohchab, Ashok Kumar Chahal and Nilesh Agrawal. Papillary muscle approximation to septum for functional tricuspid regurgitation. *Asian Cardiovascular & Thoracic Annals* 2015, Vol. 23(6) 747–750. DOI: 10.1177/0218492315570644
24. Goro Matsumiya, Hiroki Kohno, Kaoru Matsuura, Tomoki Sakata, Yusaku Tamura, Michiko Watanabe and Hideki Ueda. Right ventricular papillary muscle approximation for functional tricuspid regurgitation associated with severe leaflet tethering. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 26 (2018) 700–702. DOI:10.1093/icvts/ivx406
25. Kiyoyuki Eishi, MD, Takashi Miura, MD, Ichiro Matsumaru, MD, Kazuyoshi Tanigawa, MD, and Kikuko Obase. Spiral suspension, a novel repair technique for severe functional tricuspid regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2018; 156 (2): 649–652. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.01.082.

Для цитирования: Казумян Б.В., Титов Д.А., Бабенко С.И. Отдаленные результаты комплексной реконструкции трикуспидального клапана при его недостаточности: от кольца к створкам и подклапанным структурам. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2025;14(3): 140–151. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-3-140-151

To cite: Kazumyan B.V., Titov D.A., Babenko S.I. Outcomes of complex reconstruction of the tricuspid valve: from the ring to the leaflets and subvalvular structures. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2025;14(3): 140–151. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-3-140-151