

УДК 611.12

DOI 10.17802/2306-1278-2023-12-3-27-37

## ПРОТЕЗИРОВАНИЕ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА АУТОПЕРИКАРДОМ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАБЛОНОВ: НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И СРЕДНЕОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Р.Н. Комаров, М.И. Ткачёв, Р.М. Исаев, Н.С. Башмаков, В.А. Савина, И. Дхиф

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, Российская Федерация, 119991

### Основные положения

- Продемонстрированы результаты протезирования аортального клапана аутоперикардом без использования шаблонов. Родоначалником неокуспидизации принято считать S. Ozaki, однако методы расчета неостворки из перикарда предложены задолго до него. Методика японского профессора заключается в использовании специальных шаблонов. В данной статье представлен математический расчет створки, выполненный хирургами Сеченовского Университета, позволяющий не только существенно упростить процедуру, но и выполнять ее в тех центрах, где шаблонов Ozaki нет.

### Цель

Описана оригинальная методика полной реконструкции аортального клапана аутоперикардом. Расчет формы неостворок осуществлен на основании данных о диаметре фиброзного кольца, которые могут быть получены как во время, так и до операции, что позволяет сократить время вмешательства, искусственного кровообращения и ишемии миокарда, а в конечном итоге добиться снижения ишемии головного мозга и снизить вероятность поздних осложнений.

### Материалы и методы

Проведено проспективное исследование 34 пациентов, оперированных по поводу порока аортального клапана в кардиохирургическом отделении Университетской клинической больницы № 1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) в период с января 2020 г. по март 2023 г. Средний период наблюдения для всей когорты составил  $14,1 \pm 7,7$  мес. Средний возраст больных –  $51 \pm 17$  лет (19–78 лет). Гендерное распределение в общей группе: мужской пол – 50% (n = 17), женский – 50% (n = 17). Всем пациентам выполнено протезирование аортального клапана аутоперикардом без использования шаблонов (расчетным способом). 17 (50%) больным проведена изолированная коррекция порока аортального клапана, 11 (32,3%) – протезирование восходящей аорты, 5 (14,7%) – вмешательство на митральном клапане, в 3 (8,8%) случаях выполнено коронарное шунтирование. Стеноз аортального клапана отмечен у 11 (32,3%) пациентов, недостаточность – у 4 (11,7%), стеноз и недостаточность – у 19 (55,8%). Двустворчатый аортальный клапан выявлен у 18 (52,9%) больных. Все пациенты разделены на две группы: Комаров (изолированная коррекция порока аортального клапана) и Комаров Plus (коррекция порока аортального клапана с сопутствующей кардиальной патологией).

### Результаты

Не зарегистрировано случаев конверсии в стандартное протезирование аортального клапана. Зафиксировано два случая госпитальной летальности; по данным патологоанатомического заключения, смерть в обоих случаях наступила из-за осложнений, спровоцированных двусторонней полисегментарной пневмонией, вызванной SARS-CoV-2. Одному пациенту через 4 мес. после вмешательства потребовалась повторная операция вследствие развившегося эндокардита, возбудитель *Streptococcus viridans*. В среднеотдаленном периоде гемодинамические показатели, такие как пиковый градиент, средний градиент и пиковая скорость, составили  $11,96 \pm 4,70$ ,  $5,88 \pm 2,07$  мм рт. ст. и  $168,19 \pm 30,56$  см/с.

**Заключение**

Конечный вид протеза служит анатомическим аналогом нативного клапана и обеспечивает достоверное снижение пикового давления, отсутствие регургитации на клапане после операции и увеличение площади эффективного отверстия. Данный метод можно рассматривать как безопасную альтернативу процедуре Ozaki, при которой створки выкраивают с помощью специальных шаблонов.

**Ключевые слова**

Аортальный клапан • Глутаральдегид • Реконструкция аутоперикардом • Неокуспидизация • Неостворки • Перикард

*Поступила в редакцию: 15.04.2023; поступила после доработки: 13.06.2023; принята к печати: 10.07.2023*

## AORTIC VALVE REPLACEMENT USING AUTOLOGOUS PERICARDIUM WITHOUT TEMPLATES: SHORT AND MID-TERM OUTCOMES

R.N. Komarov, M.I. Tkachev, Isaev R.M., N.S. Bashmakov, V.A. Savina, I. Dhif

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 8-2, Trubetskaya St., Moscow, Russian Federation, 119991*

### Highlights

- We have described the outcomes of aortic valve replacement using autologous pericardium without special templates. Although S. Ozaki is considered by many to be the founder of neocuspidization technique, the methods for sizing of the neocusps were proposed long before him. The method of the Japanese professor involves using special templates. This article presents a mathematical formula to calculate neocusps' size, which significantly simplifies the procedure, and makes it possible to perform it in centers that do not possess Ozaki templates.

**Aim**

To describe an original technique of aortic valve replacement using autologous pericardium without templates. The calculation of the neocusps' size is based on the diameter of aortic annulus, which can be estimated both intraoperatively and preoperatively, helps to reduce the duration of surgery, CPB time and myocardial ischemia, and lower the rates of late complications.

**Methods**

The prospective study included 34 patients with aortic valve disease admitted to the Cardiac Surgical Department of the University Clinical Hospital No.1 of the First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov, Ministry of Health of Russia in the period from January 2020 to March 2023. The mean age of the patients was  $51 \pm 17$  years (from 19 to 78 years). Gender distribution in the total group was as follows: male 50% ( $n = 17$ ), female 50% ( $n = 17$ ). All patients underwent aortic valve replacement using autologous pericardium without templates (by calculating the neocusps' size). Isolated aortic valve replacement was performed in 17 patients (50%), ascending aorta replacement in 11 patients (32.3%), mitral valve intervention in 5 (14.7%), coronary artery bypass grafting in 3 (8.8%) cases. 11 patients (32.3%) had aortic valve stenosis, 4 patients (11.7%) had insufficiency, and 19 patients (55.8%) had both stenosis and insufficiency. Bicuspid aortic valve was detected in 18 patients (52.9%). All patients were divided into two groups: Komarov (aortic valve replacement only) and Komarov Plus (aortic valve replacement and treatment for concomitant cardiac pathology).

**Results**

There were no cases of conversion to traditional aortic valve replacement using prosthetic valves. There were 2 cases of in-hospital mortality; according to medical records, death in both cases was due to complications provoked by double pneumonia caused by SARS-CoV-2. 1 patient required reoperation 4 months after the intervention due to endocarditis caused by *Streptococcus viridans*. In the midterm follow-up period, hemodynamic parameters such as peak gradient, mean gradient, and peak velocity were  $11.96 \pm 4.70$  mm Hg,  $5.88 \pm 2.07$  mm Hg,  $168.19 \pm 30.56$  cm/s.

