

УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2026-15-1-32-40

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИИ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА НА НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ ТРИКУСПИДАЛЬНОГО КЛАПАНА И ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ ПРИ ПАТОЛОГИИ КЛАПАНОВ ЛЕВЫХ КАМЕР СЕРДЦА

С.И. Бабенко, Д.А. Титов, В.И. Донцова, Р.Р. Муратов

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

- Дисфункцию правого желудочка можно наблюдать у пациентов с патологией клапанов левых камер сердца и тяжелой функциональной недостаточностью трикуспидального клапана. Исследование параметров функции правого желудочка позволяет прогнозировать течение раннего послеоперационного периода. Наиболее чувствительным показателем оказался TAPSE, в том числе у пациентов с высокой легочной гипертензией.

Актуальность	Тяжелая функциональная трикуспидальная недостаточность часто встречается при необходимости хирургического лечения патологии клапанов левых камер сердца. Своевременная коррекция патологии до развития правожелудочковой недостаточности позволяет снизить риск хирургического вмешательства, улучшить непосредственные результаты и качество жизни пациентов в отдаленном периоде.
Цель	Выявить корреляционную зависимость между клиническими параметрами, параметрами функции правого желудочка (ПЖ) и непосредственными результатами хирургического лечения пациентов с тяжелой функциональной недостаточностью ТК.
Материалы и методы	В исследование вошло 40 пациентов. Средний возраст $64,5 \pm 8,5$ (34–86) года. У 20 – недостаточность митрального клапана, у 11 – аортальный стеноз и относительная недостаточность митрального клапана 3 степени и у 9 митрально-аортальный порок. Недостаточность ТК 3 степени – 35 (78%), 4 степени – 5 (22%) пациентов. Все находились в III–IV функциональный класс. В предоперационном периоде выполнено общеклиническое и комплексное эхокардиографическое обследование. Показатели функции ПЖ включали: фракционное изменение площади (ФИП) ПЖ, систолическую экскурсию в плоскости кольца ТК (TAPSE), тканевую доплерографию, систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) и соотношение TAPSE к СДЛА. Для оценки тесноты связи (r) использовали шкалу Чеддока. Для всех статистических результатов был принят уровень значимости $< 0,05$.
Результаты	Средний показатель фракции выброса левого желудочка составил $60,5 \pm 6,8$ (46–75) %, СДЛА: $64,7 \pm 14,4$ (31–110) мм рт. ст. У 25 (63%) пациентов была высокая легочная гипертензия (СДЛА > 60 мм рт. ст.). Средний показатель TAPSE/СДЛА: $0,28 \pm 0,09$ (0,11–0,52), ФИП ПЖ: $33,04 \pm 6,2$ (20–64), TAPSE: $16,47 \pm 3,1$ (11–20,6) мм, деформация свободной стенки ПЖ: $-17,04 \pm 3,9$ (-5,4 – -26,2). Госпитальная летальность 3 (7%) пациента. Статистический анализ показал умеренную корреляционную связь между летальностью, TAPSE: $-0,3483$ ($p = 0,030$) и фракции выброса левого желудочка: $-0,3387$ ($p = 0,035$), очень слабую между летальностью и деформацией свободной стенки ПЖ: $-0,1307$ ($p = 0,434$), отсутствие между летальностью, ФИП ПЖ: $0,0445$ ($p = 0,791$) и легочной гипертензией: $-0,0521$ ($p = 0,753$).
Заключение	Наиболее чувствительным показателем функции ПЖ у пациентов с тяжелой функциональной недостаточностью ТК можно считать TAPSE, легочная гипертензия не оказала влияние на непосредственный результат хирургического лечения.

Для корреспонденции: Светлана Ивановна Бабенко, si_efremenko@mail.ru, адрес: Рублевское шоссе, 135, Москва, Российская Федерация, 121552

Corresponding author: Svetlana I. Babenko, si_efremenko@mail.ru, address: 135, Rublyovskoye Hwy., Moscow, Russian Federation, 121552

Ключевые слова Ключевые слова: Трикуспидальная недостаточность • Функция правого желудочка • Пластика трикуспидального клапана • Легочная гипертензия

Поступила в редакцию: 11.09.2025; поступила после доработки: 01.11.2025; принята к печати: 26.12.2025

THE EFFECT OF RIGHT VENTRICULAR'S FUNCTION ON THE IMMEDIATE RESULTS OF SURGICAL TREATMENT FOR PATIENTS WITH SEVERE TRICUSPID VALVE INSUFFICIENCY AND PULMONARY HYPERTENSION IN PATHOLOGY OF LEFT HEART SIDE VALVES

S.I. Babenko, D.A. Titov, V.I. Dontsova, R.R. Muratov

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, 135, Rublyovskoye Hwy., Moscow, Russian Federation, 121552

Highlights

- Right ventricular (RV) dysfunction can be observed in patients with left heart valve pathology and severe functional tricuspid valve insufficiency. The study of RV function parameters allows for the prediction of the early postoperative period. TAPSE proved to be the most sensitive indicator, including in patients with high pulmonary hypertension.

