Непосредственные результаты применения новых полужестких биологических опорных колец «НеоКор» при коррекции функциональной недостаточности трикуспидального клапана

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Сотников Антон Валерьевич –
сердечно-сосудистый хирург,
кардиохирургическое отделение
ФГБНУ НИИ КПССЗ (Кемерово,
Российская Федерация)
E-mail: antonsave@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1828-5652>

Сотников А.В., Евтушенко А.В., Кокорин С.Г., Стасев А.Н.,
Двадцатов И.В., Краснокутская А.В., Сизова И.Н., Овчаренко Е.А.,
Клышников К.Ю., Барбараш Л.С.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», 650002, г. Кемерово, Российская Федерация

Ключевые слова:

трикуспидальный клапан,
пороки трикуспидального
клапана, пластические
операции на клапанах
сердца, аннулопластика,
вторичная недостаточность
трикуспидального клапана,
биопротезы клапанов
сердца, опорное кольцо,
открытая операция
на сердце

В данной работе проведена оценка эффективности применения новых полужестких биологических опорных колец «НеоКор» при коррекции вторичной недостаточности трикуспидального клапана. Выполнен анализ госпитального периода 310 случаев хирургического лечения пациентов с приобретенными пороками левых отделов сердца с сочетанной вторичной недостаточностью трикуспидального клапана. Статистически значимые различия получены для таких показателей, как снижение систолического давления в легочной артерии с 50 (41; 60) до 33 (28; 38) мм рт.ст. [$ME (Q1; Q3), p < 0,001$], снижение степени трикуспидальной регургитации с $2,7 \pm 0,8$ до $0,4 \pm 0,6$ ($p < 0,05$). Эхокардиографические показатели гемодинамики трикуспидального клапана после аннулопластики следующие: медиана скорости кровотока составила 63 (50; 72) см/с, медиана диастолического градиента 2 (1,5; 2,7) мм рт.ст. При использовании колец 32, 34 и 36-го размера – 2,1 (1,7; 2,8), 1,9 (1,4; 2,6) и 1,3 (1,2; 2,1) мм рт.ст. соответственно. Таким образом, применение новых биологических опорных колец для аннулопластики трикуспидального клапана производства ЗАО «НеоКор» (г. Кемерово) приводит к значимому снижению степени регургитации при невысоком градиенте давления и отсутствию специфических осложнений.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Для цитирования: Сотников А.В., Евтушенко А.В., Кокорин С.Г., Стасев А.Н., Двадцатов И.В., Краснокутская А.В., Сизова И.Н., Овчаренко Е.А., Клышников К.Ю., Барбараш Л.С. Непосредственные результаты применения новых полужестких биологических опорных колец «НеоКор» при коррекции функциональной недостаточности трикуспидального клапана // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2021. Т. 9, № 2. С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-2-22-28>

Статья поступила в редакцию 06.05.2020. **Принята в печать** 15.04.2021.

Early results of the application of new semi-rigid biological support rings "NeoCor" in the correction of functional failure tricuspid valve

Sotnikov A.V., Evtushenko A.V., Kokorin S.G., Stasev A.N., Dvadcatov I.V., Krasnokutskaya A.V., Sizova I.N., Ovcharenko E.A., Klyshnikov K.Ju., Barbarash L.S.

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, 650002, Kemerovo, Russian Federation

The study was aimed to evaluate the effectiveness of new semi-rigid biological annuloplasty rings "NeoCor" for tricuspid valve repair. The in-hospital data of 310 patients who underwent surgical treatment of left heart disease with combined secondary tricuspid regurgitation were analyzed. The following parameters were statistically significantly different: a decrease in pulmonary artery systolic pressure from 50 (41; 60) to 33 (28; 38) mm Hg [$ME (Q1; Q3), p < 0.001$] and a decrease in the degree of tricuspid regurgitation from 2.7 ± 0.8 to 0.4 ± 0.6 ($p < 0.05$). Hemodynamic data after tricuspid valve annuloplasty based on echocardiography were as follows: the median blood flow velocity of 63 (50; 72) cm/s and the median diastolic pressure gradient of 2 (1.5; 2.7) mm Hg. With **thr** annuloplasty rings sizes of 32, 34 and 36 the median diastolic pressure gradient was 2.1 (1.7; 2.8), 1.9 (1.4; 2.6) and 1.3 (1.2; 2.1) mm Hg, respectively. Thus, the use of new biological annuloplasty rings for tricuspid repair manufactured by NeoCor, LLC (Kemerovo) results in a significant reduction in the degree of regurgitation with a low pressure gradient and the absence of specific complications.