**Conclusion**

The obtained valve prosthesis is anatomically analogous to the native valve and provides reliable peak pressure reduction, no postoperative regurgitation, and increased effective orifice area. The proposed method is safe and can serve as an alternative to the Ozaki procedure, in which the neocusps are outlined using special templates.

**Keywords**

Aortic valve • Glutaraldehyde • Autologous pericardial aortic valve reconstruction • Neocuspidization • Neocusp • Pericardium

*Received: 15.04.2023; received in revised form: 13.06.2023; accepted: 10.07.2023*

**Список сокращений**

ЭхоКГ – эхокардиография

**Введение**

«Золотым стандартом» коррекции порока аортального клапана является имплантация механического или биологического протеза [1]. К искусственным клапанам предъявляют ряд условий, которые, к сожалению, не все выполнимы, если проводить вмешательство общепринятыми методиками. Так, при использовании механического протеза пациент вынужден придерживаться особого ритма жизни – с постоянным приемом антикоагулянтов (варфарина) и регулярным контролем международного нормализованного отношения. Пренебрежительное отношение к данным правилам влечет за собой кровотечение (что чаще) либо чревато тромботическими осложнениями при недостаточной дозе. Молодые женщины с механическими протезами сталкиваются с рядом трудностей при беременности из-за тератогенного действия варфарина, а у диализных больных применение данного препарата – вопрос крайне сложный и связан с повышенным риском побочных эффектов. Также механические клапаны невозможно имплантировать детям и людям с узким фиброзным кольцом. Однако, несмотря на минусы, эти протезы имеют более продолжительный срок службы по сравнению с биологическими.

Биологические клапаны компенсируют ряд проблем механических протезов, но и у них есть недостатки. Так, клапаны, выполненные из бычьего или свиного перикарда, подвержены быстрой дегенерации и кальцификации, что в долгосрочной перспективе требует репротезирования. При этом пациенты с биологическими клапанами реже сталкиваются с проблемой несоответствия «протез – пациент» (то есть неадекватного соотношения площади эффективного отверстия с площадью поверхности тела). С целью объединить все преимущества и избавиться от недостатков еще 50 лет назад предложен альтернативный метод коррекции порока аортального клапана – с помощью аутоперикарда [2]. Однако ближайшие результаты показали высокую степень дегенерации и кальцификации створок. Представ-

лен способ уменьшения данных негативных явлений с помощью обработки аутоперикарда глутаровым альдегидом в концентрации 0,6%, что, как было доказано, уменьшает вероятность ретракции и рубцевания створок. В опытах *in vitro* неоклапан отработал 800 млн циклов в пульс-дубликаторе, а в экспериментах на овцах за 6 мес. наблюдения клапан не потерял в прочности и не был деформирован [3]. На сегодняшний день существует несколько десятков способов формирования неостворок из аутоперикарда, часть из которых достаточно субъективны и операторозависимы, что может влиять на длительность службы неоклапана [4]. Несмотря на значительное количество методик, общепризнанным на данный момент остается способ неокуспидизации с использованием шаблонов, автором которого является S. Ozaki [5]. Так, в 2007 г. японский хирург предложил использовать специальные шаблоны, форма которых зависит от межкомиссурального расстояния. После выкраивания неостворки имплантируют в позицию удаленных. Необходимо отметить, что данная методика предусматривает асимметрию, что на первый взгляд кажется логичным, в долгосрочной же перспективе показывает неэффективность с высоким уровнем регургитации [6] и дисфункции клапана [7]. Также минусом данной методики выступает необходимость дорогостоящих шаблонов, что непроизвольно наталкивает на мысль о целесообразности данного метода, несмотря на его популярность.

Существует несколько десятков модификаций операции Ozaki. Авторские методики различаются видами измерителей и шаблонов. Как следует из вышесказанного, преимущественно все методики нуждаются в дополнительном инструментарии, который, вопреки распространенному мнению, усложняет процедуру реконструкции. К недостаткам указанных способов можно также отнести длительное время ишемии миокарда и искусственного кровообращения, так как измерение межкомиссуральных расстояний и формирование неостворок происходит после аортотомии, что в некоторой сте-

пени снижает эффективность лечения. Мы предлагаем новую методику реконструкции аортального клапана аутоперикардом, опираясь на данные о диаметре фиброзного кольца, которые могут быть получены как во время, так и до операции.

### Материалы и методы

В проспективное исследование включены 34 пациента с пороком аортального клапана, требующим хирургической коррекции. Критериями невключения были пациенты, подвергшиеся экстренной операции; больные с предыдущими вмешательствами на сердце, а также лица моложе 18 лет. Все хирургические вмешательства выполнены в отделении кардиохирургии клиники сердечно-сосудистой хирургии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с января 2020 г. по март 2023 г. Все пациенты разделены на две группы с учетом объема хирургического лечения. В группу Komarov Only входили пациенты, которым проведена изолированная коррекция порока аортального клапана (17 (50%)); в группу Komarov Plus – больные, которым помимо коррекции порока аортального клапана проведено сочетанное вмешательство на любом другом клапане, коронарное шунтирование или вмешательство на восходящей аорте (11 (32,3%) – протезирование восходящей аорты, 5 (14,7%) – вмешательство на митральном клапане, 3 (8,8%) – коронарное шунтирование). Каждому пациенту выполнена комплексная диагностика, включающая эхокардиографию (ЭхоКГ), анализ электрокардиограммы, общий анализ крови и биохимические исследования.

Трансторакальная ЭхоКГ проведена на аппарате Philips CX50 (Philips, Нидерланды) в соответствии со стандартным протоколом исследования [8]. Для оценки аортального клапана применяли парастернальный доступ по короткой и длинной осям. Оценены как анатомия, так и скорость потока на аортальном клапане, градиенты, размер фиброзного кольца и эффективная площадь отверстия. Также определены размерные и объемные величины левого желудочка, фракция выброса, систолическое давление в легочной артерии, толщина задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки.

### Метод расчета створки

В норме аортальный клапан является трехстворчатый, створки имеют форму полулуния и содержат следующие описательные величины: длину свободного края (L1), длину прикрепления створки к фиброзному кольцу (L2) и высоту створки (H). Также мы формируем «крылья» и «крышу» створки для обеспечения лучшей коаптации (рис. 1).

Исходя из результатов морфометрического исследования трехстворчатых аортальных клапанов у людей, которые умерли не от сердечно-сосудистой патологии [9], выведены ключевые универсальные

уравнения для выявления размеров створок при известном межкомиссуральном расстоянии:  $L1 = 1,04 \times IC + 6,17$ ;  $L2 = 1,21 \times IC + 18,9$ ;  $H = 0,33 \times IC + 10,05$ , где IC – межкомиссуральное расстояние. В данной работе не обнаружено достоверно значимой разницы в размере створок. Представленная формула, несмотря на точность, трудна для понимания, поэтому на основании данных, полученных в ходе исследования, выведена простая формула, которая может быть применена хирургом любого уровня для проектировки неостворки без особых усилий.

