

УДК 616.126.52

DOI 10.17802/2306-1278-2023-12-2-122-137

ОТДАЛЕННЫЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ИСХОДЫ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА АОРТАЛЬНОМ КЛАПАНАХ: ОБЗОР СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Р.Н. Комаров¹, С.С. Бадалян¹, С.В. Чернявский¹, А.М. Исмаилбаев¹, С.Т. Энгиноев²,
М.Б. Муканова¹, Ф.С. Гафуров³, Н.М. Бабакулова¹, Р. Овусу¹

¹ 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; ² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Бакинская, 121, Астрахань, Российская Федерация, 414000; ³ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Егорьевская центральная районная больница», ул. Жукова гора, 19, Егорьевск, Московская область, Российская Федерация, 140304

Основные положения

- Механическое протезирование не уступает, а иногда и превосходит биопротезирование по результатам транспротезной гемодинамики и динамики обратного ремоделирования левого желудочка.
- При среднем периоде наблюдения в группе аутоперикардиальной неокуспидизации зафиксированы значительно более низкий средний градиент давления и более высокая эффективная площадь отверстия по сравнению с другими типами имплантации.
- Несмотря на видимые гемодинамические преимущества транскатетерной имплантации аортального клапана в среднеотдаленные сроки, результаты мониторинга значимой резидуальной аортальной регургитации представляются сомнительными.

Резюме

В мировой литературе по-прежнему недостаточно отражены данные, посвященные сравнительному анализу эхокардиографических исходов, в частности состояния левого желудочка, в отдаленные сроки после различных вмешательств на аортальном клапане. В представленном обзоре проанализированы современные литературные данные (публикации за последние 20 лет), направленные на оценку эхокардиографических исходов различных вмешательств на аортальном клапане. Стратегия поиска включала использование международных научных баз данных и библиотек – Scopus, Web of Science, PubMed и Cochrane. Ключевыми словами поиска служили aortic valve surgery, long term period, echocardiographic outcomes. В анализ вошли сравнительные рандомизированные, проспективные или ретроспективные исследования. Сравнение механического и биологического типов протезирования продемонстрировало, что механическое протезирование, наряду с доказанной долговечностью, не уступает, а иногда и превосходит биопротезирование в отношении транспротезной гемодинамики и динамики обратного ремоделирования ЛЖ. При анализе пиковых трансклапанных градиентов и эффективной площади отверстия аортального клапана очевидное преимущество определено в когорте бескаркасных протезов. В большинстве рандомизированных клинических испытаний продемонстрированы значительные гемодинамические преимущества процедуры Росса в сравнении с другими методами протезирования аортального клапана, а увеличение числа участников (за счет будущих испытаний) может показать еще большую статистическую значимость. В мировой литературе нами обнаружена единственная работа, в которой сопоставлены среднеотдаленные гемодинамические исходы аутоперикардиальной неокуспидизации аортального клапана с другими типами имплантации. При среднем периоде наблюдения 426±270 дня в группе аутоперикардиальной неокуспидизации зафиксированы значительно более низкий средний градиент давления и более высокая эффективная площадь отверстия. Несмотря на видимые гемодинамические преимущества транскатетерной имплантации аортального клапана в среднеотдаленные сроки, результаты мониторинга значимой резидуальной аортальной регургитации представляются сомнительными.

Для корреспонденции: Алишер Маккамджанович Исмаилбаев, alisher77786@bk.ru; адрес: ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, Российская Федерация, 119991

Corresponding author: Alisher M. Ismailbayev, alisher77786@bk.ru; address: 8-2, Trubetskaya St., Moscow, Russian Federation, 119991

Ключевые слова Хирургия аортального клапана • Гемодинамические исходы • Отдаленный период

Поступила в редакцию: 17.01.2023; поступила после доработки: 10.02.2023; принята к печати: 01.03.2023

LONG-TERM HEMODYNAMIC OUTCOMES OF DIFFERENT AORTIC VALVE INTERVENTIONS – A REVIEW OF COMPARATIVE STUDIES

R.N. Komarov¹, S.S. Badalyan¹, S.V. Chernyavskiy¹, A.M. Ismailbayev¹, S.T. Enginoyev²,
M.B. Mukanova¹, F.S. Gafurov³, N.M. Babakulova¹, R. Owusu¹

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 (Sechenov University), 8-2, Trubetskaya St., Moscow, Russian Federation, 119991; ² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Astrakhan State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 121, Bakinskaya St., Astrakhan, Russian Federation, 414000; ³ State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region “Yegoryevskaya Central District Hospital”, 19, Zhukova Gora St., Yegoryevsk, Moscow Region, Russian Federation, 140304

Highlights

- Valve replacements using mechanical prostheses are not inferior, and sometimes even advantageous to bioprostheses in terms of transvalvular hemodynamics and left ventricle reverse remodeling.
- During the average follow-up period, a significantly lower average pressure gradient and a higher effective opening area were recorded in the group undergoing neocuspidization with autologous pericardium compared to other types of implants.
- Despite the obvious hemodynamic advantages of transcatheter aortic valve replacement, the midterm follow-up has revealed significant residual aortic regurgitation, which is highly undesirable.

Abstract

Currently, there are not enough data on the comparative analysis of echocardiographic outcomes, especially in regards to the state of the left ventricle in the long term after different aortic valve interventions. In this review, we present up-to-date literature data (publications published over 20 years) concerning echocardiographic outcomes after different aortic valve replacements. For the search of publications, the authors used international databases such as Scopus, Web of Science, Pubmed and Cochrane. The search keywords were: “aortic valve surgery”, “long-term period”, “echocardiographic outcomes”, “quality of life”. The analysis includes only comparative randomized, prospective or retrospective studies. A comparison between mechanical and biological prostheses has demonstrated that mechanical valves, in addition to displaying higher durability, can be advantageous in certain situations to bioprostheses in relation to transvalvular hemodynamics and reverse left ventricle remodeling. Regarding the comparison of stentless and stented bioprostheses with respect to peak transvalvular gradients and the effective orifice area, an obvious advantage was observed in the stentless bioprosthesis group. The majority of randomized clinical trials have showed great hemodynamic advantages of the Ross procedure in comparison with other types of aortic valve replacement, and an increase in the number of participants (due to future trials) may demonstrate even greater statistical significance. We have found only one publication that presents data on the comparison of the mid-term hemodynamic outcomes of neocuspidization of the aortic valve using autologous pericardium with other types of interventions. With an average follow-up period of 426±270 days, a significantly lower average pressure gradient and a higher effective orifice area were recorded in the neocuspidization group. Despite hemodynamic benefits of transcatheter aortic valve replacement in the mid-term period after surgery, the results of postoperative monitoring show significant residual aortic regurgitation, which is highly undesirable.

Keywords Aortic valve surgery • Hemodynamic outcomes • Long-term period

Received: 17.01.2023; received in revised form: 10.02.2023; accepted: 01.03.2023

Список сокращений

АК – аортальный клапан	ТИАК – транскатетерная имплантация аортального клапана
ЛЖ – левый желудочек	ЭхоКГ – эхокардиография
РКИ – рандомизированные клинические исследования	AVNeo – аутоперикардальная неокуспидизация

Введение

К настоящему времени хирургия аортального клапана (АК) насчитывает множество эволюционных этапов: от комиссуротомии и механического протезирования до клапаносберегающих операций, аутоперикардальной неокуспидизации (AVNeo), бесшовного протезирования, миниинвазивной хирургии и транскатетерной имплантации аортального клапана (ТИАК). Современным направлением кардиохирургических вмешательств следует считать поиск новых клапанов сердца, сочетающих в себе пять главных преимуществ: уход от использования антикоагулянтов, гемодинамические параметры, приближенные к таковым на нативном клапане, долговечность и функциональность в течение длительного периода или даже всей жизни, невысокая стоимость и воспроизводимость имплантации [1]. Вместе с тем в мировой литературе по-прежнему недостаточно отражены сравнительные данные эхокардиографических (ЭхоКГ) исходов, в особенности состояния левого желудочка (ЛЖ), в отдаленные сроки после различных вмешательств на АК. В представленном обзоре проанализированы современные литературные данные (публикации за последние 20 лет), направленные на оценку ЭхоКГ-исходов различных вмешательств на АК. Стратегия поиска включала использование международных научных баз данных и библиотек – Scopus, Web of Science, PubMed и Cochrane. Ключевыми словами поиска послужили aortic

valve surgery, long term period, echocardiographic outcomes. В анализ включены сравнительные рандомизированные (РКИ), проспективные или ретроспективные исследования. Диаграмма выбора источников для анализа представлена на *рисунке*.

Эхокардиографические исходы механического и биологического протезирования аортального клапана

С учетом того что механический и стандартный биологический типы протезирования выступают наиболее распространенными вариантами замены АК в мире, описание ЭхоКГ-исходов мы решили начать именно со сравнения данных методик. Несмотря на широкое внедрение клапаносберегающих операций и процедуры AVNeo, все чаще применяемых в когорте молодых и трудоспособных пациентов, а также среди женщин репродуктивного возраста, механическое протезирование по-прежнему остается методикой выбора в большинстве кардиохирургических центров. Тем не менее дискуссия о преимуществах/недостатках механических и биологических имплантатов в этой популяции продолжается. Главное преимущество механических клапанов заключается в долговечности, однако пожизненная антикоагулянтная терапия приводит к повышенному риску кровотечений, что ограничивает их использование, в частности у женщин репродуктивного возраста.