Funding. The study had no sponsor support.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Sotnikov A.V., Evtushenko A.V., Kokorin S.G., Stasev A.N., Dvadcatov I.V., Krasnokutskaya A.V., Sizova I.N., Ovcharenko E.A., Klyshnikov K.Yu., Barbarash L.S. Early results of the application of new semi-rigid biological support rings "NeoCor" in the correction of functional failure tricuspid valve. Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal. 2021; 9 (2): 22–8. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-2-22-28> (in Russian)

Received 06.05.2020. **Accepted** 15.04.2021.

CORRESPONDENCE

Anton V. Sotnikov – Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (Kemerovo, Russian Federation)
E-mail: antonsave@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1828-5652>

Keywords:

tricuspid valve, tricuspid valve defects, plastic surgery on the heart valves, annuloplasty, secondary tricuspid valve failure, bioprostheses of the heart valves, support ring, open heart surgery

Вторичная недостаточность трикуспидального клапана (ВНТК) прочно ассоциируется с плохим прогнозом выживаемости пациентов, особенно при наличии таких отягощающих факторов, как манифестирующая сердечная недостаточность, фибрилляция предсердий, снижение сократительной функции левого желудочка и др. Наиболее частая причина дилатации правого желудочка и правого атриовентрикулярного фиброзного кольца – длительно существующее органическое заболевание левых отделов сердца [1]. Сохранение ВНТК в послеоперационном периоде после коррекции пороков митрального и аортального клапанов в большинстве случаев приводит к неблагоприятным отдаленным результатам [2]. По данным большинства авторов, распространенность умеренной или выраженной трикуспидальной регургитации (ТР) достаточно велика [3, 4].

В ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (НИИ КПССЗ) для корригирования функциональной ТР в сочетании с поражением клапанов левых отделов сердца с 2006 г. применяют биологические опорные кольца «НеоКор», не имеющие аналогов на рынке.

Особенности данной модели: использование рентгеноконтрастного материала с памятью формы в каркасе опорного кольца, позволяющей контролировать положение и форму каркаса в отдаленном периоде, оригинальная конфигурация и наличие специфического изгиба конгруэнтного фиброзному кольцу и створчатому аппарату ТК с исключением

проводящей системы пучка Гиса. Обшивка из ксеноперикарда, консервированного эпокси соединением, полностью эндотелизируется в организме реципиента, в результате чего формируется единая система, состоящая из имплантата и фиброзного кольца ТК, что обеспечивает необходимую прочность, эластичность и высокую биологическую совместимость имплантата. Антибактериальная обработка повышает эффективность применения колец «НеоКор» при инфекционном эндокардите [5].

Цель исследования – изучение непосредственных результатов коррекции ВНТК при помощи биологического полужесткого кольца «НеоКор».

Материал и методы

Выполнен ретроспективный анализ 310 случаев хирургического лечения пациентов с приобретенными заболеваниями клапанного аппарата левых камер сердца, которым с целью коррекции сопутствующей ВНТК выполнена имплантация биологического опорного кольца «НеоКор». Оперативные вмешательства проводили с 2006 по 2019 г. Клиническая характеристика изучаемой группы представлена в табл. 1.