Предложено формировать все неостворки одинакового размера по следующей упрощенной формуле:  $L1 = \text{ФК АК} + 10 \text{ мм}$  (рис. 2, A, B),  $H = \text{ФК АК}$  (рис. 2, C) (высота проведена от середины отрезка L1), где ФК АК – диаметр фиброзного кольца аортального клапана. Параметр L2 же отражает длину прикрепления створки, по структуре является широкой параболой, которая соединяет края отрезков L1 и H (рис. 2, D). Следующим шагом необходимо сформировать добавочные «крылья» по обе стороны неостворки: в обе стороны от L1 проводят отрезок 3 мм, от места соединения L1 и L2 по ходу L2 – отрезок длиной 1/3 диаметра фиброзного кольца аортального клапана (около 7–8 мм); вновь образованные отрезки соединяют гипотенузой, формируя треугольник с прямым углом (рис. 2, E). От середины отрезка L1 в противоположную сторону от H перпендикулярно строят отрезок длиной 4 мм, что после соединения прямыми линиями с концами отрезка L1 (точнее с точками его продолжения) позволяет сформировать «крышу» неостворки, что положительно влияет на коаптацию всех элементов неоклапана и тем самым снижает вероятность регургитации (рис. 2, F). Данная формула, несмотря на обширное описание, проще для понимания и в применении, так как уже включает припуск на шов 3 мм. Подробно техника фиксации изложена в соответствующей статье [10].

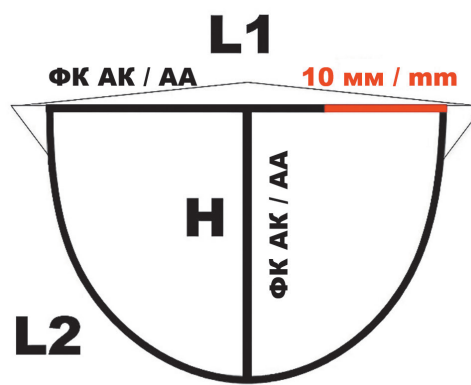


Рисунок 1. Описание размерных величин неостворки из аутоперикарда

Примечание: ФК АК – фиброзное кольцо аортального клапана.  
Figure 1. Size of the neocusps made with autologous pericardium  
Note: AA – aortic annulus.

**Статистический анализ**

Статистический анализ данных проведен с использованием программы Statistica 8.0. Результаты представлены в виде таблиц и графиков с указанием средних значений (M) и стандартных отклонений (SD). Все параметры проверены на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для нахождения различий между группами пациентов для нормально распределенных числовых показателей использовали критерий ANOVA (для нескольких групп), затем применяли попарное сравнение групп с помощью t-критерия Стьюдента для двух независимых выборок с поправкой Бонферрони. Для сравнения дихотомических показателей между независимыми выборками и установления достоверных различий между ними использовали Хи-квадрат с поправкой Йейтса на непрерывность, при попарном сравнении групп – точный двусторонний критерий Фишера для небольших выборок. При невозможности применения критерия Хи-квадрат (все ожидаемые числа >5) использовали Z-критерий (аналог t-критерия Стьюдента для долей), а для 0 и 100% – с поправкой для конечных точек. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. Выживаемость, свободу от реопераций и значимой аортальной недостаточности в среднеотдаленный период оценивали методом Каплана – Майера. Сравнение выживаемости в двух группах – по критерию Кокса – Ментела.

**Результаты**

Как упомянуто ранее, для удобства мы разделили пациентов на две группы на основании выполненного объема вмешательств. В табл. 1 более подробно отражены антропометрические характе-

ристики исследуемой когорты пациентов в зависимости от группы. Средний возраст больных составил 51,3±17,5 года (от 19 до 78 лет). Гендерное распределение в общей группе: 17 (50%) мужчин и 17 (50%) женщин. Усредненный индекс массы тела пациентов – 25,7±6,3 кг/м<sup>2</sup>, площадь поверхности тела по формуле Дюбуа и Дюбуа – 1,8±0,2 м<sup>2</sup>. Состояние 18 (54,7%) пациентов соответствовало I–II функциональному классу по NYHA, 14 (43,75%) – III функциональному классу по NYHA. Пациентов с декомпенсацией ХСН (IV функциональный класс по NYHA) не выявлено.

В исследуемой когорте 11 человек имели только аортальный стеноз, 4 – аортальную недостаточность, у 19 пациентов выявлены аортальный стеноз и недостаточность (табл. 2).

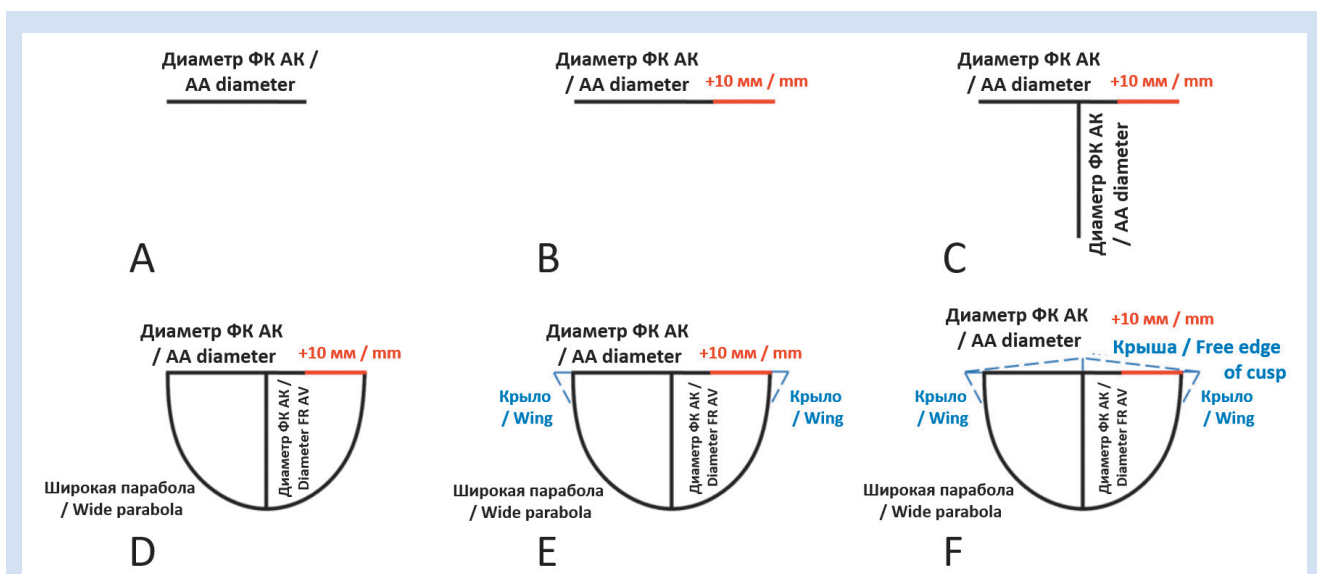
Всем пациентам до и после операции выполнена