Background	Severe functional tricuspid insufficiency is often found when surgical treatment of valve pathology of the left heart chambers is necessary. Timely correction of the pathology before the development of right ventricular failure can reduce the surgical interventions risk, improve immediate results and the quality of life of patients in the remote period.
Aim	The study was to identify the correlation between clinical parameters, parameters of right ventricular function and the immediate results of surgical treatment of patients with severe functional tricuspid valve insufficiency.
Methods	The study included 40 patients. The average age is 64.5 ± 8.5 (34–86) years. In 20 – MV insufficiency, in 11 – aortic stenosis and relative MC insufficiency, and in 9 M-A malformation. Grade 3 TR insufficiency – 35 (78%) patients, grade 4 TR – 5 (22%) patients. All of them had class III–IV symptoms to NYHA. In the preoperative period, a general clinical and echocardiography examination was performed. Measures of RV function included: fractional change in right ventricular area (FAC), tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), tissue Doppler sonography (RV FWS), pulmonary artery systolic pressure (PASP), and of the tricuspid annular plane systolic excursion ratio in pulmonary artery systolic pressure (TAPSE/PASP). To assess the closeness of the bond (r), the Chaddock scale was used. For all statistical results, a significance level of < 0.05 was adopted.
Results	The average LV EF was 60.5 ± 6.8 (46–75) %, PASP: 64.7 ± 14.4 (31–110) mm Hg. 25 (63%) patients had high PASP (PASP > 60 mm Hg). Mean TAPSE/PASP: 0.28 ± 0.09 (0.11–0.52), FAC: 33.04 ± 6.2 (20–64) %, TAPSE: 16.47 ± 3.1 (11–20.6) mm, RV FWS: -17.04 ± 3.9 (-5.4 – -26.2) %. In-hospital mortality of 3 (7,5%) patients. Statistical analysis showed a moderate correlation between mortality, TAPSE: -0.3483 ($p = 0.030$) and LVEF: -0.3387 ($p = 0.035$), a very weak correlation between mortality and RV FWS: -0.1307 ($p = 0.434$), the absence between mortality, FAC: 0.0445 ($p = 0.791$) and pulmonary hypertension: -0.0521 ($p = 0.753$).
Conclusion	TAPSE can be considered as the most sensitive indicator of pancreatic function in patients with severe tricuspid valve insufficiency, pulmonary hypertension did not affect the immediate outcome of surgical treatment.
Keywords	Tricuspid insufficiency • Right ventricular function • Tricuspid valve reconstruction • Pulmonary hypertension

Received: 11.09.2025; received in revised form: 01.11.2025; accepted: 26.12.2025

Список сокращений

МК	– митральный клапан	ТН	– трикуспидальная недостаточность
ПЖ	– правый желудочек	ФВ ЛЖ	– фракция выброса левого желудочка
СДЛА	– систолическое давление легочной артерии	ФИП	– фракционное изменение площади
ССПЖ	– свободная стенка правого желудочка	ЭхоКГ	– эхокардиография
ТК	– трикуспидальный клапан	TAPSE	– систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца

Введение

Функциональная трикуспидальная недостаточность (ТН) часто появляется в результате патологии клапанов левых камер сердца, ишемической болезни, фибрилляции предсердий. Она ассоциируется с одышкой, нарушением функции почек, печеночной дисфункцией и снижением сердечного выброса. При тяжелой хронической недостаточности митрального клапана (МК) функциональная недостаточность трикуспидального клапана (ТК) встречается по разным источникам у 30–50% пациентов. В результате повышения давления в левом предсердии увеличивается систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) и постнагрузка на правый желудочек (ПЖ). Увеличение постнагрузки приводит к ремоделированию и прогрессирующей дилатации ПЖ в дальнейшем. Пятилетняя выживаемость при функциональной недостаточности ТК средней и тяжелой степени составляет 45% и 34% соответственно [1]. Известно, что систолическая функция ПЖ часто является решающим фактором, определяющим исход у этих пациентов [2–6]. В повседневной клинической практике оценка функции ПЖ в основном базируется на данных эхокардиографии (ЭхоКГ), как самом доступном методе обследования. Основные показатели – это фракционное изменение площади (ФИП) ПЖ, систолическая экскурсия в плоскости кольца ТК (TAPSE), систолическая скорость латерального кольца ТкКл (S') и тканевая доплерография с определением показателей глобальной и продольной деформации свободной стенки ПЖ (ССПЖ). Показатель TAPSE чаще всего используется из-за простоты измерения и надежной прогностической способности.

Целью исследования было выявить корреляционную зависимость между клиническими параметрами, параметрами функции ПЖ и непосредственными результатами хирургического лечения пациентов с тяжелой функциональной недостаточностью ТК и легочной гипертензией при патологии клапанов левых камер сердца.

Материал и методы

В исследование вошло 40 пациентов обследованных и прооперированных в период с сентября 2023 г. по июнь 2024 г. Средний возраст пациентов $64,5 \pm (34–86)$ года (табл. 1). По гендерным отличиям преобладали женщины – м/ж 17 (43%) / 23 (57%)

соответственно. У 20 пациентов была тяжелая (3–4 степени) недостаточность МК в основном дегенеративной этиологии, у 11 – аортальный стеноз и относительная недостаточность МК 3 степени и у 9 сочетанный Мт-Ао порок. Постоянная форма ФП у 27 (68%) пациентов. В основном все пациенты были с сохранной функцией левого желудочка. Средний показатель фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) $60,5 \pm +6,8 (46–75) \%$. Недостаточность ТК 3 степени – 35 (78%), 4 степени – 5 (22%) пациентов. Тяжесть недостаточности ТК оценивали по ширине потока регургитации (vc): более 7 мм – 3 степени, более 14 мм – 4 степени. Все пациенты находились в III (18 / 45%) \pm IV (22/55%) функциональном классе по классификации NYHA. Из сопутствующей патологии (табл. 1): артериальная гипертензия (АГ) – 8 (20%), сахарный диабет

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов (n = 40)
Table 1. Clinical characteristics of patients (n = 40)

Параметр / Parameter	Всего, абс / Total, abs., %
Средний возраст / Age	64,5 \pm 8,5 (34–86)
Пол м/ж / Sex m/f	17 (43%) / 23 (57%)
Порок: М нед / Defect: M reg	20 (50%)
АСТ + ОНМК / AST + Stroke	11 (28%)
МАП / M-A	9 (22%)
Степень ТН 3/4 / TR 3/4	35 / 5
ФП / AF	27 (68%)
ФК NYHA / FC NYHA	18 (45%) / 22 (55%)
ИБС / CAD	4 (10%)
ХОБЛ / COPD	6 (15%)
СД / DM	7 (18%)
АГ / Systemic hypertension	8 (20%)
ХБП / CKD	5 (13%)
ИМТ кг/м ² / BMI, kg/m ²	28,87 \pm 4,45 (18,4–37,2)
ФВ ЛЖ / LV EF, %	60,5 \pm 6,8 (46–75) %

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; АСТ – аспартаминотрансфераза; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ИМТ – индекс массы тела; МАП – митрально-аортальный порок; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; СД – сахарный диабет; ТН – трикуспидальная недостаточность; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс; ФП – фибрилляция предсердий; ХБП – хроническая болезнь почек; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; NYHA – Нью-Йоркская Ассоциация Кардиологов.