Средний возраст пациентов составил 60 (52; 66) лет. Гендерная характеристика: 105 мужчин (33,8%), 205 (66,2%) женщин. Превалирующим этиологическим фактором формирования клапанного поражения левых камер сердца оказалась ревматическая болезнь сердца (64,1%), вторым по значимости фактором – инфекционный эндокардит

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов

Показатель	Значение
Количество пациентов	310
Мужчины, <i>n</i>	105
Возраст, <i>ME</i> (<i>Q1</i> ; <i>Q3</i>)	60 (52; 66)
ФК ХСН NYHA	2,9±0,6
Анамнез ФП, <i>n</i>	220
Сопутствующая ИБС, <i>n</i>	40
Изолированное митральное вмешательство, <i>n</i>	248
Изолированное аортальное вмешательство, <i>n</i>	15
Митрально-аортальное вмешательство, <i>n</i>	47
<i>Этиология</i>	
РБС, <i>n</i>	199
ИЭ, <i>n</i>	46
Дегенеративный порок, <i>n</i>	29
ССТД, <i>n</i>	36

Примечание. ФК – функциональный класс; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца; ФП – фибрилляция предсердий; ИБС – ишемическая болезнь сердца; РБС – ревматическая болезнь сердца; ИЭ – инфекционный эндокардит; ССТД – синдром соединительнотканной дисплазии.

(14,8%), дегенеративное поражение и изолированный синдром соединительнотканной дисплазии (фиброэластический дефицит) – 11,6 и 9,3% соответственно.

Имплантация биологического опорного кольца в трикуспидальную позицию по поводу ВНТК сочеталась с изолированным митральным пороком в 80% вмешательств, с изолированным аортальным пороком в 4,8% случаев и с митрально-аортальным поражением в 15,2% (рис. 1). У 13% пациентов в исследуемой группе выявлена ишемическая болезнь сердца. Постоянная форма фибрилляции предсердий в анамнезе была у 71% пациентов. Функциональный класс сердечной недостаточности по классификации NYHA составил 2,9±0,6.

Объем предоперационной подготовки включал эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование, результаты которого представлены в табл. 2. ЭхоКГ выполняли на ультразвуковых системах экспертного класса (Philips, США, и Aloka-Prosound α 10, Япония).

Рис. 1. Соотношение поражения клапанного аппарата левых камер сердца

Fig. 1. The ratio of the lesion of the valvular apparatus of the left chambers of the heart

Средняя степень функциональной регургитации ТК в исследуемой группе составила 2,7±0,8, систолическое давление в легочной артерии 50 (41; 60) мм рт.ст., фракция изгнания левого желудочка сердца 62% (54; 69).

Оперативные вмешательства у пациентов из исследуемой группы проводили в условия нормотермического искусственного кровообращения с использованием фармакологической или кровяной кардиopleгии (табл. 3).

Первым этапом выполняли коррекцию поражения клапанного аппарата левых камер сердца, затем имплантацию биологического опорного кольца «НеоКор» в трикуспидальную позицию. Показаниями для аннулопластики ТК служили увеличение диаметра фиброзного кольца ≥40 мм и наличие регургитации II степени и выше [6]. При коррекции поражения клапанов левых отделов сердца выполнена имплантация механических протезов в 58% случаев, в 41% – биологических, в 1% случаев выполнена пластика митрального клапана. Данные процедуры в 8% случаев сочетались с аортокоронарным шунтированием, в 28% – с радиочастотной абляцией (РЧА). Показание для РЧА – наличие пароксизмальной/персистирующей формы фибрилляции предсердий. Имплантация электрокардиостимулятора потребовалась 2% пациентов. Имплантация кольца в среднем проводилась с помощью 14 (12; 16) П-образных швов. Размеры имплантированных колец составили 32 мм (150 шт.), 34 мм (158 шт.), 36 мм (2 шт.) (рис. 2).

Перед выпиской оценивали следующие клинические параметры: наличие симптомов правожелудочковой недостаточности, ранний возврат ТР >II степени, дефекты имплантации кольца (отрывы швов), манифестация инфекционного эндокардита.

Клинические и лабораторные данные регистрировали в электронные таблицы Microsoft Excel 7.0. Статистический анализ выполняли с использованием пакетов SAS 6.12, STATISTICA 6.0 и SPSS 17. Проверку нормальности распределения признаков проводили с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для описания признаков с распределением, отличным от нормального, рассчитывали медиану (*ME*) с указанием межквартильного размаха (25-й и 75-й процентиля). Средние выборочные значения количественных признаков при нормальном распределении приводили в виде $M \pm m$, где M – среднее выборочное, m – ошибка среднего. Для выявления различий в средних значениях показателей применяли непараметрический критерий Манна–Уитни. Анализ сдвигов, произошедших между замерами, проводили с использованием критерия Вилкоксона, анализ различий в процентах – с применением преобразования Фишера.