**Таблица 1.** Антропометрические характеристики пациентов в исследуемой когорте  
**Table 1.** Anthropometric characteristics of patients in the study cohort

Параметр / Parameter	Komarov Only, n = 17	Komarov Plus, n = 17
Возраст, лет / Age, years, M±SD, (min–max)	48,18±18,37 (20–72)	54,35±16,66 (19–78)
Пол / Gender, n (%)	Мужской / Male	11 (64,7)
	Женский / Female	6 (35,3)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> / BMI, kg/m <sup>2</sup> , M±SD, (min–max)	25,94±5,96 (20–41,4)	25,44±6,76 (18,9–34,5)
ППТ, м <sup>2</sup> / BSA, m <sup>2</sup> , M±SD, (min–max)	1,77±0,17 (1,5–2,1)	1,90±0,22 (1,6–2,4)
NYHA, степень / grade, M±SD	1,65±1,06	2,29±0,85

**Примечание:** ИМТ – индекс массы тела; ППТ – площадь поверхности тела; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация кардиологов.  
**Note:** BMI – body mass index; BSA – body surface area; NYHA – New-York Heart Association.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ



**Рисунок 2.** Методика расчета неостворки из аутологичного перикарда на основании данных о диаметре фиброзного кольца аортального клапана

**Примечание:** ФК АК – фиброзное кольцо аортального клапана.

**Figure 2.** Calculation of the size of autologous pericardial neocusps using aortic annulus diameter

**Note:** AA – aortic annulus.

трансторакальная ЭхоКГ на аппарате Philips CX50 (Philips, Нидерланды) в соответствии со стандартным протоколом исследования. В исследуемой популяции до операции пиковый градиент составил  $75,9 \pm 30,6$  мм рт. ст., средний –  $43,8 \pm 19,2$  мм рт. ст., пиковая скорость на клапане –  $420,6 \pm 90,2$  см/с. 18 (52,9%) больных имели двустворчатый аортальный клапан (табл. 3).

**Таблица 2.** Характер поражения аортального клапана в исследуемой когорте пациентов

**Table 2.** Characteristics of aortic valve diseases in the study cohort

Параметр / Parameter	Группа Komarov / Komarov group	
	Komarov Only, n = 17	Komarov Plus, n = 17
АС более 2 ст. / AS higher than 2 grade, n (%)	7 (41,2)	4 (23,5)
АН более 2 ст. / AR higher than 2 grade, n (%)	1 (5,8)	3 (17,6)
АС + АН более 2 ст. / AS+AR higher than 2 grade, n (%)	9 (52,9)	10 (58,8)

**Примечание:** АН – аортальная недостаточность; АС – аортальный стеноз.

**Note:** AR – aortic regurgitation; AS – aortic stenosis.

Время искусственного кровообращения и ишемии миокарда составило  $146,6 \pm 37,8$  и  $99,0 \pm 26,9$  мин соответственно. Средняя кровопотеря –  $723,5 \pm 179,3$  мл. Не зафиксировано конверсий в имплантацию стандартного протеза. Среднее время пребывания в стационаре –  $14 \pm 7$  дней. Средний период наблюдения –  $12 \pm 2$  мес. Зарегистрировано два случая госпитальной летальности; по данным патологоанатомического заключения, смерть в обоих случаях наступила из-за осложнений, спровоцированных двусторонней полисегментарной пневмонией, вызванной SARS-CoV-2. Через 7 мес. выявлен один летальный исход, причиной которого стала острая сердечная недостаточность. В последний день пребывания в стационаре всем прооперированным пациентам выполнена трансторакальная ЭхоКГ. Следует отметить, что интраоперационно при контроле клапана посредством чреспищеводной ЭхоКГ специалист по функциональной диагностике либо не определял регургитацию на клапане, либо определял незначительную (0,5 степени). Также больные проходили контрольное исследование через 3, 6 мес. и далее ежегодно. В среднеотдаленном периоде гемодинамические

**Таблица 3.** Эхокардиографические показатели до операции в исследуемой когорте пациентов

**Table 3.** Preoperative echocardiographic parameters in the study cohort

Параметр / Parameter	Komarov Only, n = 17	Komarov Plus, n = 17
Двустворчатый АК / Bicuspid AV, n (%)	9 (52,9)	9 (52,9)
ФВ ЛЖ / LVEF, %, M±SD,	$63,35 \pm 4,99$	$58,18 \pm 9,66$
КДО, мл / EDV, mL, M±SD	$93,00 \pm 43,03$	$119,71 \pm 49,97$
КСО, мл / ESV, mL, M±SD	$34,12 \pm 17,29$	$51,12 \pm 23,75$
КДР, см / EDD, cm, M±SD	$4,72 \pm 1,06$	$4,94 \pm 0,71$
КСР, см / ESD, cm, M±SD	$3,51 \pm 0,51$	$3,49 \pm 0,55$
УО, мл / Stroke volume, mL, M±SD	$58,88 \pm 26,80$	$68,12 \pm 29,57$
Толщина МЖП, см / IVS thickness, cm, M±SD	$1,22 \pm 0,22$	$1,39 \pm 0,25$
Толщина ЗСЛЖ, см / LVPW thickness, cm, M±SD	$0,95 \pm 0,22$	$1,06 \pm 0,13$
ММЛЖ, г / LVM, g, M±SD	$215,49 \pm 100,29$	$284,55 \pm 82,53$
ММЛЖ/ППТ, г/м <sup>2</sup> / LVM/BSA, g/m <sup>2</sup> , M±SD	$120,93 \pm 54,51$	$149,23 \pm 36,22$
Левое предсердие, мл / Left atrium, mL, M±SD	$45,35 \pm 16,84$	$70,71 \pm 26,53$
Правое предсердие, мл / Right atrium, mL, M±SD	$39,18 \pm 15,36$	$55,65 \pm 23,32$
Диастолическая дисфункция / Diastolic dysfunction, n (%)	6 (35,3%)	9 (52,9%)
Диаметр ФК АК, см / Aortic annulus diameter, cm, M±SD	$2,18 \pm 0,29$	$2,26 \pm 0,27$
Площадь АК, см <sup>2</sup> / AV area, cm <sup>2</sup> , M±SD	$0,84 \pm 0,24$	$1,09 \pm 0,59$
Индексированная площадь АК, см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> / Indexed AV area, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , M±SD	$0,53 \pm 0,27$	$0,53 \pm 0,24$
Пиковый градиент, мм рт. ст. / Peak gradient, mm Hg, M±SD	$79,88 \pm 27,62$	$71,94 \pm 33,69$
Средний градиент, мм рт. ст. / Mean gradient, mm Hg, M±SD	$46,53 \pm 17,46$	$41,06 \pm 21,03$
Пиковая скорость, см/с / Peak velocity, cm/s, M±SD	$415,76 \pm 95,19$	$425,35 \pm 87,60$

**Примечание:** АК – аортальный клапан; ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка; КДО – конечный диастолический объем; КДР – конечный диастолический диаметр; КСО – конечный систолический объем; КСР – конечный систолический диаметр; МЖП – межжелудочковая перегородка; ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка; ППТ – площадь поверхности тела; УО – ударный объем; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – фиброзное кольцо.