В недавнем исследовании F. Stocco и коллег оценены клинические исходы и качество жизни у пациентов моложе 65 лет, перенесших протезирование АК биологическими ($n = 134$) и механическими ($n = 108$) протезами [2]. Исследуемые группы не различались по результатам 10-летней выживаемости – 92,3 против 83,4% ($p = 0,091$). Средний и максимальный трансклапанные градиенты давления составили $20,5 \pm 9,7$ и $37,4 \pm 17,5$ мм рт. ст. в группе биологических протезов и $14,8 \pm 4,8$ и $26,6 \pm 9,2$ мм рт. ст. соответственно в группе механических протезов ($p = 0,014$). Значимым недостатком данного исследования в контексте представленного обзора является анализ лишь одного ЭхоКГ-параметра. Y. Okamoto и коллеги оценили ранние и отдаленные результаты механического и биологического протезирования

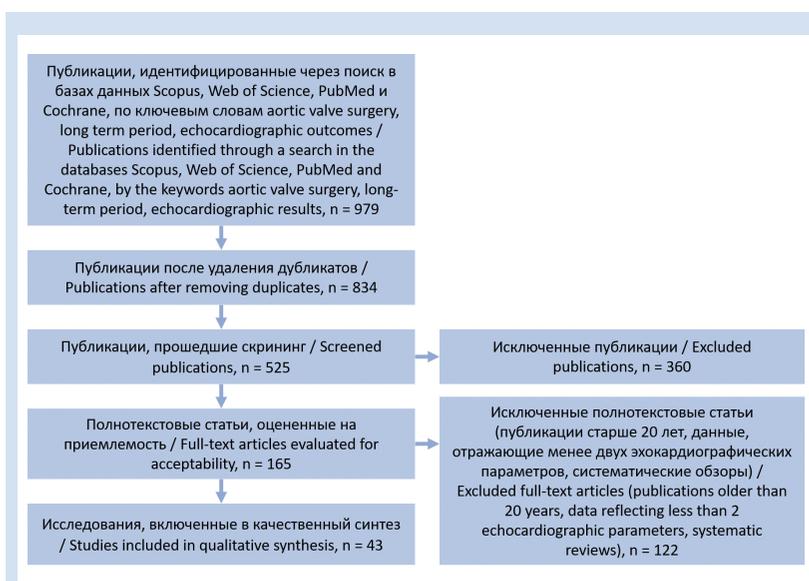


Рисунок 1. Диаграмма выбора литературных источников
Figure 1. Flowchart for the selection of sources of publications

АК у пациентов старше 70 лет [3]. Исследуемую популяцию составили 277 больных в возрасте 75 лет и старше, которые были разделены на две группы: биопротезирование (n = 222) и механическое протезирование (n = 55). В группе биопротезирования преобладали каркасные имплантаты, лишь в 2 случаях использованы бескаркасные. Показаниями для замены АК служили стенозы или стенозы со значимой регургитацией. Кумулятивная выживаемость в сроки до 8 лет после операции составила 72,8 и 73,3% соответственно (p = 0,473). Такие показатели, как фракция выброса ЛЖ, максимальный транспротезный градиент, масса и индекс массы ЛЖ, не различались между группами.

R. Rocha и соавт. в недавнем исследовании провели сравнительный анализ ранних и среднесрочных результатов механического и биологического протезирования АК у лиц в возрасте от 50 до 70 лет [4]. В анализируемую популяцию вошли 193 пациента (76 (39,4%) – механические протезы, 117 (60,6%) – биопротезы). Тенденция лучшей выживаемости обнаружена в когорте механических имплантатов с поправкой на EuroSCORE II (относительный риск 0,35; 95% доверительный интервал 0,12–1,02; p = 0,054).

Группы не отличались в отношении транспротезной гемодинамики, однако биопротезы продемонстрировали достоверно лучший потенциал к регрессу массы ЛЖ (–12 против –21%; p = 0,002). Следует отметить, что в когорте биопротезирования использовали как каркасные, так и бескаркасные имплантаты.

В более ранней работе A. Weber и коллег представлены результаты сравнения отдаленного периода больных младше 60 лет, перенесших протезирование каркасными биоклапанами и механическими имплантатами, с максимальным сроком наблюдения 10 лет [5]. Общее количество исследуемых составило 206 лиц: 103 человека – группа биопротезирования, которая сравнивали со 103 больными контрольной когорты, отобранной методом propensity matching. Кумулятивная выживаемость оказалась значительно ниже в группе биопротезирования – 90,3 против 98% (p = 0,038). Средний и пиковый транспротезные градиенты оказались выше после биологического протезирования (p = 0,05 и p = 0,03 соответственно). Регресс индекса массы ЛЖ также был более выражен в группе механического протезирования. Наконец, несоответствие «пациент – протез» чаще встречалось в когорте биопротезирования (0,876±0,2 против 1,11±0,4 см²/м²; p = 0,01) (табл. 1).

Таблица 1. Эхокардиографические исходы механического и биологического протезирования аортального клапана по данным мировых публикаций

Table 1. Echocardiographic outcomes of aortic valve replacement using mechanical and biological valves according to world publications

Первый автор, год публикации, дизайн исследования, количество пациентов в группах протезирования / First author, year of publication, type of study, number of patients in the groups	Вид биопротеза (каркасный, бескаркасный) / Type of bioprosthesis (stented/stentless)	Максимальный срок наблюдения / Maximum follow-up period	Пиковый градиент, мм рт. ст. / Peak gradient, mmHg			Регресс индекса массы ЛЖ, г/м ² / Regression of LV mass index, g/m ²		
			Механический протез / Mechanical	Биологический протез / Biological	P	Механический протез / Mechanical	Биологический протез / Biological	P
Stocco, 2021 [2], ретроспективное, механическое (n = 108) и биологическое (n = 134) / retrospective, mechanical (n = 108) – biological (n = 134)	Каркасный + бескаркасный / Stented + stentless	10 лет / years	14,8±4,8	20,5±9,7	0,01	–	–	–
Okamoto, 2016 [3], ретроспективное, механическое (n = 55) и биологическое (n = 222) / retrospective, mechanical (n = 55) – biological (n = 222)	Каркасный / Stented	8 лет / years	25,2± 9,6	27± 9,5	0,39	–28±43	–33±40	0,63
Rocha, 2020 [4], ретроспективное, механическое (n = 76) и биологическое (n = 117) / retrospective, mechanical (n = 76) – biological (n = 117)	Каркасный + бескаркасный / Stented + stentless	7 лет / years	14	13	0,11	–12±16	–21±16	0,002
Weber, 2012 [5], ретроспективное, механическое (n = 103) и биологическое (n = 103) / retrospective, mechanical (n = 103) – biological (n = 103)	Каркасный / Stented	10 лет / years	16,7±8,0	19,9±6,7	0,03	118±25	126±38	0,56
Rodríguez-Caulo, 2019 [6], ретроспективное, механическое (n = 1171) и биологическое (n = 272) / retrospective, mechanical (n = 1171) – biological (n = 272)	Каркасный / Stented	15 лет / years	16,2±6,1	17,3±9,1	0,07	–	–	–
Son, 2018 [7], ретроспективное, механическое (n = 93) и биологическое (n = 177) / retrospective, mechanical (n = 93) – biological (n = 177)	Каркасный + бескаркасный / Stented + stentless	10 лет / years	14,3±5,9	12,7±4,4	0,07	106±26	107±28	0,84
Inaba, 2007 [8], ретроспективное, механическое (n = 59) и биологическое (n = 25) / retrospective, mechanical (n = 59) – biological (n = 25)	Бескаркасный / Stentless	5 лет / years	21,3± 6,3	19,5± 5,9	0,51	122±42	117±52	0,87

Примечание: ЛЖ – левый желудочек.
Note: LV – left ventricular.

При поиске публикаций, посвященных сравнению среднеотдаленных и отдаленных ЭхоКГ-исходов механического и биологического протезирования АК, нами проанализированы 62 статьи. Следует отметить, что большинство из них содержали данные об отдаленной выживаемости, осложнениях, свободе от реопераций и больших сердечно-сосудистых событий. Интересующая нас информация, в частности демонстрация конкретных ЭхоКГ-переменных, таких как транспротезные градиенты и динамика регресса индекса массы ЛЖ, была отражена в 7 публикациях. Представленный анализ подтвердил, что механическое протезирование, наряду с доказанной долговечностью, не уступает, а иногда и превосходит биопротезирование по результатам транспротезной гемодинамики и динамики обратного ремоделирования ЛЖ. Как оказалось, этот факт применим как к каркасным, так и бескаркасным биологическим имплантатам.

Эхокардиографические исходы имплантации каркасных и бескаркасных биологических протезов

В современном кардиохирургическом сообществе существует еще одна дискуссия о преимуществах и недостатках каркасного или бескаркасного биологического протезирования АК. В этом контексте рассмотрены различные варианты сравнения: субкоронарная имплантация каркасных и бескаркасных протезов, full root имплантация бескаркасных в сравнении с субкоронарной или классическим каркасным биоклапаном. В табл. 2 представлены ЭхоКГ-исходы различных методик биологического протезирования АК по данным мировых публикаций. Критериями включения извлеченных исследований, посвященных сравнению каркасных и бескаркасных протезов, служили: 1) проспективные, ретроспективные исследования или метаанализы; 2) исследования, демонстрирующие ЭхоКГ-исходы методик в сроки 12 мес. и более после операции; 3) обязательная демонстрация транспротезных градиентов; 4) желательная демонстрация данных о регрессе индекса массы ЛЖ и эффективной площади аортального отверстия. Критериями исключения выступили неясные данные, отсутствие демонстрации ЭхоКГ-исходов или сравнения между каркасными и бескаркасными протезами.