Таблица 2. Данные эхокардиографии, *МЕ (Q1; Q3)*

Показатель	До операции	При выписке	<i>p</i>
ФВ, %	62 [54; 69]	56 [50; 63]	<0,01
ДЛА сист., мм рт.ст.	50 [41; 60]	33 [28; 38]	<0,01
Степень ТР	2,7±0,8	0,4±0,6	<0,01
СДГ ТК, мм рт.ст.			
Кольцо 32 мм	–	2,1 [1,7; 2,8]	–
Кольцо 34 мм	–	1,9 [1,4; 2,6]	
Кольцо 36 мм	–	1,3 [1,2; 2,1]	
Вср. ТК, см/с	–	63 [50; 72]	–

Примечание. ФВ – функция выброса; ДЛА сист. – систолическое давление в легочной артерии; ТР – трикуспидальный клапан; СДГ – медиана диастолического градиента.

Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости *p* принимали равным 0,05.

Результаты

Летальность в исследуемой группе пациентов составила 1,6% (5 больных). Причиной смерти у 4 пациентов было прогрессирование сердечной недостаточности, у 1 пациента – развитие острого нарушения мозгового кровообращения в раннем послеоперационном периоде. Все пациенты выписаны из стационара с удовлетворительными показателями внутрисердечной гемодинамики по данным трансторакальной ЭхоКГ: снижение систолического давления в легочной артерии с 50 [41; 60] до 33 [28; 38] мм рт.ст. (*МЕ [Q1; Q3]*, *p*<0,001), фракция изгнания левого желудочка статистически значимо не изменилась.

Эхокардиографические показатели гемодинамики ТК: медиана скорости кровотока составила 63 [50; 72] см/с, медиана диастолического градиента (СДГ) 2 [1,5; 2,7] мм рт.ст. при использовании колец 32, 34 и 36-го размеров 2,1 [1,7; 2,8]; 1,9 [1,4; 2,6] и 1,3 [1,2; 2,1] мм рт.ст. соответственно. Отмечено снижение степени ТР – с 2,7±0,8 до 0,4±0,6 (*p*<0,001). Клинически также отмечен положительный эффект оперативного вмешательства: снижен функциональный класс сердечной недостаточности с 2,8±0,5 до 2,1±0,3 NYHA (*p*<0,05). Такие осложнения аннулярной пластики ТК, как отрыв опорного кольца, эндокардит имплантата, рецидив значимой ТН в госпитальном периоде, отсутствовали.

Обсуждение

ВНТК прочно ассоциируется с плохим прогнозом выживаемости пациентов, особенно при наличии отягощающих факторов, таких как манифестирующая сердечная недостаточность, фибрилляция предсердий, снижение сократительной функции левого желудочка и др. [6, 7].

Само по себе прогрессирование ВНТК является предиктором ухудшения выживаемости вне зависимости от других факторов риска [8].

Все это определяет стремление кардиологов и кардиохирургов к более агрессивному подходу в ее коррекции [9–11]. При этом хирургия ВНТК методом замещения клапана протезом исторически заслужила «плохую репутацию».

В этой связи, проанализировав более 50 000 хирургических процедур на ТК, А. Kilic и соавт. отмечают ярко выраженную тенденцию к росту клапаносберегающих операций на ТК на фоне снижения операционной летальности и количества отдаленных клапан-связанных осложнений. Операционная летальность, по их данным, хоть и статистически значимо снизилась с 2000 по 2010 г., все еще остается высокой (10,6 до 8,2%; *p*<0,001) [12]. Госпитальная летальность в группе применения опорных биологических полужестких колец «НеоКор» составила 1,6% (*p*<0,001). Выбор метода реконструкции клапана до настоящего времени является одним из непростых вопросов в клапанной хирургии. Сложность принятия решения усугубляется разнообразием подходов к коррекции этой патологии от относительно простых, так называемых шовных, технологий [13, 14] до протезирования ТК, о недостатках которого было сказано выше. В этом ряду промежуточное положение за-