**Note:** AV – aortic valve; BSA – body surface area; EDD – end-diastolic diameter; EDV – end-diastolic volume; ESD – end-systolic diameter; ESV – end-systolic volume; IVS – interventricular septum; LVEF – left ventricular ejection fraction; LVM – left ventricular mass; LVPW – left ventricular posterior wall.

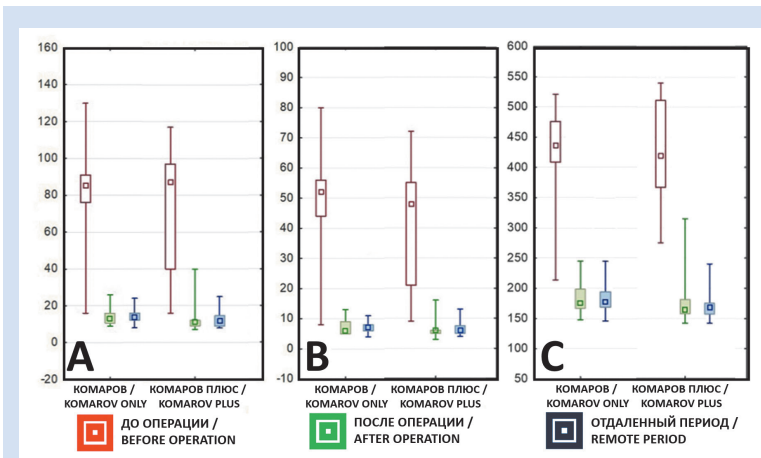
показатели, такие как пиковый, средний градиент и пиковая скорость, составили  $11,96 \pm 4,70$ ,  $5,88 \pm 2,07$  мм рт. ст. и  $168,19 \pm 30,56$  см/с (рис. 3, табл. 4).

### Обсуждение

Создание идеального протеза клапана требует учета множества факторов. Среди них особое значение имеют отсутствие необходимости приема антикоагулянтов, высокая прочность и долговечность протеза, а также максимальное соответствие функциональности нативного клапана, что не создает препятствий для кровотока. Еще 50 лет назад предложен альтернативный метод коррекции порока аортального клапана, который объединил многие преимущества и был лишен недостатков применяемых в то время протезов: протезирование аутоперикардом [2]. Несмотря на достаточную в последнее время популярность этой технологии и наличие не-

скольких вариантов ее исполнения, общепринятым остается метод S. Ozaki, заключающийся в выкраивании створок по специальным шаблонам, размер которых зависит от длины межкомиссурального расстояния [5]. Стоит отметить, что данная методика предусматривает асимметрию, что на первый взгляд кажется логичным, при этом в долгосрочной перспективе показывает неэффективность вследствие высокого уровня регургитации [6, 10] и дисфункции [12] клапана. Отсутствие универсальности методики некуспидизации и знание гемодинамики структур корня аорты способствовало разработке инновационного отечественного способа расчета створок из аутоперикарда, который не требует дорогостоящих шаблонов, а по гемодинамической эффективности не уступает общепринятой методике.

Многие авторы подтверждают, что протезирование аортального клапана аутоперикардом (по методике Ozaki, так как она является наиболее популярной), как правило, точно повторяет анатомию нормального аортального клапана и поэтому обеспечивает большую эффективную площадь отверстия и низкие послеоперационные градиенты [13–22]. S. Ozaki и соавт. сообщают о среднем пиковом градиенте  $15,2 \pm 6,3$  мм рт. ст. через 8 лет после операции [14]. M. Krane и коллеги отмечают средний градиент давления  $8,9 \pm 3,8$  мм рт. ст. и эффективную площадь отверстия  $2,1 \pm 0,7$  см<sup>2</sup> при выписке, которые оставались стабильными в течение первого послеоперационного года [15]. По результатам метаанализа U. Benedetto и соавт., пиковый и средний трансальвулярный градиент составил  $16,0 \pm 3,7$  и  $9,0 \pm 2,2$  мм рт. ст. через 12,5 мес. [16]. Y. Iida и соавт. регистрируют средний



**Рисунок 3.** Гемодинамические параметры до и после операции (перед выпиской из стационара и в отдаленном периоде)

**Примечание:** А – пиковый градиент (мм рт. ст.); В – средний градиент (мм рт. ст.); С – пиковая скорость (м/с).

**Figure 3.** Hemodynamic parameters before and after surgery (before discharge and in the long-term period)

**Note:** А – peak gradient (mm Hg); В – average gradient (mm Hg); С – peak velocity (m/s).

**Таблица 4.** Эхокардиографические показатели после операции (до выписки и в отдаленном периоде) в исследуемой когорте пациентов

**Table 4.** Postoperative echocardiographic parameters before discharge and in the mid-term period in the study cohort

Параметр / Parameter	До операции / Before discharge		Отдаленный период / Mid-term period	
	Комаров Only, n = 15	Комаров Plus, n = 17	Комаров Only, n = 14	Комаров Plus, n = 17
Пиковый градиент, мм рт. ст. / Peak gradient, mmHg, M±SD	14,69±5,56	13,88±8,06	14,1±4,3	9,5±4,1
Средний градиент, мм рт. ст. / Mean gradient, mmHg, M±SD	7,06±2,72	6,65±3,00	6,8±1,7	4,8±2,0
Пиковая скорость, см/с / Peak velocity, cm/s, M±SD	185,25±28,17	181,18±43,54	182,7±25,7	151,3±27,5
Недостаточность АК 0–0,5 ст. / AV regurgitation 0–0,5 grade, n (%)	13 (86,6)	14 (82,3)	13 (92,8)	15 (88,2)
Недостаточность АК 1–1,5 ст. / AV regurgitation 1–1,5 grade, n (%)	2 (13,4)	3 (17,7)	1 (7,2)	2 (11,8)
Недостаточность АК 2 ст. и более / AV regurgitation 2 grade and more, n (%)	0	0	0	0
ЭПО АК, см <sup>2</sup> / EOA AV, cm <sup>2</sup> , M±SD	–	–	2,43±0,3	2,57±0,2
Индексированная ЭПО, см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> / Indexed EOA, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , M±SD	–	–	1,39±0,1	1,36±0,1

**Примечание:** АК – аортальный клапан; ЭПО – эффективная площадь отверстия.  
**Note:** AV – aortic valve; EOA – effective orifice area.