Note: AF – atrial fibrillation; AST – aspartate aminotransferase; BMI – body mass index; CAD – coronary artery disease; CKD – chronic kidney disease; COPD – chronic obstructive pulmonary diseases; DM – diabetes mellitus; FC – functional class; LV EF – left ventricular ejection fraction; M-A – mitral-aortic; NYHA – New-York Heart Association; TR – tricuspid regurgitation.

(СД) 2 типа – 7 (18%), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – 6 (15%), хроническая болезнь почек (ХБП) – 5 (13%), асцит – 3 (7%).

В период предоперационной подготовки выполнялось комплексное ЭхоКГ обследование на аппарате EPIQ CV x3D (Philips Ultrasound, Andover, MA, США) с использованием датчика X5-1. На этой ультразвуковой системе проводили двухмерную эхокардиографию, в том числе с программой автоматического обсчёта деформации ПЖ – «2D-avtostrainRV». Во время исследования с помощью подключения модуля ЭГК регистрировали частоту сердечных сокращений. СДЛА оценивали по пиковой скорости трикуспидальной регургитации плюс давление в правом предсердии в соответствии с модифицированным уравнением Бернулли: SPAP (мм рт. ст.) = $4 \text{ TRV}^2 + \text{давление в правом предсердии}$. Давление в правом предсердии оценивали по диаметру нижней полой вены и её коллабированию на вдохе [15]. Показатели функции ПЖ включали: ФИП ПЖ, размер правого предсердия, диаметр фиброзного кольца ТК, TAPSE, деформацию ССПЖ, СДЛА и соотношение TAPSE/СДЛА.

В соответствии с текущими рекомендациями, за высокую легочную гипертензию принимали показатель среднего СДЛА > 50 мм рт. ст. в покое. В настоящем исследовании термин легочная гипертензия относится к высокому СДЛА, связанному с заболеваниями левых отделов сердца (2 группа по классификации ВОЗ). Учитывая определенную погрешность при измерении непрерывным доплером давления в легочной артерии, в исследовании выделили группу пациентов с СДЛА более 60 мм рт. ст.

Статистическая обработка данных

Исходные переменные и переменные, полученные в результате проведения исследования, были проанализированы и представлены с использованием стандартных определений. Нормальность распределения оценивалась при помощи теста Колмогорова-Смирнова. Количественные переменные с нормальным распределением представлены как $M \pm \sigma$, где M – средняя арифметическая величина вариационного ряда, а σ – среднее квадратичное отклонение, переменные с категориальной шкалой – как числа и проценты. Для выявления и оценки тесноты связи между двумя рядами сопоставляемых количественных показателей, использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Если ранги показателей, упорядоченных по степени возрастания или убывания, в большинстве случаев совпадали, делали вывод о наличии прямой корреляционной связи. Если ранги показателей имели противоположную направленность, связь считали обратной. Для оценки тесноты связи (r) использовали шкалу Чеддока: менее 0,3 – слабая, от 0,3 до

0,5 умеренная, от 0,5 до 0,7 – заметная, от 0,7 до 0,9 – высокая, более 0,9 – весьма высокая. Для всех статистических результатов был принят уровень значимости $< 0,05$.

Результаты

ЭхоКГ оценка параметров правых отделов сердца показала, что средний показатель СДЛА составил $64,7 \pm 14,4$ (31–110) мм рт. ст. (табл. 2), у 25 (63%) пациентов СДЛА было выше 60 мм рт. ст. У 22 (55%) пациентов диаметр фиброзного кольца ТК оказался более 40 мм, средний показатель $39,95 \pm 4,03$ (30,0–54,0) мм, средняя площадь правого предсердия $27,5 \pm 6,67$ (9,0–56,0) кв см. (табл. 2).

Все пациенты были прооперированы в условиях искусственного кровообращения, умеренной гипотермии и кровяной кардиopleгии. Среднее время пережатия аорты $89,1 \pm 25,6$ (53–207) мин, среднее время искусственного кровообращения $127,8 \pm 33,9$ (74–235) мин. Выполнены различные вмешательства на МК и АК (табл. 3). Сегментарная пластика ТК по методике ДеВега выполнена 17 (43%) пациентам и 23 (57%) пластика на мягкой полоске из ПТФЕ.

Среднее время искусственной вентиляции легких у выживших пациентов составило $18,6 \pm 3,8$ (7,2–19,4) часов, среднее время нахождения в реанимационном отделении $35,5 \pm 21,6$ (18,2 – 168) часов. На госпитальном этапе умерло 3 (7,5%) пациента. Причина летального исхода – сердечная недостаточность с последующим развитием полиорганной недостаточности во всех случаях. У умерших пациентов ведущим был порок аортального клапана, объем хирургического вмешательства за-

Таблица 2. Эхокардиографические параметры правых отделов сердца

Table 2. Echocardiographic parameters of the right heart

Параметр / Parameter	Среднее / Average	Диапазон / Range
СДЛА (мм рт. ст.) / PASP (mmHg)	$64,7 \pm 14,4$	31–110
Диаметр ФК ТК (мм) / Diameter FR TV (mm)	$39,7 \pm 4,03$	30,0–54,0
Площадь ПП (см ²) / Area RA (cm ²)	$27,5 \pm 6,67$	19,0–56,0
ФИП / FAC	$33,04 \pm 6,2$	20,0–64,0
TAPSE (мм / mm)	$16,47 \pm 3,1$	11,0–20,6
Деформация ССПЖ / RV FWS	$-17,04 \pm 3,9$	-5,4 – -26,2
TAPSE/СДЛА / TAPSE/PASP	$0,28 \pm 0,09$	0,11–0,52

Примечание: ПП – правое предсердие; СДЛА – систолическое давление легочной артерии; ССПЖ – свободная стенка правого желудочка; ТК – трикуспидальный клапан; ФИП – фракционное изменение площади; ФК – фиброзное кольцо; TAPSE – систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца.