При анализе 411 исследований нами обнаружены 48 публикаций, отвечающих критериям поиска, однако тематических статей, напечатанных за последние 20 лет, оказалось всего 17. Следует отметить, что в литературе не представлено ни одной работы, демонстрирующей отдаленные гемодинамические исходы использования единственного отечественного бескаркасного протеза «ТиАра». При этом большинство зарубежных исследований, посвященных сравнению каркасных и бескаркасных протезов, были ретроспективными, однако более ранние работы являлись рандоми-

зированными клиническими испытаниями [14, 22–25]. При анализе пиковых трансклапанных градиентов очевидное преимущество отмечено в когорте бескаркасных протезов. Аналогичное преимущество характерно для эффективной площади отверстия АК. Напротив, положительная динамика регресса массы ЛЖ в когорте бескаркасных протезах продемонстрирована в единичных исследованиях. По нашему мнению, коррелирующему с позицией большинства авторов, это связано с сохраняющейся тенденцией артериальной гипертензии, что, безусловно, не зависит от типа имплантируемого протеза. В недавнем систематическом обзоре R. Tavakoli и коллег отмечено, что full root имплантация бескаркасных протезов обеспечивает самые низкие ранние трансклапанные градиенты, наибольшие эффективную площадь отверстия и динамику регресса массы ЛЖ [9]. Это относится как к сравнению с каркасными биоклапанами, так и субкоронарной методикой. Тем не менее имплантация тотального биологического кондуита пациенту с изолированным поражением АК (без компрометации всего корня) представляется процедурой с повышенным риском, так как расширяется зона воздействия и пролонгируется время искусственного кровообращения и ишемии миокарда, что также продемонстрировано в исследовании R. Tavakoli и соавт. [27]. Кроме того, протезы Edwards Prima Plus (Edwards Lifescience, США) и Medtronic Freestyle (Medtronic Inc., США) отличаются высокой стоимостью. Таким образом, при наличии опытной хирургической бригады и отсутствии противопоказаний у больного альтернативой тотальному биопротезированию корня может быть процедура Росса.

Изначально биопротезы рекомендованы в качестве метода выбора для лиц пожилого возраста, имеющих более высокий риск кровотечений или стремящихся к образу жизни, свободному от пожизненного приема антикоагулянтов [28]. Имплантация бескаркасных протезов в аортальной позиции предложена в 1988 г. и продемонстрировала явные преимущества в отношении послеоперационной гемодинамики, однако долгосрочные клинические исходы оставались неопределенными [29]. Тем не менее для данного типа имплантата были характерны лучшие результаты профилактики пациент-протезного несоответствия. В настоящее время не сформулированы показания к имплантации каркасных или бескаркасных биопротезов АК. Единственная доступная рекомендация получена из консенсуса Международного общества минимально инвазивной кардиоторакальной хирургии, в котором утверждается, что у пациентов с узким фиброзным кольцом (≤ 21 мм) бескаркасные протезы демонстрируют сопоставимые с каркасными протезами или процедурой расточки корня исходы. Однако данное положение следует считать исключительно экспертным мнением [30]. Обращаясь к

Таблица 2. Эхокардиографические исходы различных методов биологического протезирования аортального клапана
Table 2. Echocardiographic outcomes of different methods of aortic valve replacement using biological valves

Первый автор, год публикации, дизайн исследования / First author, year of publication, study design	Группы исследования / Study design	Максимальный срок наблюдения / Maximum follow-up period	Пиковый и средний градиенты в группах, мм рт. ст. / Peak or average gradient in groups, mmHg	Регресс индекса массы ЛЖ после операции в группах / Regression of LV mass index after surgery between groups, respectively	Эффективная S-отверстия (только достоверные различия) / EOA (only significant differences)
Tavakoli, 2015 [9], ретроспективное / retrospective	Full-root бескаркасное (n = 80) / "Full-root" stentless (n = 180) vs субкоронарное каркасное (n = 80)	12 мес. / months	10,7±5,7 vs 23,9±9,6 (p<0,0001)	Бескаркасное – есть (p<0,0001); каркасное – нет (p = 0,2) / Stentless – yes (p<0,0001); Stented – no (p = 0,2)	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Wollersheim, 2016 [10], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 76) vs каркасное (n = 193) для узких колец / Stentless (n = 76) vs stented (n = 193) for small annulus	7 лет / years	21±9 vs 32±12 (p<0,001)	–	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Stefaneli, 2020 [11], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 134) vs каркасное (n = 390) / Stentless (n = 134) vs stented (n = 390)	13 лет / years	18,8±3,6 vs 28,0±6,6 (p<0,001)	–	–
van der Straaten, 2016 [12], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 116) vs каркасное (n = 122) / Stentless (n = 116) vs stented (n = 122)	3,3 года / years	6,3 vs 11,2 (p<0,01)	–	–
Narky, 2018 [13], метаанализ / meta-analysis	Бескаркасное (n = 282) vs каркасное (n = 683) / Stentless (n = 282) vs stented (n = 683)	12 мес. / months	7,95±3,8 vs 11,4±4,2 (p<0,0001)	109±26 vs 105±24 (p = 0,0218)	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Cohen, 2007 [14], РКИ / RCT	Бескаркасное (n = 21) vs каркасное (n = 17) / Stentless (n = 21) vs stented (n = 17)	11,1 года / years	14,6±7,1 vs 20,4±6,5 (p = 0,022)	Бескаркасное – нет (p = 0,395); каркасное – нет (0,762) / Stentless – no (p = 0,395); Stented – no (0,762)	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Borger, 2005 [15], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 456) vs каркасное (n = 427) / Stentless (n = 456) vs stented (n = 427)	6,6 года / years	17±10 vs 28±13 (p<0,001)	100±32 vs 107±32 (p<0,01)	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Kumadian, 2007 [16], метаанализ / meta-analysis	Бескаркасное (n = 456) vs каркасное (n = 427) метаанализ с участием 919 пациентов / Stentless (n = 456) vs stented (n = 427) meta-analysis involving 919 patients	12 мес. / months	Ниже в группе бескаркасных (-5,80 мм рт. ст., 95% ДИ, от -6,90 до -4,69 мм рт. ст., p<0,01) / Below in stentless group (-5,80 mmHg, 95% CI, -6,90 to -4,69 mmHg, p<0,01)	Бескаркасное vs каркасное (1,19, 95% ДИ, от -4,15 до 6,53; p = 0,66) / Stentless vs stented (1,19, 95% CI, -4,15 to 6,53; p = 0,66)	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Yang, 2022 [17], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 559) vs каркасное (n = 614) / Stentless (n = 559) vs stented (n = 614)	5 лет / years	7,0 vs 11,0 (p<0,001)	–	–
Murashita, 2015 [18], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 69) vs каркасное (n = 71) для узких фиброзных колец / Stentless (n = 69) vs stented (n = 71) for small annulus	5 лет / years	–	63,3 vs 38,3 (p<0,001)	–
Месо, 2018 [19], метаанализ / meta-analysis	Бесшовное (n = 639) vs каркасное (n = 760) / Sutureless (n = 639) vs stented (n = 760)	18 мес. / months	12,3±6,2 vs 13,2±7,1 (p = 0,18)	–	–
Aranda-Michel, 2020 [20], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 74) vs каркасное (n = 3379) / Stentless (n = 74) vs stented (n = 3379)	12 месяцев / months	8,0 vs 9,0 (p = 0,71)	–	–
Bové, 2006 [21], ретроспективное / retrospective	Бескаркасное (n = 145) vs каркасное (n = 110) / Stentless (n = 145) vs stented (n = 110)	5 лет / years	19,8 vs 20,2 (p = 0,84)	52,8±21,2 vs 54,8±24,4 (p = 0,69)	–
Risteski, 2009 [22], РКИ / RCT	Бескаркасное (n = 20) vs каркасное (n = 20) / Stentless (n = 20) vs stented (n = 20)	5 лет / years	9,9±4,8 vs 10,2±4,2 (p = 0,89)	114±34,1 vs 120±27,2 (p = 0,43)	Нет различия между группами / No difference between groups
Ali, 2006 [23], РКИ / RCT	Бескаркасное (n = 80) vs каркасное (n = 81) / Stentless (n = 80) vs stented (n = 81)	12 мес. / months	19,9 vs 21 ±8 (p = 0,092)	116±42 vs 107±30 (p = 0,246)	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Doss 2003 [24], РКИ / RCT	Бескаркасное (n = 20) vs каркасное (n = 20) / Stentless (n = 20) vs stented (n = 20)	12 мес. / months	7,44±4,9 vs 6,55±2,33 Нет различия между группами / No difference between groups	Нет различия между группами / No difference between groups	Нет различия между группами / No difference between groups
Narang, 2008 [25], РКИ / RCT	Бескаркасное (n = 30) vs каркасное (n = 32) / Stentless (n = 30) vs stented (n = 32)	18 мес. / months	9±3 vs 13±6 (p<0,05)	115±11 vs 140±14 (p<0,05)	Выше в группе бескаркасных / Higher in the stentless group
Fischlein, 2022 [26], РКИ / RCT	Бесшовное (n = 407) vs каркасное (n = 412) РКИ PERSIST-AVR / Sutureless (n = 407) vs stented (n = 412) PERSIST-AVR RCT	12 мес. / months	13,4±7,7 vs 23,0±13,0 (p<0,001)	–	Нет различия между группами / No difference between groups

Примечание: ДИ – доверительный интервал; РКИ – рандомизированные клинические исследования.

Note: CI – confidence interval; RCT – randomized clinical trials.

сравнению бесшовных протезов с каркасными, стоит процитировать недавний метаанализ М. Месо и коллег, в котором отсутствуют гемодинамические преимущества одной из методик в отдаленные сроки наблюдения [19]. Напротив, РКИ Т. Fischlein и соавт., опубликованное в рамках промежуточных результатов исследования PERSIST-AVR, продемонстрировало более низкие трансклапанные градиенты в группе бесшовных протезов в сравнении с конвенционально имплантированными каркасными биопротезами [26]. Тем не менее данные авторы не выявили разницы между группами в отношении эффективной площади отверстия АК.