пиковый градиент давления  $22,0 \pm 10,7$  мм рт. ст. через неделю и  $19,2 \pm 9,7$  мм рт. ст. через 20 мес. после процедуры [19]. В метаанализе, включавшем опыт лечения 1 891 пациента, пиковый градиент составил  $15,7 \pm 7,4$  мм рт. ст. в течение периода наблюдения  $38,1 \pm 23,8$  мес. [23]. Согласно результатам применения нашей методики, в среднеотдаленном периоде гемодинамические показатели, такие как пиковый градиент, средний градиент и пиковая скорость, составили  $11,96 \pm 4,70$ ,  $5,88 \pm 2,07$  мм рт. ст. и  $168,19 \pm 30,56$  см/с, что не отличалось от непосредственных результатов после операции. Эффективная площадь отверстия и индексированная эффективная площадь отверстия зарегистрированы на уровне  $2,54 \pm 0,26$  см<sup>2</sup> и  $1,39 \pm 0,1$  см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, что сопоставимо с таковыми при методике Ozaki.

Несомненно, продолжительность имплантации неостворок выше, чем протеза [24]. Однако, по данным метаанализа, который объединил 22 исследования и 1 891 пациента, средняя продолжительность зажима на аорте (время ишемии миокарда) и время искусственного кровообращения составили  $106,8 \pm 24,8$  и  $135,2 \pm 35,1$  мин соответственно [23], что сопоставимо с нашими данными –  $99,0 \pm 26,9$  и  $146,6 \pm 37,8$  мин для зажима на аорте и искусственного кровообращения соответственно – и не отличается от общепринятой методики.

S. Ozaki и соавт. сообщают о свободе от смерти, кумулятивной частоте повторных операций и рецидивов аортальной регургитации 2-й степени и более после среднего периода наблюдения  $53,7 \pm 28,2$  мес. в 85,9, 4,2 и 7,3% случаев соответственно. В представленной работе не зафиксировано случаев аортальной регургитации и повторных операций по какой-либо причине за период  $12,0 \pm 2,0$  мес., однако, несмотря на короткий период наблюдения, послеоперационные результаты не отличаются от таковых при методике Ozaki.

Таким образом, непосредственные и среднеотдаленные результаты протезирования аортального клапана аутоперикардом без использования шаблонов и по методике Ozaki сопоставимы по гемодинамическим параметрам и риску повторной регургитации, что позволяет выбирать первую методику в качестве альтернативы. Кроме того, результаты протезирования аутоперикардом сопоставимы с показателями нативного клапана, что свидетельствует о большей анатомичности данного метода по сравнению со стандартным протезированием. При этом

использование аутоперикарда может быть более безопасным и экономически выгодным. Интраоперационный контроль, в частности с помощью чреспищеводной ЭхоКГ, обязателен при подобных вмешательствах, так как позволяет непосредственно на операционном столе оценить эффективность процедуры и функциональную работу клапана и в случае неудовлетворительного результата принять решение о пластике неоклапана либо конверсии в стандартное протезирование. Сам по себе метод неокуспидизации обеспечивает относительно высокую устойчивость к возбудителям инфекционного эндокардита, поэтому может быть рассмотрен в качестве лечения у данной группы больных. Также следует рассмотреть вариант неокуспидизации у пациентов с системными воспалительными заболеваниями, когда иные методы коррекции недоступны или нежелательны. Неокуспидизация аортального клапана аутоперикардом позволяет добиться оптимальной эффективной площади отверстия, что совместно с низкими градиентами способствует достоверно значимому обратному ремоделированию миокарда, что в свою очередь не только улучшает работу сердца, но и снижает количество осложнений.

## Заключение

Использование аутоперикарда в качестве материала для протезирования аортального клапана без применения шаблонов позволяет достичь более высокой степени индивидуализации операции: учитывать особенности каждого конкретного пациента. Ограничением данного исследования является короткий срок наблюдения (2 года), поэтому в работе оценены только ранние и среднеотдаленные результаты. По мере накопления опыта подобных вмешательств необходим анализ отдаленных исходов.

## Конфликт интересов

Р.Н. Комаров заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.И. Ткачѐв заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.М. Исаев заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.С. Башмаков заявляет об отсутствии конфликта интересов. В.А. Савина заявляет об отсутствии конфликта интересов. И. Дхиф заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

### Информация об авторах

*Комаров Роман Николаевич*, доктор медицинских наук, профессор заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии института профессионального образования, директор клиники факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет

### Author Information Form

*Komarov Roman N.*, PhD, Professor, Head of the Department of Cardiovascular Surgery of the Institute of Professional Education, Director of the Aortic and Cardiovascular Surgery Clinic, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "I.M. Sechenov First Moscow State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-3904-6415



имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-3904-6415

*Ткачёв Максим Игоревич*, аспирант кафедры сердечно-сосудистой хирургии института профессионального образования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-2252-7773

*Исаев Руслан Магомедович*, ассистент кафедры госпитальной хирургии № 1 федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-5405-3325

*Башмаков Никита Сергеевич*, аспирант кафедры сердечно-сосудистой хирургии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-2930-5070

*Савина Виктория Александровна*, студент 5-го курса федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-7711-1994

*Дхиф Инес*, аспирант кафедры кардиологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0383-5471

*Tkachev Maxim I.*, Postgraduate Student, Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Professional Education, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-2252-7773

*Isaev Ruslan M.*, Assistant at the Department of Advanced Surgery No. 1, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-5405-3325

*Bashmakov Nikita S.*, Postgraduate Student, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-2930-5070

*Savina Victoria A.*, 5th year Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-7711-1994

*Dhif Ines*, Postgraduate Student, Department of Cardiology, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0383-5471

#### Вклад авторов в статью

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

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

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

*BNS* – получение и анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*SVA* – получение и анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*DI* – получение и анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