Таблица 3. Характеристика хирургического вмешательства, *МЕ [Q1; Q3]*

Показатель	Значение
Время ИК, мин	113 [99; 139]
Время окклюзии Ао, мин	81 [69; 100]
АКШ, <i>n</i>	25
Ушивание ушка ЛП, <i>n</i>	92
Резекция ушка ЛП, <i>n</i>	2
РЧА, <i>n</i>	88
Имплантация ЭКС, <i>n</i>	2

Примечание. ИК – искусственное кровообращение; Ао – аорта; АКШ – аортокоронарное шунтирование; ЛП – левое предсердие; РЧА – радиочастотная абляция; ЭКС – электрокардиостимулятор.

Рис. 2. Распределение размера имплантированных опорных колец

Fig. 2. Size distribution of the implanted support rings

Поражение клапанного аппарата левых камер сердца

нимают пластические операции на клапане с использованием опорных колец для аннулопластики. Данная технология сопровождается меньшей операционной летальностью и количеством отдаленных осложнений, обусловленных процедурой, по сравнению с протезированием клапана, а также более стабильными результатами по сравнению с шовными методиками аннулопластики [15–17]. До настоящего времени для этой цели использовали синтетические опорные кольца, которые условно можно разделить на жесткие и гибкие. Дискуссии о преимуществе использования того или иного вида колец ведутся до настоящего времени [18]. Общеизвестным недостатком жестких колец является возможность их отрыва от фиброзного кольца реципиента вследствие нефизиологичности из-за отсутствия деформационных свойств [19, 20].

С 2006 г. в кардиохирургических клиниках России используются разработанные ЗАО «НеоКор» биологические опорные кольца для трикуспидальной аннулопластики, сочетающие в себе достоинства жестких и гибких имплантатов. Особенность его конструкции заключается в эластичной основе из нитинола, покрытой снаружи ксеноперикардом, консервированным в диэпоксисоединении (диглицидиловом эфире этиленгликоля), что обеспечивает необходимую прочность, эластичность и высокую биологическую совместимость имплантата, а возможность дополнительной антибактериальной обработки повышает эффективность применения колец «НеоКор» при инфекционном эндокардите. Упругие характеристики каркаса подобраны таким образом, что он не препятствует естественным деформациям нативного фиброзного кольца и в то же время достаточны для поддержания исходной формы, а это необходимо для оптимизации процесса имплантации и стабильности отдаленных результатов.

С 2006 г. ФГБНУ НИИ КПССЗ (г. Кемерово) обладает самым крупным в РФ опытом имплантации этих устройств (310 изделий).

Особенность данной когорты пациентов – наличие вторичной ТР $\geq$ II степени, осложняющей течение заболеваний левых камер сердца, требующих хирургической коррекции. При имплантации биологических опорных колец «НеоКор» обращали на себя внимание следующие технические особенности:

1. Имплантат хорошо адаптируется к пространственной структуре фиброзного кольца реципиента, что позволяет избежать натяжений тканей в момент имплантации.

2. Плоский профиль опорного кольца позволяет ему после фиксации в заданном положении практически не выступать над поверхностью эндокарда, что позволяет избежать турбулентных потоков крови в области фиброзного кольца клапана и не нарушает пространственную внутрисердечную анатомию.

3. Эластичный каркас изделия не нарушает функциональную подвижность фиброзного кольца клапана в ходе кардиоцикла и снижает нагрузку на нативное фиброзное кольцо в процессе функционирования, что подтверждается отсутствием отрыва в серии из 310 имплантированных колец.

Дополнительным преимуществом также является использование в качестве оплетки каркаса ксеноперикарда, консервированного диглицидиловым эфиром этиленгликоля, что обеспечивает высокую биологическую совместимость кольца «НеоКор» и тромборезистентность [21].

В работе представлены госпитальные результаты применения этого изделия в серии из 310 пациентов, оперированных с 2006 по 2019 г. Ретроспективный анализ выявил высокую эффективность использования нового типа опорных колец (степень вторичной регургитации на ТК снизилась с 2,7 до 0,8; $p < 0,001$), низкий трансклапанный градиент (2 мм рт.ст) и отсутствие специфических осложнений (не наблюдалось ранних рецидивов ТР, легочных эмболий, манифестации инфекционного эндокардита и отрыва колец).