Эхокардиографические исходы процедуры Росса

Процедура Росса является потенциально долговечной, не требует приема пациентами антикоагулянтов и может быть альтернативой стандартному протезированию АК. В педиатрической популяции популярность данного вмешательства объясняется уже доказанным потенциалом к росту легочного аутоотрансплантата в аортальной позиции [31]. У взрослых пациентов легочный аутоотрансплантат функционирует как наиболее физиологичный протез, демонстрирующий лучшие гемодинамические исходы по сравнению с другими имплантатами [32]. Критика процедуры Росса сосредоточена на технической сложности, предполагаемом повышенном операционном риске, потенциально неоднозначных гемодинамических преимуществах и компретации сразу двух анатомических зон. В данный раздел обзора мы включили исследования, посвященные сравнению гемодинамических исходов при процедуре Росса и других методах протезирования АК с периодом отдаленного наблюдения более 12 мес. Публикации, содержащие педиатрическую популяцию, были исключены. В табл. 3 представлены ЭхоКГ-исходы процедуры Росса в сравнении с другими имплантатами по данным исследований, опубликованных за последние 20 лет.

Несмотря на многочисленность исследований, посвященных оценке результатов процедуры Росса и других методов протезирования АК, мы выявили лишь 9 работ, содержащих данные об отдаленных гемодинамических исходах. Следует отметить, что в мировой литературе представлен лишь один метаанализ, демонстрирующий сравнение ЭхоКГ-показателей при процедуре Росса и других типах имплантации [41]. Анализ представленных в табл. 3 исследований указывает на значимое улучшение трансклапанной гемодинамики по сравнению с другими протезами АК. Информативная ценность нашего обзора состоит в большем количестве РКИ в сравнении с наблюдательными работами. Именно РКИ продемонстрировали более высокую эффективность процедуры Росса, а увеличение числа участников (за счет будущих испытаний) может показать еще большую статистическую значимость. Важным аспектом также представляется

отсутствие в когорте перенесших протезирование АК легочным аутографтом проблемы пациент-протезного несоответствия, что автоматически детерминирует большую разницу в показателях трансклапанной гемодинамики. Три исследования свидетельствуют о значимом преимуществе процедуры Росса в отношении трансклапанных градиентов и площади АК в ответ на физическую нагрузку в сравнении с другими методами протезирования [36–38]. Это служит основополагающим аргументом при выборе данной процедуры в когорте более молодых и трудоспособных пациентов. Наконец, недостатком нашего анализа мы считаем малое количество упоминаний динамики регресса массы ЛЖ в отдаленные сроки после имплантации легочного аутографта. Тем не менее из 4 работ, постулирующих данные расчеты, лишь в исследовании Z. Nagy и коллег указана сравнительно лучшая динамика регресса массы ЛЖ по сравнению с механическим протезированием [40]. Важно отметить, что в отдаленные сроки после вмешательства помимо ожидаемой дисфункции имплантата в позиции выводящего отдела правого желудочка операцию Росса связывают с потенциалом к расширению фиброзного кольца и восходящего отдела аорты. Данная проблема решена введением в практику процедуры «защищенный Росс», при которой легочный аутоотрансплантат помещается в дакроновую трубку, одновременно укрепляющую фиброзное кольцо АК [42].

Эхокардиографические исходы процедуры AVNeo

Эволюция понимания анатомии корня аорты, развитие методов визуализации, оптимизация обработки аутологичного перикарда и разработка шаблонов, аналогичных нативным створкам АК, привели к широкому внедрению AVNeo в повседневную хирургическую практику многих центров [43]. Современные методы неокуспидизации АК аутологичным перикардом ассоциированы с хирургическими техниками, предложенными С. Duran и S. Ozaki [44, 45]. Во многих исследованиях продемонстрированы удовлетворительные ранние и среднеотдаленные результаты AVNeo [46–50]. Кроме того, этот метод характеризуют отсутствием необходимости в приеме антикоагулянтов и приемлемые гемодинамические параметры, сопоставимые с таковыми после процедуры Росса [51]. Несмотря на это, AVNeo в настоящее время выполняют ограниченному числу взрослых, в основном применяя у детей. Медленное внедрение AVNeo в широкую практику и настороженность многих практикующих хирургов обусловлены отсутствием крупной базы данных, включающей объективные отдаленные результаты. Также в литературе представлены единичные публикации, посвященные сравнению исходов этой процедуры с другими методами протезирования АК [52]. Следует отметить, что в метаанализе

U. Benedetto и коллег [52] сравниваются клинические исходы AVNeo с различными биологическими протезами, однако в работе отсутствуют сравнительные исследования и гемодинамические исходы.

Единственное исследование, в котором сопоставлены среднеотдаленные гемодинамические исходы AVNeo с другими типами имплантации, проведено М. Krane и коллегами [53]. Однако у этой работы также есть существенное ограничение – ЭхоКГ-по-

казатели 70 доступных пациентов когорты AVNeo сравниваются с виртуальными исходами имплантации биопротеза Abbott/St. Jude Trifecta (каркасный протез). То есть во время неокуспидизации хирурги использовали измерители данного биопротеза, чтобы виртуально смоделировать необходимый размер, а соответствующие этому размеру гемодинамические параметры взяты из предыдущих расчетов. Средний период наблюдения составил 426 ± 270 дня.

Таблица 3. Эхокардиографические исходы процедуры Росса в сравнении с другими имплантатами по данным исследований, опубликованных за последние 20 лет

Table 3. Echocardiographic outcomes of the Ross procedure in comparison with other interventions according to studies published over the past 20 years

Первый автор, год публикации, дизайн исследования / First author, year of publication, study design	Группы исследования / Study group	Максимальный срок наблюдения / Maximum follow-up period	Пиковый и средний градиенты в группах, мм рт. ст. / Peak or average gradient in groups, mmHg	Достоверная динамика регресса массы ЛЖ (есть/нет) / Significant dynamics of LV mass index regression (yes/no)	Эффективная S отверстия (только достоверные различия) / ЕОА (only significant differences)
Doss, 2005 [32], РКИ / RCT	Росс (n = 20) vs механическое протезирование (n = 20) / Ross (n = 20) vs mechanical replacement (n = 20)	12 мес. / months	2,6 vs 10,9 (p = 0,0005)	Нет / No	–
Акхари, 2009 [33], ретроспективное / retrospective	Росс (n = 18) vs механическое Бенталл (n = 20) / Ross (n = 18) vs mechanical Bentall (n = 20)	3,2 года / years	3,1±1,9 vs 10,8±2,7 (p<0,001)	Нет / No	Выше в группе Росса / Higher in the Ross group
Dagenais, 2005 [34], ретроспективное одноцентровое / retrospective single center	Сравнение биоклапанов: Росс (n = 76) vs Freestyle (n = 140) vs гомографты (n = 54) vs каркасные биопротезы (n = 62) / Comparison of biovalves: Ross (n = 76) vs Freestyle (n = 140) vs Homografts (n = 54) vs Stented bioprotheses (n = 62)	5,6 года / years	3,0±2,7 vs 8,6±5,2 vs 4,4±3,3 vs 13,0± 6,3 (p = 0,0001)	–	Выше в группе Росса и гомографтов / Higher in the Ross homograft groups
El-Намамсы, 2010 [35], РКИ / RCT	Росс (n = 108) vs гомографты (n = 108) / Ross (n = 108) vs Homografts (n = 108)	13 лет / years	4,8 vs 27 (p<0,0001)	Нет / No	–
Hanke, 2013 [36], ретроспективное проспективное / retrospective prospective	Сравнение биоклапанов и здоровых пациентов: Росс (n = 49) vs Trifecta (n = 32) vs Medtronic Freestyle (n = 39) vs здоровые лица (n = 26) / Comparison of bioprostheses and healthy patients: Ross (n = 49) vs Trifecta (n = 32) vs Medtronic Freestyle (n = 39) vs healthy individuals (n = 26)	26 мес. / months	3,05±1,65 vs 7,21±3,36 vs 8,67±4,51 vs 3,03±0,93 (p<0,05)	–	Выше в группе Росса / Higher in the Ross group
Laforest, 2002 [37], проспективное / prospective	Росс (n = 132) vs гомографты (n = 111) / Ross (n = 132) vs Homografts (n = 111)	12 мес. / months	2±3 vs 4±3 (p<0,001)	–	Выше в группе Росса / Higher in the Ross group
Raedle-Hurst, 2013 [38], ретроспективное / retrospective	Росс (n = 19) vs механическое протезирование (n = 19) vs здоровые лица (n = 19) / Ross (n = 19) vs mechanical replacement (n = 19) vs healthy individuals (n = 19)	5,3 года / years	6±2 vs 15,9±11,9 vs 6,3±1,6 (p<0,001)	–	–
Wang, 2003 [39], проспективное / prospective	Росс (n = 20) vs гомографты (n = 6) / Ross (n = 20) vs Homografts (n = 6)	12 мес. / months	5±2 vs 11±4 (p = 0,027)	–	Выше в группе Росса / Higher in the Ross group
Nagy, 2008 [40], ретроспективное / retrospective	Росс (n = 17) vs механическое протезирование (n = 17) / Ross (n = 17) vs mechanical replacement (n = 17)	5,9 года / years	–	Есть / Yes	–

Примечание: ЛЖ – левый желудочек; РКИ – рандомизированные клинические исследования.

Note: LV – left ventricular; RCT – randomized clinical trials.

Сравнение результатов AVNeo и виртуально имплантированного биопротеза Trifecta Bioprosthesis показало значительно более низкий средний градиент давления ($8,5 \pm 3,7$ против $10,2 \pm 2,0$ мм рт. ст.; $p < 0,001$) и более высокую среднюю эффективную площадь отверстия ($2,2 \pm 0,7$ против $2,1 \pm 0,4$ см²; $p = 0,037$) при первом вмешательстве.