Note: FR – fibrouse ring; FAC – fractional area change; PASP – pulmonary artery systolic pressure; RA – right atrial; RV FWS – right ventricle free wall strain; TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion; TV – tricuspidal valve.

ключался в протезировании аортального клапана, коррекции патологии МК и ТК и в одном случае АКШ. Показатель ФВ ЛЖ и TAPSE у умерших пациентов составил 45, 58, 49%, и 11 мм, 12 мм, 14 мм соответственно (табл. 4).

Была выявлена достоверная корреляционная связь между площадью правого предсердия, ФП ($r = 0,3868$, $p = ,015$), диаметром фиброзного кольца ТК ($r = 0,5439$, $p = 0,000$), степенью ТН ($r = 0,4099$, $p = ,010$) и TAPSE ($r = -0,4405$, $p = ,005$). В тоже время исследование показало очень низкую корреляционную связь между TAPSE, ФИП ПЖ и деформацией ССПЖ, т.к. показатель r оказался меньше 0,3 (рис. 1) и умеренную связь между показателем TAPSE и ФВ ЛЖ: $r = 0,4514$ ($p = ,003$).

Была отмечена умеренная обратная корреляционная связь между исходными показателями TAPSE, искусственной вентилиацией легких ($r = -0,3790$, $p = ,019$) и длительность пребывания в реанимационном отделении ($r = -0,3252$, $p = 0,046$) и отсутствие корреляционной связи (рис. 2) между легочной гипертензией и длительность пребывания в реанимации ($r = -0,1874$, $p = 0,26$).

Обсуждение

Патофизиология и клинические проявления ТН характеризуются последствиями повышения давления и объема ПП-ПЖ и снижением сердечного выброса. Основная проблема заключается в том, что длительное время у большинства пациентов нет симптомов болезни, несмотря на наличие ТН средней или даже тяжелой степени. При появлении же симптомов они изначально могут быть незамет-

ны, их трудно диагностировать или соотнести к проблемам с ТК. Появление усталости, снижение толерантности к физической нагрузке, периферические отеки, застойные явления в печени, снижение аппетита, асцит/анасарка неспецифичны и часто ошибочно считаются не связанными с ТН. Эхокардиографически неблагоприятными прогностическими факторами хирургического лечения по данным литературы [7, 8] считаются дооперационная тяжелая стадия ТН, широкий диаметр фиброзного кольца ТК, расширение зоны коаптации створок, сохраняющаяся тяжелая легочная гипертензия после коррекции порока и снижение сократительной функции миокарда ЛЖ. Одним же из наиболее полезных показателей функции ПЖ, по мнению многих авторов, считается TAPSE, которая характеризует продольное укорочение ПЖ, на долю которого обычно приходится около 80% ударного объема [6, 9]. Безусловно, количественная оценка функции ПЖ является сложной задачей, и магнитно-резонансная томография сердца является наиболее точным методом количественной оценки размера и функции ПЖ. Однако доступ к технологии достаточно ограничен в силу разных причин, в т.ч. при наличии у пациента различных имплантированных устройств, и эхокардиография остается самым доступным и широко используемым инструментом. Подробное описание структуры и функции ПЖ при эхокардиографии требует анализа нескольких параметров (включая площадь ПЖ и изменение фракционной площади, толщину

Таблица 3. Выполненные хирургические вмешательства (n = 40)

Table 3. Surgical interventions performed (n = 40)

Вид операции / Type of operation	Всего / Total (%)
ПАК + ПМК + плТК / PAC + MVP + pTc	8
ПМК + плТК / MVP + pTc	16
ПАК + плМК + плТК / PAC + pIMC + pTc	5
ПАК + плТК / PAC + pTc	4
ПАК + реПМК + плТК / PAV + reMVP + pTc	2
ПАК + плМК + плТК + АКШ / PAC + pIMC + pTc + CABG	2
ПМК + плТК + АКШ / MVP + pTc + CABG	1
ПлМК + плТК / pIMC + pTc	1
ПАК + плМК + плТК + плАо / PAC + pIMC + pTc + pLAO	1

Примечание: АКШ – аортокоронарное шунтирование; ПАК – протезирование аортального клапана; плАо – пластика аорты; плМК – пластика митрального клапана; плТК – пластика трикуспидального клапана; ПМК – протезирование митрального клапана; реПМК – репротезирование митрального клапана.

Note: CABG – coronary artery bypass grafting; MVP – mitral valve prosthesis; PAC – aortic valve prosthesis; pLAO – aortic plasty; pIMC – mitral valve plasty; pTc – tricuspid valve plasty; reMVP – mitral valve reprosthetics.

Таблица 4. Корреляционная связь между параметрами правых отделов, легочной гипертензией, клиническими данными и летальным исходом

Table 4. Correlation between the parameters of the right parts, PH, clinical data and mortality

Параметр / Date	r	p
ФИП / FAC	0,0445	0,791
СДЛА / PASP	-0,0521	0,753
TAPSE	-0,3483	0,030
TAPSE/СДЛА / TAPSE/PASP	-0,1477	0,369
Площадь ПП / Area RA	0,3313	0,042
Стрейн ССПЖ / RV FWS	-0,1307	0,434
ФВ ЛЖ / LV EF	-0,3387	0,035
ФП / FA	0,0298	0,855
Длительность ИК / ABC duration	0,5710	0,000
Асцит / Ascites	0,8054	0,000

Примечание: ИК – искусственное кровообращение; ПП – правое предсердие; СДЛА – систолическое давление легочной артерии; ССПЖ – свободная стенка правого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФИП – фракционное изменение площади; ФП – фибрилляция предсердий; TAPSE – систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца.