Заключение

Имплантация биологических опорных колец для аннулопластики ТК производства ЗАО «НеоКор» (г. Кемерово) является эффективным методом лечения ВНТК у пациентов с органическими заболеваниями левых камер сердца; продемонстрировано значимое снижение ТР и низкий трансклапанный градиент. Это, в свою очередь, оптимизировало внутрисердечную гемодинамику в ранние сроки после хирургического лечения.

Ограничения исследования

Ретроспективный и одноцентровый характер исследования, а также отсутствие контрольной группы ограничивают его ценность. В дальнейшем планируется провести анализ отдаленных результатов и сравнительные исследования с другими технологиями трикуспидальной аннулопластики.

Трикуспидальное

REF	A, mm	B, mm
TK26	37,3	25,3
TK28	39,3	27,3
TK30	41,3	29,3
TK32	43,3	31,3
TK34	45,3	33,3
TK36	47,3	35,3

Митральное

REF	A, mm	B, mm	C, mm
МК26	24	30	26
МК28	26	32	28
МК30	28	34	30
МК32	30	36	32
МК34	32	38	34
МК36	34	40	36

Предназначено для реконструктивных операций на пораженных естественных клапанах сердца.

- Обшивка из ксеноперикада полностью эндотелизируется в организме реципиента. В результате формируется единая система, состоящая из имплантата и фиброзного кольца митрального клапана, что дает стабильные отдаленные результаты восстановления запирающей функции клапана;
- В каркасе кольца использован суперэластичный материал с памятью формы (нитинол). Покрытие каркаса выполнено из ксеноперикарда, консервированного эпоксиосоединением;
- Рентгенконтрастный материал каркаса позволяет контролировать положение и форму кольца в отдаленном периоде;
- Короткое время предоперационной отмывки (2 x 2 минуты).