#### Author Contribution Statement

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

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

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

*BNS* – data collection and analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*SVA* – data collection and analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*DI* – data collection and analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Otto C.M., Nishimura R.A., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Gentile F., Jneid H., Krieger E.V., Mack M., McLeod C., O'Gara P.T., Rigolin V.H., Sundt T.M. 3rd, Thompson A., Toly C. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2021;143(5). doi:10.1161/CIR.0000000000000932
2. Ross D.N.. Surgical reconstruction of the aortic valve. *Lancet*. 1963;1(7281):571-4. doi: 10.1016/s0140-6736(63)92687-4
3. Love C.S., Love J.W. The Autogenous Tissue Heart Valve: Current Status. *J Cardiac Surgery*. 1991;6(4):499-507. doi:10.1111/j.1540-8191.1991.tb00351.x
4. Subramanian S., Tikhomirov V., Bharati S., ElZein C., Roberson D., Ilbawi M.N. Relationship of Normal Aortic Valve Cusp Dimensions: A Tool to Optimize Cusp Reconstruction Valvuloplasty. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2016;28(2):521-527. doi:10.1053/j.semctvs.2015.08.005
5. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Takatoh M., Hagiwara S. A total of 404 cases of aortic valve reconstruction with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2014;147(1):301-306. doi:10.1016/j.jtcvs.2012.11.012
6. Park T., Kim S., Cho Y., Park K., Park J.S., Kim M.H., Kim Y.D. Asymmetric aortic valve is related to development of eccentric aortic regurgitation in patients with tricuspid aortic valve. *Echocardiography*. 2019;36(6):1035-1040. doi:10.1111/echo.14374
7. Joseph L., Krishnaswamy A., Tuzcu E.M., Sonny A., Ozkan A., Svensson L.G., Griffin B.P., Thomas J., Kapadia S.R. Relation of cuspal asymmetry to development of aortic stenosis in adults with tricuspid aortic valves. *J Heart Valve Dis*. 2014;23(4):395-405
8. Джиоева О. Н., Максимова О. А., Рогожкина Е. А., Драпкина О. М. Особенности протокола трансторакального эхокардиографического исследования у пациентов с ожирением. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(12):5243. doi:10.15829/1560-4071-2022-5243.
9. Комаров Р.Н., Катков А.И., Одиноква С.Н. Современные анатомические представления о строении корня аорты с точки зрения практикующего хирурга. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2019;12(5):433-440. doi:10.17116/kardio201912051433
10. Комаров Р.Н., Яснопольская Н.В., Чернявский С.В., Катков А.И. Протезирование аортального клапана аутоперикардом по методике Ozaki. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2017;10(5):72-73. doi:10.17116/kardio2017100572-73
11. Sarrafzadeh-Ghadimi N., Ghalichi F., Niroomand-Oscuii H., Fatourae N. Design of an aortic polymeric valve with asymmetric leaflets and evaluation of its performance by finite element method. *Computers in Biology and Medicine*. 2022;145:105440. doi:10.1016/j.compbiomed.2022.105440
12. Joseph L., Krishnaswamy A., Tuzcu E.M., Sonny A., Ozkan A., Svensson L.G., Griffin B.P., Thomas J., Kapadia S.R. Relation of cuspal asymmetry to development of aortic stenosis in adults with tricuspid aortic valves. *J Heart Valve Dis*. 2014;23(4):395-405.
13. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Matsuyama T., Takatoh M., Hagiwara S. Aortic valve reconstruction using self-developed aortic valve plasty system in aortic valve disease. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2011;12(4):550-553. doi:10.1510/icvts.2010.253682
14. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Takatoh M., Kiyohara N. Midterm outcomes after aortic valve neocuspidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2018;155(6):2379-2387. doi:10.1016/j.jtcvs.2018.01.087
15. Krane M., Boehm J., Prinzing A., Ziegelmueller J., Holfeld J., Lange R. Excellent Hemodynamic Performance After Aortic Valve Neocuspidization Using Autologous Pericardium. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2021;111(1):126-133. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.04.108
16. Benedetto U., Sinha S., Dimagli A., Dixon L., Stoica S., Cocomello L., Quarto C., Angelini G.D., Dandekar U., Caputo M. Aortic valve neocuspidization with autologous pericardium in adult patients: UK experience and meta-analytic comparison with other aortic valve substitutes. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2021;60(1):34-46. doi:10.1093/ejcts/ezaa472
17. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Takatoh M., Hagiwara S., Kiyohara N. Aortic Valve Reconstruction Using Autologous Pericardium for Aortic Stenosis. *Circ J*. 2015;79(7):1504-1510. doi:10.1253/circj.CJ-14-1092
18. Reuthebuch O., Koechlin L., Schurr U., Grapow M., Fassl J., Eckstein F.S. Aortic valve replacement using autologous pericardium: single centre experience with the Ozaki technique. *Swiss Med Wkly*. 2018;148(56). doi:10.4414/smw.2018.14591
19. Iida Y., Fujii S., Akiyama S., Sawa S. Early and mid-term results of isolated aortic valve neocuspidization in patients with aortic stenosis. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;66(11):648-652. doi:10.1007/s11748-018-0976-0
20. Iida Y., Sawa S., Fujii S., Shimizu H. Aortic valve neocuspidization in patients under 65 years old. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;68(8):780-784. doi:10.1007/s11748-020-01302-9
21. Pirola S., Mastroiacovo G., Arlati F.G., Mostardini G., Bonomi A., Penza E., Polvani G. Single Center Five Years' Experience of Ozaki Procedure: Midterm Follow-up. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2021;111(6):1937-1943. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.08.039
22. Koechlin L., Schurr U., Miazza J., Imhof S., Maurer M., Erb J., Gahl B., Santer D., Berdajs D., Eckstein F.S., Reuthebuch O. Echocardiographic and Clinical Follow-up After Aortic Valve Neocuspidization Using Autologous Pericardium. *World J Surg*. 2020;44(9):3175-3181. doi:10.1007/s00268-020-05588-x
23. Mylonas K.S., Tasoudis P.T., Pavlopoulos D., Kanakis M., Stavridis G.T., Avgerinos D.V. Aortic valve neocuspidization using the Ozaki technique: A meta-analysis of reconstructed patient-level data. *American Heart Journal*. 2023;255:1-11. doi:10.1016/j.ahj.2022.09.003
24. Unai S., Ozaki S., Johnston D.R., Saito T., Rajeswaran J., Svensson L.G., Blackstone E.H., Pettersson G.B. Aortic Valve Reconstruction With Autologous Pericardium Versus a Bioprosthesis: The Ozaki Procedure in Perspective. *JAHA*. 2023;12(2):e027391. doi:10.1161/JAHA.122.027391

## REFERENCES

1. Otto C.M., Nishimura R.A., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Gentile F., Jneid H., Krieger E.V., Mack M., McLeod C., O'Gara P.T., Rigolin V.H., Sundt T.M. 3rd, Thompson A., Toly C. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2021;143(5). doi:10.1161/CIR.0000000000000932
2. Ross D.N.. Surgical reconstruction of the aortic valve. *Lancet*. 1963;1(7281):571-4. doi: 10.1016/s0140-6736(63)92687-4
3. Love C.S., Love J.W. The Autogenous Tissue Heart Valve: Current Status. *J Cardiac Surgery*. 1991;6(4):499-507. doi:10.1111/j.1540-8191.1991.tb00351.x