Note: ABC – artificial blood circulation; AF – atrial fibrillation; FAC – fractional area change; LV EF – left ventricular ejection fraction; PASP – pulmonary artery systolic pressure; RA – right atrial; RV FWS – right ventricle free wall strain; TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion; TV – tricuspid valve.

ССПЖ, степень трикуспидальной регургитации, площадь правого предсердия, тканевая доплерография) в дополнение к TAPSE. Тем не менее, в исследовании Stefano Ghio и соав. [6], именно снижение TAPSE было связано со смертностью у пациентов с сердечной недостаточностью, и его можно считать надежным маркером прогноза при различной патологии, считают авторы. В нашем исследовании из всех проанализированных показателей маркером дисфункции ПЖ, влияющим на непосредственный результат хирургического лечения пациентов с тяжелой недостаточностью ТК, так же оказался показатель TAPSE, хотя мы предполагали, что деформация ССПЖ тоже окажется чувствительным маркером дисфункции [10]. В качестве еще одного показателя функции ПЖ, многими авторами [4, 11] было предложено использовать отношение TAPSE/СДЛА. Взаимосвязь между TAPSE (продольное укорочение волокон ПЖ) и СДЛА («усилие», создаваемое ПЖ) обеспечивает показатель зависимости

длины ПЖ от усилия *in vivo* и указывает на соответствие между сократительной способностью ПЖ и постнагрузкой. В отдельных исследованиях [11] было показано, что более высокие показатели связаны с более низкой смертностью от всех причин и меньшим количеством госпитализаций. Однако последние исследования показали, что диагностическая чувствительность эхокардиографии для точного измерения систолического артериального давления значительно снижается при наличии различных клинических факторов, включая степень ТН и ухудшение функции ПЖ и ЛЖ [12]. Отсутствие корреляции между TAPSE/СДЛА и летальным исходом подтвердило и наше исследование ($r = -0,1477$ $p = 0,369$).

Исследование Timothy C. Tan и соав. [13] выявило негативные прогностические последствия тяжелой функциональной ТН в большой выборке пациентов, перенесших различные кардиохирургические вмешательства. ТН среднетяжелой сте-

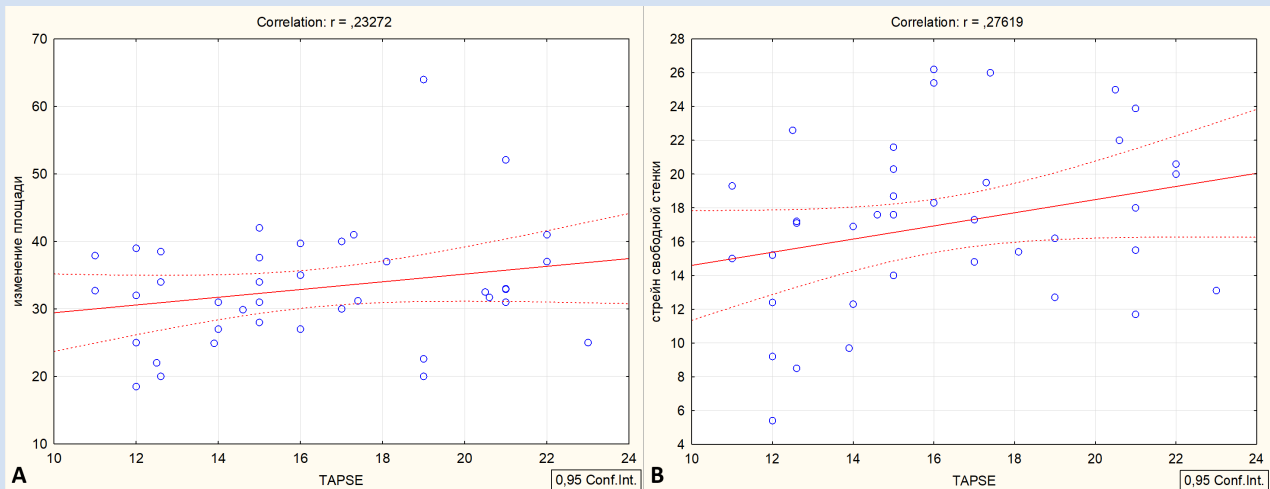


Рисунок 1. Корреляционная связь между TAPSE, ФИП ПЖ (А) и деформацией ССПЖ (В)

Примечание: TAPSE – систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца.

Figure 1. Correlation between TAPSE, PV FIP (A) and RV FWS (B)

Note: TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion.

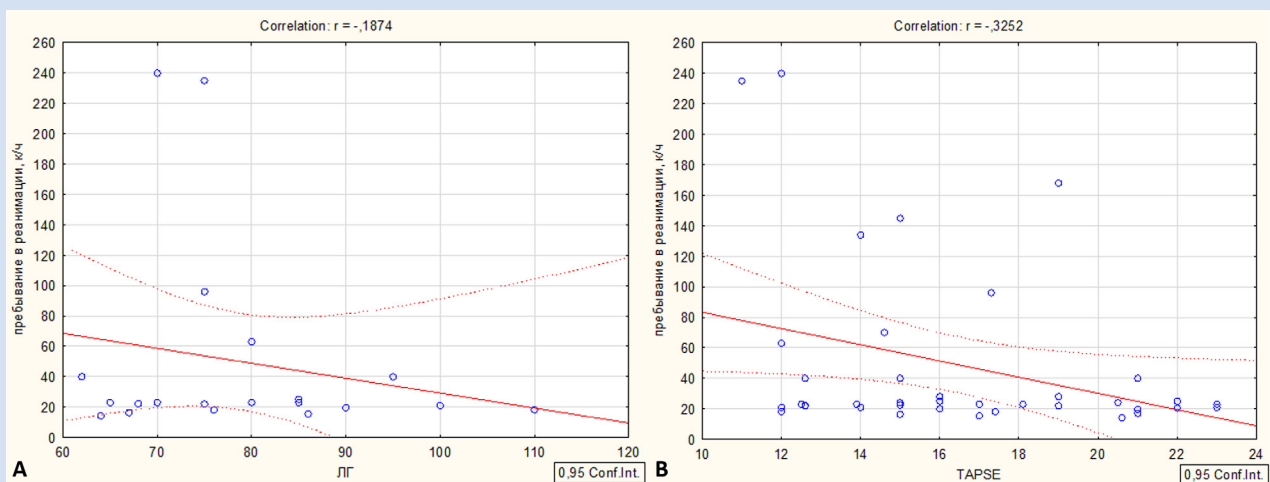


Рисунок 2. Корреляционная связь между легочной гипертензией (А), TAPSE (В) и длительностью пребывания в реанимации

Примечание: TAPSE – систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца.