Эхокардиографические исходы транскатетерной имплантации аортального клапана

Развитие интервенционных методов лечения сердца и сосудов привело к разработке и широкому внедрению ТИАК, применяемой исключительно у пациентов высокого хирургического риска. Процедура ТИАК представляет собой эффективную аль-

тернативу хирургическому протезированию АК у пожилых больных с сопутствующими заболеваниями. В настоящее время исследователи находятся в поиске ответов на такие насущные вопросы, как снижение частоты инсультов и атриовентрикулярных блокад после ТИАК, применение ТИАК у более молодых пациентов и больных с более низким риском [54]. Согласно задачам нашего исследования, мы провели анализ литературы с целью поиска публикаций, посвященных сравнению отдаленных гемодинамических исходов ТИАК с другими методами протезирования АК (табл. 4). Мы не включали статьи, содержащие оценку гемодинамики процедуры «клапан-в-клапан», а также сравнение различных типов протезов, применяемых при данном вмешательстве.

Таблица 4. Эхокардиографические исходы процедуры ТИАК в сравнении с другими имплантатами по данным мировых публикаций

Table 4. Echocardiographic outcomes of the TAVI procedure in comparison with other interventions according to world publications

Первый автор, год публикации, дизайн исследования / First author, year of publication, study design	Группы исследования / Study group	Максимальный срок наблюдения / Maximum follow-up period	Пиковый и средний градиенты в группах, мм рт. ст. / Peak or average gradient in groups, mmHg	Достоверная динамика регресса индекса массы ЛЖ (есть/нет) / Significant dynamics of LV mass index regression (yes/no)	Эффективная S отверстия (только достоверные различия) / ЕОА (only significant differences)
Pibarot, 2020 [55], РКИ / RCT	ТИАК (n = 495) vs хирургическая замена АК (n = 453) / TAVI (n = 495) vs AV surgical replacement (n = 453) PARTNER 3 Trial	12 мес. / months	25,0±10,1 vs 21,3±8,8 (p = 0,04)	Нет / No	Нет разницы между группами / No difference between groups
Little, 2016 [56], РКИ / RCT	ТИАК (n = 390) vs хирургическая замена АК (n = 357) / TAVI (n = 390) vs AV surgical replacement (n = 357)	12 мес. / months	17,0±6,3 vs 22,8±12,7 (p<0,0001)	Нет / No	Выше в группе ТИАК / Higher in TAVI groups
Søndergaard, 2016 [57], РКИ / RCT	ТИАК (n = 145) vs хирургическая замена АК (n = 135) / TAVI (n = 145) vs AV surgical replacement (n = 135) All-Comers Nordic	24 мес. / months	9 vs 13 (p = 0,01)	–	Выше в группе ТИАК / Higher in TAVI groups
Kamperidis, 2015 [58], ретроспективное / retrospective	ТИАК (n = 211) vs бесшовное (n = 47) / TAVI (n = 211) vs stentless (n = 47)	24 мес. / months	8,14±4,21 vs 10,72±4,01 (p = 0,006)	–	Выше в группе ТИАК / Higher in TAVI groups
Finkelstein, 2014 [59], ретроспективное / retrospective	ТИАК (n = 86) vs бескаркасное (n = 49) / TAVI (n = 86) vs stentless (n = 49)	36 мес. / months	14,9±6,6 vs 19,2±8,2 (p = 0,2)	Нет / No	Нет разницы между группами / No difference between groups
Clavel, 2009 [60], ретроспективное / retrospective	ТИАК (n = 28) vs бескаркасное (n = 28) vs каркас (n = 28) / TAVI (n = 28) vs stentless (n = 28) vs stented (n = 28)	12 мес. / months	9±4 vs 14±5 vs 16±6 (p<0,0001)	–	Выше в группе ТИАК / Higher in TAVI groups
Gleason, 2018 [61], РКИ / RCT	ТИАК (n = 391) vs хирургическая замена АК (n = 359) / TAVI (n = 391) vs AV surgical replacement (n = 359) CoreValve	60 мес. / months	7,1±3,6 vs 10,9±5,7 (p<0,01)	–	Нет разницы между группами / No difference between groups
Porra, 2019 [62], РКИ / RCT	ТИАК (n = 409) vs хирургическая замена АК (n = 339) / TAVI (n = 409) vs AV surgical replacement (n = 339) Evolut	12 мес. / months	8,6±3,7 vs 11,2±4,9 (p<0,05)	–	Выше в группе ТИАК / Higher in TAVI groups
Reardon, 2017 [63], РКИ / RCT	ТИАК (n = 599) vs хирургическая замена АК (n = 506) / TAVI (n = 599) vs AV surgical replacement (n = 506) SURTAVI	12 мес. / months	8,3±4,0 vs 11,7±5,6 (p<0,05)	–	Выше в группе ТИАК / Higher in TAVI groups

Примечание: АО – аортальный клапан; РКИ – рандомизированные клинические исследования; ТИАК – транскатетерная имплантация аортального клапана.

Note: AV – aortic valve; RCT – randomized clinical trials; TAVI – transcatheter aortic valve implantation.

Проведенный нами литературный анализ показал, что большинство публикаций, включающих сравнение гемодинамических исходов ТИАК и хирургического протезирования АК, являются многоцентровыми рандомизированными исследованиями, выполненными в рамках крупных научных проектов (PARTNER 3 Trial, All-Comers Nordic, CoreValve, Evolut, SURTAVI). Вместе с тем данные РКИ имеют ряд ограничений, среди которых короткий срок наблюдения (лишь в исследовании CoreValve [61] оценены 5-летние исходы) и отсутствие уточнений относительно типов имплантатов, использованных в хирургической когорте. Интересно, что большинство представленных РКИ демонстрируют значимые гемодинамические преимущества процедуры ТИАК. Тем не менее отчет проекта PARTNER 3 Trial [55] не показал статистически достоверной разницы между группами в отношении среднего трансаортального градиента и эффективной площади отверстия АК. В ходе анализа мы обнаружили три ретроспективных исследования [58–60], включающих сравнение ЭхоКГ-исходов ТИАК с хирургической имплантацией конкретных типов биопротезов. В работах V. Kamperidis и коллег [58] и M. Clavel и коллег [60] продемонстрированы преимущества ТИАК в сравнении с бесшовными, каркасными и бескаркасными протезами. Однако в исследовании под руководством A. Finkelstein [59] с максимальным сроком наблюдения 36 мес. гемодинамические исходы ТИАК и бескаркасных протезов статистически значимо не различались. Крупный метаанализ H. Takagi и коллег также указывает на прогрессивное снижение статистически значимой разницы в средних трансклапанных градиентах между ТИАК и хирургическим протезированием АК: 30 дней ($p = 0,03$), год ($p = 0,01$) и два года ($p = 0,06$) [64].

Несмотря на видимые гемодинамические преимущества ТИАК в среднеотдаленные сроки после операции, сомнительными представляются результаты мониторинга значимой резидуальной аортальной регургитации. О более высокой частоте аортальной недостаточности сообщается в ретроспективных исследованиях. Кроме того, метаанализ Takagi и коллег, посвященный объединению данных РКИ, показал, что частота встречаемости даже умеренной регургитации после ТИАК прогрессирует с течением време-

ни в сравнении с хирургическим протезированием – через 30 дней, год и два года ($p < 0,00001$) [64].

Заключение

Механическое протезирование, наряду с доказанной долговечностью, не уступает, а иногда и превосходит биопротезирование в отношении транспротезной гемодинамики и динамики обратного ремоделирования ЛЖ. При анализе пиковых трансклапанных градиентов и эффективной площади отверстия АК очевидное преимущество определено в когорте бескаркасных протезов. В большинстве рандомизированных клинических испытаний продемонстрированы значительные гемодинамические преимущества процедуры Росса в сравнении с другими протезами АК, а увеличение числа участников (за счет будущих исследований) может показать еще большую статистическую значимость. В мировой литературе нами обнаружена единственная работа, в которой представлено сопоставление среднеотдаленных гемодинамических исходов аутоперикардальной неокуспидизации АК с другими типами имплантатов. При среднем периоде наблюдения 426 ± 270 дня в группе аутоперикардальной неокуспидизации зафиксированы значительно более низкий средний градиент давления и более высокая эффективная площадь отверстия. Несмотря на видимые гемодинамические преимущества ТИАК в среднеотдаленные сроки после операции, сомнительными представляются результаты мониторинга значимой резидуальной аортальной регургитации.

Конфликт интересов

Р.Н. Комаров заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.С. Бадалян заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.В. Чернявский заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.М. Исмаилбаев заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.Т. Энгиноев заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.Б. Муканова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Ф.С. Гафуров заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.М. Бабакулова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р. Овусу 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 имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-3904-6415

Author Information Form

Komarov Roman N., PhD, Professor, Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Professional Education, Director Advanced Surgery Clinic named after N.N. Burdenko, 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

Бадалян Самсон Сергеевич, аспирант 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** 0000-0002-8246-3708

Чернявский Станислав Вячеславович, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург, заведующий кардиохирургическим отделением клиники факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко университетской клинической больницы № 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** 0000-0002-1564-9182

Исмаилбаев Алишер Маккамджанович, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург, доцент кафедры факультетской хирургии № 1 института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского 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** 0000-0001-8545-3276

Энгиноев Сослан Тайсумович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры сердечно-сосудистой хирургии факультета последипломного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Астрахань, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-8376-3104

Муканова Маруар Батыровна, аспирант кафедры факультетской хирургии № 1 института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского 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** 0000-0002-3895-0832

Гафуров Фуркатджон Собирджонович, кандидат медицинских наук руководитель регионального сосудистого центра государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Егорьевская центральная районная больница», Егорьевск, Московская область, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-6226-2984

Бабакулова Наргиза Мустафаевна, врач ультразвуковой диагностики кардиохирургического отделения клиники факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко университетской клинической больницы № 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** 0000-0002-8740-9575

Овусу Ричмонд, аспирант 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** 0009-0000-8898-5702

Badalyan Samson S., Postgraduate 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** 0000-0002-8246-3708

Chernyavsky Stanislav V., PhD, Cardiovascular Surgeon, Head of the Cardiac Surgery Department, Advanced Surgery Clinic named after N.N. Burdenko, University Clinical Hospital 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** 0000-0002-1564-9182