4. Subramanian S., Tikhomirov V., Bharati S., ElZein C., Roberson D., Ilbawi M.N. Relationship of Normal Aortic Valve Cusp Dimensions: A Tool to Optimize Cusp Reconstruction Valvuloplasty. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2016;28(2):521-527. doi:10.1053/j.semtcvs.2015.08.005
5. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Takatoh M., Hagiwara S. A total of 404 cases of aortic valve reconstruction with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2014;147(1):301-306. doi:10.1016/j.jtcvs.2012.11.012
6. Park T., Kim S., Cho Y., Park K., Park J.S., Kim M.H., Kim Y.D. Asymmetric aortic valve is related to development of eccentric aortic regurgitation in patients with tricuspid aortic valve. *Echocardiography*. 2019;36(6):1035-1040. doi:10.1111/echo.14374
7. Joseph L., Krishnaswamy A., Tuzcu E.M., Sonny A., Ozkan A., Svensson L.G., Griffin B.P., Thomas J., Kapadia S.R. Relation of cuspal asymmetry to development of aortic stenosis in adults with tricuspid aortic valves. *J Heart Valve Dis*. 2014;23(4):395-405
8. Dzhiioeva O.N., Maksimova O.A., Rogozhkina E.A., Drapkina O.M. Aspects of transthoracic echocardiography protocol in obese patients. *Russ J Cardiol*. 2023;27(12):5243. doi:10.15829/1560-4071-2022-5243 (In Russian)
9. Komarov R.N., Katkov A.I., Odinokova S.N. Current anatomical ideas about the aortic root structure from surgical point of view. *Kardiol serdechno-sosud khir*. 2019;12(5):433. doi:10.17116/kardio201912051433 (In Russian)
10. Komarov R.N., Yasnopolskaya N.V., Chernyavsky S.V., Katkov A.I. Ozaki procedure for aortic valve replacement. *Kardiol serdechno-sosud khir*. 2017;10(5):72. doi:10.17116/kardio201710572-73 (In Russian)
11. Sarrafzadeh-Ghadimi N., Ghalichi F., Niroomand-Oscuii H., Fatourae N. Design of an aortic polymeric valve with asymmetric leaflets and evaluation of its performance by finite element method. *Computers in Biology and Medicine*. 2022;145:105440. doi:10.1016/j.compbiomed.2022.105440
12. Joseph L., Krishnaswamy A., Tuzcu E.M., Sonny A., Ozkan A., Svensson L.G., Griffin B.P., Thomas J., Kapadia S.R. Relation of cuspal asymmetry to development of aortic stenosis in adults with tricuspid aortic valves. *J Heart Valve Dis*. 2014;23(4):395-405.
13. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Matsuyama T., Takatoh M., Hagiwara S. Aortic valve reconstruction using self-developed aortic valve plasty system in aortic valve disease. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2011;12(4):550-553. doi:10.1510/icvts.2010.253682
14. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Takatoh M., Kiyohara N. Midterm outcomes after aortic valve neocuspidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2018;155(6):2379-2387. doi:10.1016/j.jtcvs.2018.01.087
15. Krane M., Boehm J., Prinzing A., Ziegelmueller J., Holfeld J., Lange R. Excellent Hemodynamic Performance After Aortic Valve Neocuspidization Using Autologous Pericardium. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2021;111(1):126-133. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.04.108
16. Benedetto U., Sinha S., Dimagli A., Dixon L., Stoica S., Cocomello L., Quarto C., Angelini G.D., Dandekar U., Caputo M. Aortic valve neocuspidization with autologous pericardium in adult patients: UK experience and meta-analytic comparison with other aortic valve substitutes. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2021;60(1):34-46. doi:10.1093/ejcts/ezaa472
17. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Takatoh M., Hagiwara S., Kiyohara N. Aortic Valve Reconstruction Using Autologous Pericardium for Aortic Stenosis. *Circ J*. 2015;79(7):1504-1510. doi:10.1253/circj.CJ-14-1092
18. Reuthebuch O., Koechlin L., Schurr U., Grapow M., Fassel J., Eckstein F.S. Aortic valve replacement using autologous pericardium: single centre experience with the Ozaki technique. *Swiss Med Wkly*. 2018;148(56). doi:10.4414/smw.2018.14591
19. Iida Y., Fujii S., Akiyama S., Sawa S. Early and mid-term results of isolated aortic valve neocuspidization in patients with aortic stenosis. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;66(11):648-652. doi:10.1007/s11748-018-0976-0
20. Iida Y., Sawa S., Fujii S., Shimizu H. Aortic valve neocuspidization in patients under 65 years old. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;68(8):780-784. doi:10.1007/s11748-020-01302-9
21. Pirola S., Mastroiacovo G., Arlati F.G., Mostardini G., Bonomi A., Penza E., Polvani G. Single Center Five Years' Experience of Ozaki Procedure: Midterm Follow-up. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2021;111(6):1937-1943. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.08.039
22. Koechlin L., Schurr U., Miazza J., Imhof S., Maurer M., Erb J., Gahl B., Santer D., Berdajs D., Eckstein F.S., Reuthebuch O. Echocardiographic and Clinical Follow-up After Aortic Valve Neocuspidization Using Autologous Pericardium. *World J Surg*. 2020;44(9):3175-3181. doi:10.1007/s00268-020-05588-x
23. Mylonas K.S., Tasoudis P.T., Pavlopoulos D., Kanakis M., Stavridis G.T., Avgerinos D.V. Aortic valve neocuspidization using the Ozaki technique: A meta-analysis of reconstructed patient-level data. *American Heart Journal*. 2023;255:1-11. doi:10.1016/j.ahj.2022.09.003
24. Unai S., Ozaki S., Johnston D.R., Saito T., Rajeswaran J., Svensson L.G., Blackstone E.H., Pettersson G.B. Aortic Valve Reconstruction With Autologous Pericardium Versus a Bioprosthesis: The Ozaki Procedure in Perspective. *JAHA*. 2023;12(2):e027391. doi:10.1161/JAHA.122.027391

**Для цитирования:** Комаров Р.Н., Ткачёв М.И., Исаев Р.М., Башмаков Н.С., Савина В.А., Дхиф И. Протезирование аортального клапана аутоперикардом без использования шаблонов: непосредственные и среднеточные результаты. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2023;12(3): 27-37. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-3-27-37

**To cite:** Komarov R.N., Tkachev M.I., Isaev R.M., Bashmakov N.S., Savina V.A., Dhif I. Aortic valve replacement using autologous pericardium without templates: short and mid-term outcomes. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2023;12(3): 27-37. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-3-27-37