Figure 2. Correlation between PH (A), TAPSE (B) and length of stay in intensive care

Note: TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion.

пени была связана с 2–3-кратным увеличением смертности и различных осложнений в течение госпитального и среднеотдаленного периодов. Одним из открытий для авторов стало взаимодействие между ТН и СДЛА, оказалось, что пациенты с недостаточностью третьей степени и нормальным СДЛА имели более высокий риск летального исхода. Авторы предположили, что одна из возможных причин заключается в том, что «неисправный» ПЖ не может генерировать высокое СДЛА, и низкое или нормальное СДЛА может быть суррогатным индикатором прогрессирующей систолической дисфункции ПЖ. В нашем исследовании средний показатель СДЛА был 64,7 мм рт. ст., и у более чем у 60% пациентов оно было выше 60 мм рт. ст. по данным ЭхоКГ. Корреляционный анализ показал, что СДЛА не было связано с госпитальной летальностью и не явилось причиной более длительного нахождения пациентов в реанимационном отделении.

Госпитальная летальность в нашей небольшой выборке пациентов с тяжелой недостаточностью ТК составила 7,5%. В крупномасштабном мета-анализе Nelson Wang и соав. [14] по оценке взаимосвязи степеней ТН с летальным исходом после операции, оказалось, что ТН средней/тяжелой степени была связана с увеличением смертности от всех причин в различных популяциях пациентов. Тяжелая ТН также была предиктором смертности независимо от дисфункции ПЖ, ФВ ЛЖ и легочной гипертензии. Механизмы, лежащие в основе этих результатов, по мнению авторов, могут иметь отношение к прогрессирующей дилатации ПЖ в результате объемной нагрузки при значительной ТН, дилатация же ПЖ приводит к правосторонней СН, которая проявляется тахикардиями, асцитом, печеночной дисфункцией и снижением сердечного выброса, что, безусловно, нужно считать прогностически значимым. В нашем исследовании корреляционная связь между наличием асцита в дооперационном периоде и летальным исходом оказалась высокой – 0,8.

Таким образом, мы сделали вывод, что наиболее чувствительным показателем функции ПЖ у пациентов с тяжелой функциональной недостаточностью ТК можно считать TAPSE, высокая легочная гипертензия не оказала влияние на непосредственный результат хирургического лечения патологии

клапанов левых камер сердца, у этих пациентов. Наличие асцита в дооперационном периоде высоко коррелирует с неблагоприятным исходом.

Заключение

Резюмируя результаты, проведенного нами исследования, необходимо отметить, что для того, чтобы повлиять на естественное течение ТН, улучшить качество жизни пациентов и снизить периоперационную смертность нужно определить предикторы и сроки прогрессирования заболевания. Согласно современным клиническим рекомендациям [15] хирургическое лечение функциональной недостаточности ТК должно выполняться всем пациентам при коррекции патологии клапанов левых камер с тяжелой ТН (класс I) или ТН легкой и умеренной степени (класс IIa) при расширении фиброзного кольца ТК (≥ 40 мм или > 21 мм/м² по данным ТТ ЭхоКГ). Необходим клинический и эхокардиографический скрининг у определенных групп пациентов высокого риска с целью рекомендовать лечение до того, как произойдет ремоделирование ПЖ и появятся симптомы правожелудочковой недостаточности [16], а также повышение осведомленности пациентов и врачей для содействия более раннему направлению пациентов с симптомами на хирургическое лечение, которое должно быть адаптировано в соответствии с лежащим в основе патофизиологическим механизмом ТН.

Ограничение исследования

Малая выборка пациентов, вошедших в исследование, позволяет сделать статистические, но не прогностические выводы о причинно-следственной связи возникших осложнений.

Конфликт интересов

С.И. Бабенко заявляет об отсутствии конфликта интересов. Д.А. Титов заявляет об отсутствии конфликта интересов. В.И. Донцова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.Р. Муратов заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Бабенко Светлана Ивановна, доктор медицинских наук врач-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

Babenko Svetlana I., PhD, MD, Cardiologist, Leading Researcher at the Department of Emergency Surgery for Acquired Heart Disease, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-2621-4504

Титов Дмитрий Алексеевич, кандидат медицинских наук врач – 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

Донцова Вера Ивановна, кандидат медицинских наук врач ультразвуковой диагностики отделения лучевых методов диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-0615-7319

Муратов Роман Равилевич, ординатор 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** 0009-0000-0952-4888

Titov Dmitry A., PhD, Cardiovascular Surgeon, Head of the Department of Emergency Surgery for Acquired Heart Disease, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0943-5727

Dontsova Vera I., PhD, Ultrasound Diagnostics Specialist at the Department of Radiation Diagnostics, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-0615-7319

Muratov Roman R., Resident Cardiovascular Surgeon of the Department of Emergency Surgery for Acquired Heart Disease, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0000-0952-4888

Вклад авторов в статью

БСИ – вклад в концепцию и дизайн исследования, анализ данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ТДА – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ДВИ – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

МРР – вклад в концепцию исследования, анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

BSI – contribution to the concept and design of the study, data analysis, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