Ismailbayev Alisher M., PhD, Cardiovascular Surgeon, Associate Professor at the Department of Faculty Surgery No. 1, Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, 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** 0000-0001-8545-3276

Enginoyev Soslan T., PhD, Associate Professor at the Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Astrakhan State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Astrakhan, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-8376-3104

Mukanova Maruar B., Postgraduate Student, Department of Advanced Surgery No. 1, Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, 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** 0000-0002-3895-0832

Gafurov Furkatdzhon S., PhD, Head of the Regional Vascular Center, State Budgetary Healthcare Institution of the Moscow Region “Yegoryevskaya Central District Hospital”, Yegoryevsk, Moscow Region, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6226-2984

Babakulova Nargiza M., Ultrasound Diagnostics Specialist at the Cardiac Surgery Department Advanced Surgery Clinic named after N.N. Burdenko, University Clinical Hospital 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** 0000-0002-8740-9575

Owusu Richmond, Postgraduate 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** 0009-0000-8898-5702

Вклад авторов в статью

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

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

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

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

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

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

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

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

ОС – интерпретация данных исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

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

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

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

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

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

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

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

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

OR – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комаров Р. Н., Чернявский С. В., Исмаилбаев А. М., Симонян А. О. Аутоперикардальная некуспидизация аортального клапана: как это делать?. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2021;25(1):120-127. doi:10.21688/1681-3472-2021-1-120-127
2. Stocco F., Fabozzo A., Bagozzi L., Cavalli C., Tarzia V., D'Onofrio A., Lorenzoni G., Chiminazzo V., Gregori D., Gerosa G. Biological versus mechanical aortic valve replacement in non-elderly patients: a single-centre analysis of clinical outcomes and quality of life. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2021;32(4):515-521. doi: 10.1093/icvts/ivaa306.
3. Okamoto Y., Yamamoto K., Yoshii S. Early and Late Outcomes of Aortic Valve Replacement Using Bioprosthetic Versus Mechanical Valve in Elderly Patients: A Propensity Analysis. *J Card Surg.* 2016; 31(4):195-202. doi: 10.1111/jocs.12719.
4. Rocha R., Cerqueira R., Saraiva F.A., Moreira S., Barros A.S., Almeida J., Amorim M.J., Lourenço A.P., Pinho P., Leite-Moreira A. Early And Midterm Outcomes Following Aortic Valve Replacement With Mechanical Versus Bioprosthetic Valves In Patients Aged 50 To 70 Years. *Rev Port Cir Cardiorac Vasc.* 2020; 27(3):179-189.
5. Weber A., Noureddine H., Englberger L., Dick F., Gahl B., Aymard T., Czerny M., Tevaearai H., Stalder M., Carrel T.P. Ten-year comparison of pericardial tissue valves versus mechanical prostheses for aortic valve replacement in patients younger than 60 years of age. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 144(5):1075-83. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.01.024
6. Rodriguez-Caulo E.A., Macías D., Adsuar A., Ferreira A., Arias-Dachary J., Parody G., Fernández F., Daroca T., Rodríguez-Mora F., Garrido J.M., Muñoz-Carvajal I., Barquero J.M., Valderrama J.F., Melero J.M. Biological or mechanical prostheses for isolated aortic valve replacement in patients aged 50-65 years: the ANDALVALVE study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019; 55(6):1160-1167. doi: 10.1093/ejcts/ezy459.
7. Son J., Cho Y.H., Jeong D.S., Sung K., Kim W.S., Lee Y.T., Park P.W. Mechanical versus Tissue Aortic Prosthesis in Sexagenarians: Comparison of Hemodynamic and Clinical Outcomes. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;51(2):100-108. doi: 10.5090/kjtcvs.2018.51.2.100.
8. Inaba H., Higuchi K., Koseni K., Ohsawa H., Kinoshita O., Funatogawa K., Matsumoto M. Outcomes and hemodynamics after aortic valve replacement: a comparison of stentless versus mechanical valves. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;13(3):165-71.
9. Tavakoli R., Auf der Maur C., Mueller X., Schläpfer R., Jamshidi P., Daubeuf F., Frossard N. Full-root aortic valve replacement with stentless xenograft achieves superior regression of left ventricular hypertrophy compared to pericardial stented aortic valves. *J Cardiothorac Surg.* 2015;10:15. doi: 10.1186/s13019-015-0219-8.
10. Wollersheim L.W., Li W.W., Kaya A., Bouma B.J., Driessen A.H., van Boven W.J., van der Meulen J., de Mol B.A. Stentless vs Stented Aortic Valve Bioprostheses in the Small Aortic Root. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 28(2):390-397. doi: 10.1053/j.semtevs.2016.02.012.
11. Stefanelli G., Pirro F., Smorto V., Bellisario A., Chiurlia E., Weltert L. Stentless Pericarbon Freedom Versus Stented Perimount Aortic Bioprosthesis: Propensity-Matched Long-Term Follow-Up. *Innovations (Phila).* 2020;15(5):440-448. doi: 10.1177/1556984520929778.
12. van der Straaten E.P., Rademakers L.M., van Straten A.H., Houterman S., Tan M.E., Soliman Hamad M.A. Mid-term haemodynamic and clinical results after aortic valve replacement using the Freedom Solo stentless bioprosthesis versus the Carpentier Edwards Perimount stented bioprosthesis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;49(4):1174-80. doi: 10.1093/ejcts/ezv255
13. Harky A., Wong C.H.M., Hof A., Froghi S., Ahmad M.U., Howard C., Rimmer L., Bashir M. Stented Versus Stentless Aortic Valve Replacement in Patients With Small Aortic Root: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Innovations (Phila).* 2018;13(6):404-416. doi: 10.1097/IMI.0000000000000569.
14. Cohen G., Zagorski B., Christakis G.T., Joyner C.D., Vincent J., Sever J., Harbi S., Feder-Elituv R., Moussa F., Goldman B.S., Fremes S.E. Are stentless valves hemodynamically superior to stented valves? Long-term follow-up of a randomized trial comparing Carpentier-Edwards pericardial valve with the Toronto Stentless Porcine Valve. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010; 139(4):848-59. doi: 10.1016/j.jtcvs.2009.04.067.