Литература

1. Fukuda S., Gillinov A.M., Song J.M. et al. Echocardiographic insights into atrial and ventricular mechanisms of functional tricuspid regurgitation // *Am. Heart J.* 2006. Vol. 152. P. 1208–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2006.07.027>
2. Shi K.-H., Xuan H.-Y., Zhang F., Xu S.-S., Wu J.-X., Cao W. et al. Evolution of tricuspid regurgitation after mitral valve surgery for patients with moderate-or-less functional tricuspid regurgitation // *Heart Surg. Forum.* 2012. Vol. 15, N 3. P. E121–E126. DOI: <https://doi.org/10.1532/HSF98.20111003>
3. Taramasso M., Vanermen H., Maisano F., Guidotti A., Canna G., Alfieri O. The growing clinical importance of secondary tricuspid regurgitation // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012. Vol. 59. P. 703–710. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.09.069>
4. Stuge O., Liddicoat J. Emerging opportunities for cardiac surgeons within structural heart disease // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006. Vol. 132, N 6. P. 1258–1261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.08.049>
5. Одаренко Ю.Н., Бедин А.В., Рутковская Н.В., Сизова И.Н., Журавлева И.Ю., Барбараш Л.С. Применение биологических опорных колец «НеоКор» для коррекции функциональной недостаточности трикуспидального клапана // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2015. Т. 8, № 2. С. 77–81. DOI: <https://doi.org/10.17116/kardio20158277-81>
6. Baumgartner H., Falk V., Bax J.J., De Bonis M., Hamm C., Holm P.J. et al.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease // *Eur. Heart J.* 2017. Vol. 38, N 36. P. 2739–2791. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx391>
7. Benfari G. et al. Excess mortality associated with functional tricuspid regurgitation complicating heart failure with reduced ejection fraction // *Circulation.* 2019. Vol. 140. P. 196–206. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038946>
8. Nath J., Foster E., Heidenreich P.A. Impact of tricuspid regurgitation on long-term survival // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004. Vol. 43, N 3. P. 405–409. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.09.036>
9. Charfeddine S. et al. Plastic repair of tricuspid valve: Carpentier's ring annuloplasty versus De VEGA technique // *Pan Afr. Med. J.* 2017. Vol. 27. P. 119. DOI: <https://doi.org/10.11604/pamj.2017.27.119.8868>
10. Takano H. et al. Severe tricuspid regurgitation after mitral valve surgery: the risk factors and results of the aggressive application of prophylactic tricuspid valve repair // *Surg. Today.* 2017. Vol. 47, N 4. P. 445–456. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00595-016-1395-4>
11. Anselmi A. et al. Appraisal of long-term outcomes of tricuspid valve replacement in the current perspective // *Ann. Thorac. Surg.* 2016. Vol. 101. P. 863–871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.09.081>
12. Kilic A., Saha-Chaudhuri P., Rankin J.S., Conte J.V. 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. Vol. 96, N 5. P. 1546–1552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.06.031>
13. Евтушенко А.В. и др. Способ трикуспидальной циркулярной кисетной аннулопластики у пациентов с приобретенными клапанными пороками левых отделов сердца. Патент РФ 2197898 от 10.02.2003.
14. Boyd A.D., Engelman R.M., Isom O.S. et al. Tricuspid annuloplasty // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1974. Vol. 68. P. 3445.
15. Jiang W., Long X.M., Li S.C., Zhong Y.L., He B.F., Lin H. Preliminary evaluation of autologous pericardium ring for tricuspid Annuloplasty: a two-year follow-up study. *J. Cardiothorac Surg.* 2019 Nov 12; 14(1): 195. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13019-019-1017-5>
16. Matsuyama K., Matsumoto M., Sugita T. et al. De Vega annuloplasty and Carpentier-Edwards ring annuloplasty for secondary tricuspid regurgitation // *J. Heart Valve Dis.* 2001. Vol. 10, N 4. P. 520–524.
17. Parolari A., Barili F., Pillozzi A., Pacini D. Ring or suture annuloplasty for tricuspid regurgitation? A meta-analysis review // *Ann. Thorac. Surg.* 2014. Vol. 98, N 6. P. 2255–2263. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.100>
18. Овчаров М.А., Богачев-Прокофьев А.В., Пивкин А.Н., Будагаев С.А., Афанасьев А.В., Шарифулин Р.М., Сапегин А.В., Караськов А.М. Сравнение жестких колец и гибких бэндов в коррекции сопутствующей недостаточности трикуспидального клапана у пациентов, перенесших операцию на митральном клапане. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2019;12(2):122–131. <https://doi.org/10.17116/kardio201912021122>
19. Pfannmüller B., Doenst T., Eberhardt K. et al. Increased risk of dehiscence after tricuspid valve repair with rigid annuloplasty rings // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012. Vol. 143, N 5. P. 1050–1055. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.06.019>
20. Sukmawan R., Watanabe N., Ogasawara Y. et al. Geometric changes of tricuspid valve tenting in tricuspid regurgitation secondary to pulmonary hypertension quantified by novel system with transthoracic real-time 3-dimensional echocardiography // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2007. Vol. 20, N 5. P. 470–476. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2006.10.001>
21. Барбараш Л.С., Журавлева И.Ю., Борисов В.В., Климов И.А., Турдакина Н.А. Новое поколение биопротезов клапанов сердца, обладающих повышенной тромбозостойкостью и антибактериальной активностью // *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2002. № 2. С. 42–49.