TDA – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

DVI – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

MRR – contribution to the concept of the study, data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kinjal M. Patel, Nakul S. Kumar, Peter J. Neuberger, Ronak G. Desai, Sandeep Krishnan. Functional Tricuspid Regurgitation in Patients With Chronic Mitral Regurgitation: An Evidence-Based Narrative Review. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2022, Volume 36, Issue 6, June 2022, Pages 1730-1740. DOI: 10.1053/j.jvca.2021.05.032
2. Kjaergaard J, Akkan D, Iversen KK, Kober L, Torp-Pedersen C, Hassager C. Right ventricular dysfunction as an independent predictor of short- and long-term mortality in patients with heart failure. *Eur J Heart Fail* 2007; 9: 610–616. DOI: 10.1016/j.ejheart.2007.03.001
3. Dini FL, Conti U, Fontanive P, Andreini D, Banti S, Braccini L, De Tommasi SM. Right ventricular dysfunction is a major predictor of outcome in patients with moderate to severe mitral regurgitation and left ventricular dysfunction. *Am Heart J* 2007; 154: 172–179. DOI: 10.1016/j.ahj.2007.03.033
4. M. Guazzi, F. Bandera, G. Pelissero, S. Castelvechchio, L. Menicanti, S. Ghio, P. L. Temporelli, R. Arena. Tricuspid annular plane systolic excursion and pulmonary arterial systolic pressure relationship in heart failure: an index of right ventricular contractile function and prognosis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2013. Vol. 305, 9, p1373-1381. doi:10.1152/ajpheart.00157
5. Blanca Trejo-Velasco, Rodrigo Estevez-Loureiro, Fernando Carrasco-Chinchilla, Felipe Fernández-Vázquez et al. Prognostic Role of TAPSE to PASP Ratio in Patients Undergoing MitraClip Procedure. *J Clin Med*. 2021 Mar; 10(5): 1006. DOI: 10.3390/jcm10051006
6. Stefano Ghio, Marco Guazzi, Angela Beatrice Scardovi, Catherine Klersy, Francesco Clemenza et al. Different correlates but similar prognostic implications for right ventricular dysfunction in heart failure patients with reduced or preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2017. Vol 19, 7, p 873-879. DOI: 10.1002/ejhf.664
7. Patrick M McCarthy, Sunil K Bhudia, Jeevanantham Rajeswaran, Katherine J Hoercher, Bruce W Lytle et al. Tricuspid valve repair: durability and risk factors for failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 127: 674. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2003.11.019
8. Maurizio Taramasso, Mara Gavazzoni, Alberto Pozzoli, Gilles D. Dreyfus, Steven F. Bolling, Isaac George, Ioannis Kapos, Felix C. Tanner, Michel Zuber, Francesco Maisano, and Rebecca T. Hahn. Tricuspid Regurgitation: Predicting the Need for Intervention, Procedural Success, and Recurrence of Disease. *Coll Cardiol Img*. 2019 Apr, 12 (4) 605–621. DOI: 10.1016/j.jcmg.2018.11.03
9. Rebecca T. Hahn, MD, Matthew K. Lawlor, MD, MS, Charles J. Davidson, MD., Martin B. Leon, MD, Jörg Hausleiter, MD. Tricuspid Valve Academic Research Consortium Definitions for Tricuspid Regurgitation and Trial Endpoints. Invited expert review. *Eur Heart J* 2023 volume 116, issue 5, p 908-932, DOI: 10.1093/eurheartj/ehad653
10. Бабенко С.И., Титов Д.А., Мироненко М.Ю., Донцова

В.И., Казумян Б.В. Систолическая функция правого желудочка при тяжелой функциональной недостаточности трикуспидального клапана: прогностическая значимость продольной деформации. Креативная кардиология. 2023; 17 (3): 341–9. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-341-349

11. Alessandra Sala, MD,^a Rebecca T. Hahn, MD,^b Susheel K. Kodali, MD,^b Michael J. Mack, MD,^c and Francesco Maisano, MD^a. Tricuspid Valve Regurgitation: Current Understanding and Novel Treatment Options. J Soc Cardiovasc Angiogr Interv. 2023 Sep-Oct; 2(5): 101041. doi: 10.1016/j.jscv.2023.101041

12. Philipp Lurz, Mathias Orban, Christian Besler, Daniel Braun, Florian Schlotter et al. Clinical characteristics, diagnosis, and risk stratification of pulmonary hypertension in severe tricuspid regurgitation and implications for transcatheter tricuspid valve repair. Eur Heart J. 2020;41(29):2785–2795. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa138

13. Timothy C. Tan MD, Louis Mullie ,Aidan W. Flynn MD, Praveen Mehrotra MD, David M. Shahian MD, Maria

Carmo P. Nunes MD, Michael H. Picard MD, Jonathan Afilalo MD. Association Between Functional Tricuspid Regurgitation and Mortality Following Cardiac Surgery. JACC: Advances 2023, Volume 2, Issue 7. <https://doi.org/10.1016/j.jacadv.2023.100551>

14. N. Wang, J. Fulcher, N. Abeysuriya, M. McGrady, I. Wilcox, D. Celermajer, et al. Tricuspid regurgitation is associated with increased mortality independent of pulmonary pressures and right heart failure: a systematic review and meta-analysis. Eur Heart J, 40 (2019), pp. 476-484. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy641

15. Vahanian A., Beyersdorf F., Milojevic M., et al. ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur J Cardio Thorac Surg. 2021;2021:727–800. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395

16. Окунев И.М., Кочергина А.М., Кашталап В.В. Хроническая и острая декомпенсированная сердечная недостаточность: актуальные вопросы. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2022;11(2):184-195. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-2-184-195>

REFERENCES

1. Kinjal M. Patel, Nakul S. Kumar, Peter J. Neuberger, Ronak G. Desai, Sandeep Krishnan. Functional Tricuspid Regurgitation in Patients With Chronic Mitral Regurgitation: An Evidence-Based Narrative Review. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, 2022, Volume 36, Issue 6, June 2022, Pages 1730-1740. DOI: 10.1053/j.jvca.2021.05.032