15. Borger M.A., Carson S.M., Ivanov J., Rao V., Scully H.E., Feindel C.M., David T.E. Stentless aortic valves are hemodynamically superior to stented valves during mid-term follow-up: a large retrospective study. *Ann Thorac Surg.* 2005;80(6):2180-5. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.05.055.
16. Kunadian B., Vijayalakshmi K., Thornley A.R., de Belder M.A., Hunter S., Kendall S., Graham R., Stewart M., Thambyrajah J., Dunning J. Meta-analysis of valve hemodynamics and left ventricular mass regression for stentless versus stented aortic valves. *Ann Thorac Surg.* 2007;84(1):73-8. doi: 10.1016/j.athoracsur.2007.02.057.
17. Yang B., Makinejad A., Fukuhara S., Clemence J.Jr., Farhat L., Malik A., Wu X., Kim K., Patel H., Deeb G.M. Stentless Versus Stented Aortic Valve Replacement for Aortic Stenosis. *Ann Thorac Surg.* 2022; S0003-4975(22)00177-1. doi: 10.1016/j.athoracsur.2022.01.029.
18. Murashita T., Okada Y., Kanemitsu H., Fukunaga N., Konishi Y., Nakamura K., Koyama T. Efficacy of Stentless Aortic Bioprosthesis Implantation for Aortic Stenosis with Small Aortic Annulus. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;63(6):446-51. doi: 10.1055/s-0034-1389106.
19. Meco M., Montisci A., Miceli A., Panisi P., Donatelli F., Cirri S., Ferrarini M., Lio A., Glauber M. Sutureless Perceval Aortic Valve Versus Conventional Stented Bioprostheses: Meta-Analysis of Postoperative and Midterm Results in Isolated Aortic Valve Replacement. *J Am Heart Assoc.* 2018; 7(4):e006091. doi: 10.1161/JAHA.117.006091
20. Aranda-Michel E., Bianco V., Dufendach K., Kilic A., Habertheuer A., Humar R., Navid F., Wang Y., Sultan I. Midterm outcomes of subcoronary stentless porcine valve versus stented aortic valve replacement. *J Card Surg.* 2020; 35(11):2950-2956. doi: 10.1111/jocs.14943.
21. Bové T., Van Belleghem Y., François K., Caes F., Van Overbeke H., Van Nooten G. Stentless and stented aortic valve replacement in elderly patients: Factors affecting midterm clinical and hemodynamical outcome. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30(5):706-13. doi: 10.1016/j.ejcts.2006.07.017
22. Risteski P.S., Martens S., Rouhollahpour A., Wimmer-Greinecker G., Moritz A., Doss M. Prospective randomized evaluation of stentless vs. stented aortic biologic prosthetic valves in the elderly at five years. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009; 8(4):449-53. doi: 10.1510/icvts.2008.181362.
23. Ali A., Halstead J.C., Cafferty F., Sharples L., Rose F., Coulden R., Lee E., Dunning J., Argano V., Tsui S. Are stentless valves superior to modern stented valves? A prospective randomized trial. *Circulation.* 2006; 114(1 Suppl):1535-40. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.000950.
24. Doss M., Martens S., Wood J.P., Aybek T., Kleine P., Wimmer Greinecker G., Moritz A. Performance of stentless versus stented aortic valve bioprostheses in the elderly patient: a prospective randomized trial. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003; 23(3):299-304. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00815-1.
25. Narang S., Satsangi D.K., Banerjee A., Geelani M.A. Stentless valves versus stented bioprostheses at the aortic position: midterm results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136(4):943-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.06.016
26. Fischlein T., Caporali E., Asch F.M., Vogt F., Pollari F., Folliguet T., Kappert U., Meuris B., Shrestha M.L., Roselli E.E., Bonaros N., Fabre O., Corbi P., Troise G., Andreas M., Pinaud F., Pfeiffer S., Kueri S., Tan E., Voisine P., Girdauskas E., Rega F., García-Puente J., De Kerchove L., Lorusso R. Hemodynamic Performance of Sutureless vs. Conventional Bioprostheses for Aortic Valve Replacement: The 1-Year Core-Lab Results of the Randomized PERSIST-AVR Trial. *Front Cardiovasc Med.* 2022; 9:844876. doi: 10.3389/fcvm.2022.844876.
27. Tavakoli R., Danial P., Oudjana A.H., Jamshidi P., Gassmann M., LePrince P., Lebreton G. Biological aortic valve replacement: advantages and optimal indications of stentless compared to stented valve substitutes. A review. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2018; 66(5):247-256. doi: 10.1007/s11748-018-0884-3.
28. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P., Fleisher L.A., et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2017;70(2):252-289. doi: 10.1016/j.jacc.2017.03.011.
29. Jin X.Y., Pepper J.R. Do stentless valves make a difference? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;22(1):95-100. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00195-1.
30. Pepper J., Cheng D., Stanbridge R., Ferdinand F.D., Jamieson W.R., Stelzer P., Berg G., Sani G., Martin J. Stentless Versus Stented Bioprosthetic Aortic Valves: A Consensus Statement of the International Society of Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) 2008. *Innovations (Phila).* 2009;4(2):49-60. doi: 10.1097/IMI.0b013e3181a34872.
31. Raja S.G., Pozzi M. Growth of pulmonary autograft after Ross operation in pediatric patients. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2004;12(4):285-90. doi: 10.1177/021849230401200402.
32. Doss M., Wood J.P., Martens S., Wimmer-Greinecker G., Moritz A. Do pulmonary autografts provide better outcomes than mechanical valves? A prospective randomized trial. *Ann Thorac Surg.* 2005; 80(6):2194-8. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.06.006
33. Akhyari P., Bara C., Kofidis T., Khaladj N., Haverich A., Klima U. Aortic root and ascending aortic replacement. *Int Heart J.* 2009;50(1):47-57. doi: 10.1536/ihj.50.47.
34. Dagenais F., Cartier P., Voisine P., Desaulniers D., Perron J., Baillet R., Raymond G., Métras J., Doyle D., Mathieu P. Which biologic valve should we select for the 45- to 65-year-old age group requiring aortic valve replacement? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;129(5):1041-9. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.10.041.
35. El-Hamamsy I., Eryigit Z., Stevens L.M., Sarang Z., George R., Clark L., Melina G., Takkenberg J.J., Yacoub M.H. Long-term outcomes after autograft versus homograft aortic root replacement in adults with aortic valve disease: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2010; 376(9740):524-31. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60828-8.
36. Hanke T., Charitos E.I., Paarmann H., Stierle U., Sievers H.H. Haemodynamic performance of a new pericardial aortic bioprosthesis during exercise and recovery: comparison with pulmonary autograft, stentless aortic bioprosthesis and healthy control groups. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44(4):e295-301. doi: 10.1093/ejcts/ezt367.
37. Laforest I., Dumesnil J.G., Briand M., Cartier P.C., Pibarot P. Hemodynamic performance at rest and during exercise after aortic valve replacement: comparison of pulmonary autografts versus aortic homografts. *Circulation.* 2002;106(12 Suppl 1):I57-I62. PMID: 12354710.
38. Raedle-Hurst T.M., Hosse M., Hoffmann S., Abdul-Khalik H., Schäfers H.J. Ventricular performance assessed by 2-dimensional strain analysis after Ross operation versus aortic valve reconstruction. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(5):1567-73. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.06.061.
39. Wang A., Jaggars J., Ungerleider R.M., Lim C.S., Ryan T. Exercise echocardiographic comparison of pulmonary autograft and aortic homograft replacements for aortic valve disease in adults. *J Heart Valve Dis.* 2003;12(2):202-8.
40. Nagy Z., Watterson K.G. Ross-mutét vagy mechanikus mubillentyu beültetés fiatalkori aorta vitiumos betegeknel [Ross procedure versus mechanical aortic valve replacement in young adults]. *Magy Seb.* 2008;61 Suppl:23-7. Hungarian. doi: 10.1556/MaSeb.61.2008.Suppl.7.
41. Um K.J., McClure G.R., Belsey-Cote E.P., Gupta S., Bouhout I., Lortie H., Alraddadi H., Alsagheir A., Bossard M., McIntyre W.F., Lengyel A., Eikelboom J.W., Ouzounian M., Chu M.W., Parry D., El-Hamamsy I., Whitlock R.P. Hemodynamic outcomes of the Ross procedure versus other aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2018;59(3):462-470. doi: 10.23736/S0021-9509.18.10255-2.
42. Ashfaq A., Leeds H., Shen I., Muralidaran A. Reinforced Ross operation and intermediate to long term follow up. *J Thorac Dis.* 2020;12(3):1219-1223. doi:10.21037/jtd.2019.09.53
43. Комаров П. Н., Симонян А. О., Борисов И. А., Далинин В. В., Исмаилбаев А. М., Курасов Н. О., Щеглов М.И. История применения аутологичных материалов в хирургии аортального клапана. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2021;25(3):106-115. doi:10.21688/1681-3472-2021-3-106-115
44. Duran C.M., Gometza B., Kumar N., Gallo R., Martin-Duran R. Aortic valve replacement with freehand autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;110(2):511-6. doi: 10.1016/S0022-5223(95)70248-2.
45. 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. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011;12(4):550-3. doi: 10.1510/icvts.2010.253682.
46. Ozaki S. Ozaki Procedure: 1,100 patients with up to 12 years of follow-up. *Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg.* 2019;27(4):454. doi:10.5606/tgkdc.dergisi.2019.01904

47. 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:w14591. doi: 10.4414/sm.w.2018.

48. Ngo H.T., Nguyen H.C., Nguyen T.T., Le T.N., Camilleri L., Doan H.Q. Reconstruction of aortic valve by autologous pericardium (Ozaki's procedure): Single center experience in Vietnam. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2021;29(5):394-399. doi: 10.1177/0218492320981468.

49. 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. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(6):1937-1943. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.08.039.

50. Чернов И.И., Энгиноев С.Т., Комаров Р.Н., Тарасов Д.Г., Синельников Ю.С., Марченко А.В., Арутюнян В., Кадыралиев Б., Исмаилбаев А., Тлисов Б., Зорин Д., Щеглов М., Жигалов К. Трехлетние результаты операции Озаки у пациентов 65 лет и старше: многоцентровое исследование. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2021;25(4):53-63. doi:10.21688/1681-3472-2021-4-53-63

51. Polito A., Albanese S., Cetrano E., Forcina S., Cicienia M., Rinelli G., Carotti A. Aortic Valve Neocuspidization May Be a Viable Alternative to Ross Operation in Pediatric Patients. *Pediatr Cardiol.* 2021;1–8. doi: 10.1007/s00246-020-02528-3.

52. 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. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2021; 60(1):34-46. doi: 10.1093/ejcts/ezaa472.

53. Krane M., Boehm J., Prinzing A., Ziegelmüller J., Holfeld J., Lange R. Excellent Hemodynamic Performance After Aortic Valve Neocuspidization Using Autologous Pericardium. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(1):126-133. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.04.108

54. Grube E., Sinning J.M. The "Big Five" Complications After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Do We Still Have to Be Afraid of Them? *JACC Cardiovasc Interv.* 2019; 12(4):370-372. doi: 10.1016/j.jcin.2018.12.019.

55. Pibarot P., Salaun E., Dahou A., Avenatti E., Guzzetti E., Annabi M.S., et al; PARTNER 3 Investigators. Echocardiographic Results of Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Low-Risk Patients: The PARTNER 3 Trial. *Circulation.* 2020; 141(19):1527-1537. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.044574.

56. Little S.H., Oh J.K., Gillam L., Sengupta P.P., Orsinelli D.A., Cavalante J.L., Chang J.D., Adams D.H., Zorn G.L. 3rd, Pollak A.W., Abdelmoneim S.S., Reardon M.J., Qiao H., Popma J.J. Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement Versus Surgical Valve Replacement in Patients at High Risk for Surgery: A Study of Echocardiographic Change and Risk

Prediction. *Circ Cardiovasc Interv.* 2016;9(6):e003426. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003426.

57. Søndergaard J., Steinbrüchel D.A., Ihlemann N., Nissen H., Kjeldsen B.J., Petursson P., Ngo A.T., Olsen N.T., Chang Y., Franzen O.W., Engstrøm T., Clemmensen P., Olsen P.S., Thyregod H.G. Two-Year Outcomes in Patients With Severe Aortic Valve Stenosis Randomized to Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement: The All-Comers Nordic Aortic Valve Intervention Randomized Clinical Trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2016; 9(6):e003665. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003665.

58. Kamperidis V., van Rosendaal P.J., de Weger A., Katsanos S., Regeer M., van der Kley F., Mertens B., Sianos G., Ajmone Marsan N., Bax J.J., Delgado V. Surgical sutureless and transcatheter aortic valves: hemodynamic performance and clinical outcomes in propensity score-matched high-risk populations with severe aortic stenosis. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8(5):670-7. doi: 10.1016/j.jcin.2014.10.029.

59. Finkelstein A., Schwartz A.L., Uretzky G., Banai S., Keren G., Kramer A., Topilsky Y. Hemodynamic performance and outcome of percutaneous versus surgical stentless bioprostheses for aortic stenosis with anticipated patient-prosthesis mismatch. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(6):1892-9. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.07.008.

60. Clavel M.A., Webb J.G., Pibarot P., Altwegg L., Dumont E., Thompson C., De Laroche R., Doyle D., Masson J.B., Bergeron S., Bertrand O.F., Rodés-Cabau J. Comparison of the hemodynamic performance of percutaneous and surgical bioprostheses for the treatment of severe aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53(20):1883-91. doi: 10.1016/j.jacc.2009.01.060.