References

1. Fukuda S., Gillinov A.M., Song J.M., et al. Echocardiographic insights into atrial and ventricular mechanisms of functional tricuspid regurgitation. *Am Heart J.* 2006; 152: 1208–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2006.07.027>
2. Shi K.-H., Xuan H.-Y., Zhang F., Xu S.-S., Wu J.-X., Cao W., et al. Evolution of tricuspid regurgitation after mitral valve surgery for patients with moderate-or-less functional tricuspid regurgitation. *Heart Surg Forum.* 2012; 15 (3): E121–6. DOI: <https://doi.org/10.1532/HSF98.20111003>
3. Taramasso M., Vanermen H., Maisano F., Guidotti A., Canna G., Alfieri O. The growing clinical importance of secondary tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2012; 59: 703–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.09.069>
4. Stuge O., Liddicoat J. Emerging opportunities for cardiac surgeons within structural heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006; 132 (6): 1258–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.08.049>
5. Odarenko Yu.N., Bedin A.V., Rutkovskaya N.V., Sizova I.N., Zhuravleva I.Yu., Barbarash L.S. Use of biological support rings «NeoCor» for functional tricuspid insufficiency. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2015; 8(2): 77–81. <https://doi.org/10.17116/kardio20158277-81>
6. Baumgartner H., Falk V., Bax J.J., De Bonis M., Hamm C., Holm P.J., et al.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2017; 38 (36): 2739–91. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx391>
7. Benfari G., et al. Excess mortality associated with functional tricuspid regurgitation complicating heart failure with reduced ejection fraction. *Circulation.* 2019; 140: 196–206. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038946>
8. Nath J., Foster E., Heidenreich P.A. Impact of tricuspid regurgitation on long-term survival. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 43 (3): 405–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.09.036>
9. Charfeddine S., et al. Plastic repair of tricuspid valve: Carpentier's ring annuloplasty versus De VEGA technique // *Pan Afr. Med. J.* 2017. Vol. 27. P. 119. DOI: <https://doi.org/10.11604/pamj.2017.27.119.8868>
10. Takano H., et al. Severe tricuspid regurgitation after mitral valve surgery: the risk factors and results of the aggressive application of prophylactic tricuspid valve repair. *Surg Today.* 2017; 47 (4): 445–56. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00595-016-1395-4>
11. Anselmi A., et al. Appraisal of long-term outcomes of tricuspid valve replacement in the current perspective. *Ann Thorac Surg.* 2016; 101: 863–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.09.081>
12. Kilic A., Saha-Chaudhuri P., Rankin J.S., Conte J.V. 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 (5): 1546–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.06.031>
13. Evtushenko A.V., et al. Method of tricuspid circular purse-string annuloplasty in patients with acquired valvular defects of the left heart. RF patent 2197898 dated 02/10/2003.
14. Boyd A.D., Engelman R.M., Isom O.S., et al. Tricuspid annuloplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1974; 68: 3445.
15. Jiang W., Long X.M., Li S.C., Zhong Y.L., He B.F., Lin H. Preliminary evaluation of autologous pericardium ring for tricuspid Annuloplasty: a two-year follow-up study. *J Cardiothorac Surg.* 2019 Nov 12; 14(1): 195. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13019-019-1017-5>
16. Matsuyama K., Matsumoto M., Sugita T., et al. De Vega annuloplasty and Carpentier-Edwards ring annuloplasty for secondary tricuspid regurgitation. *J Heart Valve Dis.* 2001; 10 (4): 520–4.
17. Parolari A., Barili F., Pilozi A., Pacini D. Ring or suture annuloplasty for tricuspid regurgitation? A meta-analysis review. *Ann Thorac Surg.* 2014; 98 (6): 2255–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.100>
18. Ovcharov M.A., Bogachev-Prokof'ev A.V., Pivkin A.N., Budagayev S.A., Afanas'ev A.V., Sharifulin R.M., Sapegin A.V., Karas'kov A.M. Comparison of rigid rings and flexible bands for concomitant tricuspid valve repair in patients undergoing mitral valve surgery. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2019; 12(2): 122–131. <https://doi.org/10.17116/kardio201912021122>
19. Pfannmüller B., Doenst T., Eberhardt K., et al. Increased risk of dehiscence after tricuspid valve repair with rigid annuloplasty rings. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 143 (5): 1050–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.06.019>
20. Sukmawan R., Watanabe N., Ogasawara Y., et al. Geometric changes of tricuspid valve tenting in tricuspid regurgitation secondary to pulmonary hypertension quantified by novel system with transthoracic real-time 3-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007; 20 (5): 470–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2006.10.001>
21. Barbarash L.S., Zhuravleva I.Yu., Borisov V.V., Klimov I.A., Turdakina N.A. A new generation of heart valve bioprotheses with increased thromboresistance and antibacterial activity // *Bulletin of Transplantology And artificial Organs.* 2002; (2): 42–9.