2. Kjaergaard J, Akkan D, Iversen KK, Kober L, Torp-Pedersen C, Hassager C. Right ventricular dysfunction as an independent predictor of short- and long-term mortality in patients with heart failure. Eur J Heart Fail 2007; 9: 610–616. DOI: 10.1016/j.ejheart.2007.03.001

3. Dini FL, Conti U, Fontanive P, Andreini D, Banti S, Braccini L, De Tommasi SM. Right ventricular dysfunction is a major predictor of outcome in patients with moderate to severe mitral regurgitation and left ventricular dysfunction. Am Heart J 2007. 154: 172–179. DOI: 10.1016/j.ahj.2007.03.033

4. M. Guazzi, F. Bandera, G. Pelissero, S. Castelvécchio, L. Menicanti, S. Ghio, P. L. Temporelli, R. Arena. Tricuspid annular plane systolic excursion and pulmonary arterial systolic pressure relationship in heart failure: an index of right ventricular contractile function and prognosis. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2013. Vol. 305, 9, p1373-1381. doi:10.1152/ajpheart.00157

5. Blanca Trejo-Velasco, Rodrigo Estevez-Loureiro, Fernando Carrasco-Chinchilla, Felipe Fernández-Vázquez et al. Prognostic Role of TAPSE to PASP Ratio in Patients Undergoing MitraClip Procedure. J Clin Med. 2021 Mar; 10(5): 1006. DOI: 10.3390/jcm10051006

6. Stefano Ghio, Marco Guazzi, Angela Beatrice Scardovi, Catherine Klersy, Francesco Clemenza et al. Different correlates but similar prognostic implications for right ventricular dysfunction in heart failure patients with reduced or preserved ejection fraction. Eur J Heart Fail. 2017. Vol 19, 7, p 873-879. DOI: 10.1002/ejhf.664

7. Patrick M McCarthy, Sunil K Bhudia, Jeevanantham Rajeswaran, Katherine J Hoercher, Bruce W Lytle et al. Tricuspid valve repair: durability and risk factors for failure. J Thorac Cardiovasc Surg 2004; 127: 674. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2003.11.019

8. Maurizio Taramasso, Mara Gavazzoni, Alberto Pozzoli, Gilles D. Dreyfus, Steven F. Bolling, Isaac George, Ioannis Kapos, Felix C. Tanner, Michel Zuber, Francesco Maisano, and Rebecca T. Hahn. Tricuspid Regurgitation: Predicting the Need for Intervention, Procedural Success, and Recurrence of Disease. Coll Cardiol Img. 2019 Apr, 12 (4) 605–621. DOI: 10.1016/j.jcmg.2018.11.03

9. Rebecca T. Hahn, MD, Matthew K. Lawlor, MD, MS, Charles J. Davidson, MD., Martin B. Leon, MD, Jörg Hausleiter, MD. Tricuspid Valve Academic Research Consortium Definitions for Tricuspid Regurgitation and Trial Endpoints. Invited expert review. Eur Heart J 2023 volume 116, issue 5, p 908-932, DOI: 10.1093/eurheartj/ehad653

10. Babenko S.I., Titov D.A., Mironenko M.Y., Dontsova V.I., Kazumyan B.V. Right ventricular systolic function in severe functional tricuspid regurgitation: predictive value of longitudinal strain. Kreativnaya kardiologiya. 2023; 17 (3): 341–9. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-341-349

11. Alessandra Sala, MD,^a Rebecca T. Hahn, MD,^b Susheel K. Kodali, MD,^b Michael J. Mack, MD,^c and Francesco Maisano, MD^a. Tricuspid Valve Regurgitation: Current Understanding and Novel Treatment Options. J Soc Cardiovasc Angiogr Interv. 2023 Sep-Oct; 2(5): 101041. doi: 10.1016/j.jscv.2023.101041

12. Philipp Lurz, Mathias Orban, Christian Besler, Daniel Braun, Florian Schlotter et al. Clinical characteristics, diagnosis, and risk stratification of pulmonary hypertension in severe tricuspid regurgitation and implications for transcatheter tricuspid valve repair. Eur Heart J. 2020;41(29):2785–2795. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa138

13. Timothy C. Tan MD, Louis Mullie ,Aidan W. Flynn MD, Praveen Mehrotra MD, David M. Shahian MD, Maria Carmo P. Nunes MD, Michael H. Picard MD, Jonathan Afilalo MD. Association Between Functional Tricuspid Regurgitation and Mortality Following Cardiac Surgery. JACC: Advances 2023, Volume 2, Issue 7. <https://doi.org/10.1016/j.jacadv.2023.100551>

14. N. Wang, J. Fulcher, N. Abeysuriya, M. McGrady, I. Wilcox, D. Celermajer, et al. Tricuspid regurgitation is associated with increased mortality independent of pulmonary pressures and right heart failure: a systematic review and meta-analysis. Eur Heart J, 40 (2019), pp. 476-484. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy641

15. Vahanian A., Beyersdorf F., Milojevic M., et al. ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur J Cardio Thorac Surg. 2021;2021:727–800. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395

16. Okunev I.M., Kochergina A.M., Kashtalap V.V. Chronic and acute decompensated heart failure: topical issues. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2022;11(2):184-195. (In Russ.) <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-2-184-195>

Для цитирования: Babenko S.I., Titov D.A., Dontsova V.I., Muratov P.P. Влияние функции правого желудочка на непосредственные результаты хирургического лечения пациентов с тяжелой недостаточностью трикуспидального клапана и легочной гипертензией при патологии клапанов левых камер сердца. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2026;15(1): 32-40. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-1-32-40

To cite: Babenko S.I., Titov D.A., Dontsova V.I., Muratov P.P. The effect of right ventricular's function on the immediate results of surgical treatment for patients with severe tricuspid valve insufficiency and pulmonary hypertension in pathology of left heart side valves. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2026;15(1): 32-40. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-1-32-40