61. Gleason T.G., Reardon M.J., Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Lee J.S., et al; CoreValve U.S. Pivotal High Risk Trial Clinical Investigators. 5-Year Outcomes of Self-Expanding Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in High-Risk Patients. *J Am Coll Cardiol.* 2018; 72(22):2687-2696. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2146.

62. Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Mumtaz M., Gada H., O'Hair D., et al; Evolut Low Risk Trial Investigators. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med.* 2019;380(18):1706-1715. doi: 10.1056/NEJMoa1816885.

63. Reardon M.J., Van Mieghem N.M., Popma J.J., Kleiman N.S., Søndergaard L., Mumtaz M., et al; SURTAVI Investigators. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med.* 2017;376(14):1321-1331. doi: 10.1056/NEJMoa1700456.

64. Takagi H., Hari Y., Nakashima K., Kuno T., Ando T.; ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. Echocardiographic outcomes from seven randomized trials of transcatheter versus surgical aortic valve replacement. *J Cardiovasc Med (Hagerstown).* 2020; 21(1):58-64. doi: 10.2459/JCM.0000000000000901.

REFERENCES

1. Komarov, R., Chernyavskii, S., Ismailbaev, A., & Simonyan, A. (2021). How to do it: autopericardial neocuspidation of the aortic valve. *Patologiya Krovoobrashcheniya I Kardiokhirurgiya*; 25(1):120–127. doi:10.21688/1681-3472-2021-1-120-127 (In Russian)

2. Stocco F., Fabozzo A., Bagozzi L., Cavalli C., Tarzia V., D'Onofrio A., Lorenzoni G., Chiminazzo V., Gregori D., Gerosa G. Biological versus mechanical aortic valve replacement in non-elderly patients: a single-centre analysis of clinical outcomes and quality of life. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2021;32(4):515-521. doi: 10.1093/icvts/ivaa306.

3. Okamoto Y., Yamamoto K., Yoshii S. Early and Late Outcomes of Aortic Valve Replacement Using Bioprosthetic Versus Mechanical Valve in Elderly Patients: A Propensity Analysis. *J Card Surg.* 2016; 31(4):195-202. doi: 10.1111/jocs.12719.

4. Rocha R., Cerqueira R., Saraiva F.A., Moreira S., Barros A.S., Almeida J., Amorim M.J., Lourenço A.P., Pinho P., Leite-Moreira A. Early And Midterm Outcomes Following Aortic Valve Replacement With Mechanical Versus Bioprosthetic Valves In Patients Aged 50 To 70 Years. *Rev Port Cir Cardiorac Vasc.* 2020; 27(3):179-189.

5. Weber A., Noureddine H., Englberger L., Dick F., Gahl B., Aymard T., Czerny M., Tevaearai H., Stalder M., Carrel T.P. Ten-year comparison of pericardial tissue valves versus mechanical

prostheses for aortic valve replacement in patients younger than 60 years of age. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 144(5):1075-83. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.01.024

6. Rodríguez-Caulo E.A., Macías D., Adsuar A., Ferreira A., Arias-Dachary J., Parody G., Fernández F., Daroca T., Rodríguez-Mora F., Garrido J.M., Muñoz-Carvajal I., Barquero J.M., Valderrama J.F., Melero J.M. Biological or mechanical prostheses for isolated aortic valve replacement in patients aged 50-65 years: the ANDALVALVE study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019; 55(6):1160-1167. doi: 10.1093/ejcts/ezy459.

7. Son J., Cho Y.H., Jeong D.S., Sung K., Kim W.S., Lee Y.T., Park P.W. Mechanical versus Tissue Aortic Prosthesis in Sexagenarians: Comparison of Hemodynamic and Clinical Outcomes. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;51(2):100-108. doi: 10.5090/kjtc.2018.51.2.100.

8. Inaba H., Higuchi K., Koseni K., Ohsawa H., Kinoshita O., Funatogawa K., Matsumoto M. Outcomes and hemodynamics after aortic valve replacement: a comparison of stentless versus mechanical valves. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;13(3):165-71.

9. Tavakoli R., Auf der Maur C., Mueller X., Schläpfer R., Jamshidi P., Daubeuf F., Frossard N. Full-root aortic valve replacement with stentless xenograft achieves superior regression of left ventricular

- hypertrophy compared to pericardial stented aortic valves. *J Cardiothorac Surg.* 2015;10:15. doi: 10.1186/s13019-015-0219-8.
10. Wollersheim L.W., Li W.W., Kaya A., Bouma B.J., Driessen A.H., van Boven W.J., van der Meulen J., de Mol B.A. Stentless vs Stented Aortic Valve Bioprostheses in the Small Aortic Root. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 28(2):390-397. doi: 10.1053/j.semtevs.2016.02.012.
11. Stefanelli G., Pirro F., Smorto V., Bellisario A., Chiurlia E., Weltert L. Stentless Pericarbon Freedom Versus Stented Perimount Aortic Bioprosthesis: Propensity-Matched Long-Term Follow-Up. *Innovations (Phila).* 2020;15(5):440-448. doi: 10.1177/1556984520929778.
12. van der Straaten E.P., Rademakers L.M., van Straten A.H., Houterman S., Tan M.E., Soliman Hamad M.A. Mid-term haemodynamic and clinical results after aortic valve replacement using the Freedom Solo stentless bioprosthesis versus the Carpentier Edwards Perimount stented bioprosthesis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;49(4):1174-80. doi: 10.1093/ejcts/ezv255
13. Harky A., Wong C.H.M., Hof A., Froghi S., Ahmad M.U., Howard C., Rimmer L., Bashir M. Stented Versus Stentless Aortic Valve Replacement in Patients With Small Aortic Root: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Innovations (Phila).* 2018;13(6):404-416. doi: 10.1097/IMI.0000000000000569.
14. Cohen G., Zagorski B., Christakis G.T., Joyner C.D., Vincent J., Sever J., Harbi S., Feder-Elituv R., Moussa F., Goldman B.S., Fremes S.E. Are stentless valves hemodynamically superior to stented valves? Long-term follow-up of a randomized trial comparing Carpentier-Edwards pericardial valve with the Toronto Stentless Porcine Valve. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010; 139(4):848-59. doi: 10.1016/j.jtcvs.2009.04.067.
15. Borger M.A., Carson S.M., Ivanov J., Rao V., Scully H.E., Feindel C.M., David T.E. Stentless aortic valves are hemodynamically superior to stented valves during mid-term follow-up: a large retrospective study. *Ann Thorac Surg.* 2005;80(6):2180-5. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.05.055.
16. Kunadian B., Vijayalakshmi K., Thornley A.R., de Belder M.A., Hunter S., Kendall S., Graham R., Stewart M., Thambyrajah J., Dunning J. Meta-analysis of valve hemodynamics and left ventricular mass regression for stentless versus stented aortic valves. *Ann Thorac Surg.* 2007;84(1):73-8. doi: 10.1016/j.athoracsur.2007.02.057.
17. Yang B., Makinejad A., Fukuhara S., Clemence J.Jr., Farhat L., Malik A., Wu X., Kim K., Patel H., Deeb G.M. Stentless Versus Stented Aortic Valve Replacement for Aortic Stenosis. *Ann Thorac Surg.* 2022; S0003-4975(22)00177-1. doi: 10.1016/j.athoracsur.2022.01.029.
18. Murashita T., Okada Y., Kanemitsu H., Fukunaga N., Konishi Y., Nakamura K., Koyama T. Efficacy of Stentless Aortic Bioprosthesis Implantation for Aortic Stenosis with Small Aortic Annulus. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;63(6):446-51. doi: 10.1055/s-0034-1389106.
19. Meco M., Montisci A., Miceli A., Panisi P., Donatelli F., Cirri S., Ferrarini M., Lio A., Glauber M. Sutureless Perceval Aortic Valve Versus Conventional Stented Bioprostheses: Meta-Analysis of Postoperative and Midterm Results in Isolated Aortic Valve Replacement. *J Am Heart Assoc.* 2018; 7(4):e006091. doi: 10.1161/JAHA.117.006091
20. Aranda-Michel E., Bianco V., Dufendach K., Kilic A., Habertheuer A., Humar R., Navid F., Wang Y., Sultan I. Midterm outcomes of subcoronary stentless porcine valve versus stented aortic valve replacement. *J Card Surg.* 2020; 35(11):2950-2956. doi: 10.1111/jocs.14943.
21. Bové T., Van Belleghem Y., François K., Caes F., Van Overbeke H., Van Nooten G. Stentless and stented aortic valve replacement in elderly patients: Factors affecting midterm clinical and hemodynamical outcome. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30(5):706-13. doi: 10.1016/j.ejcts.2006.07.017
22. Risteski P.S., Martens S., Rouhollahpour A., Wimmer-Greinecker G., Moritz A., Doss M. Prospective randomized evaluation of stentless vs. stented aortic biologic prosthetic valves in the elderly at five years. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009; 8(4):449-53. doi: 10.1510/icvts.2008.181362.
23. Ali A., Halstead J.C., Cafferty F., Sharples L., Rose F., Coulden R., Lee E., Dunning J., Argano V., Tsui S. Are stentless valves superior to modern stented valves? A prospective randomized trial. *Circulation.* 2006; 114(1 Suppl):I535-40. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.000950.
24. Doss M., Martens S., Wood J.P., Aybek T., Kleine P., Wimmer Greinecker G., Moritz A. Performance of stentless versus stented aortic valve bioprostheses in the elderly patient: a prospective randomized trial. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003; 23(3):299-304. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00815-1.
25. Narang S., Satsangi D.K., Banerjee A., Geelani M.A. Stentless valves versus stented bioprostheses at the aortic position: midterm results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136(4):943-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.06.016
26. Fischlein T., Caporali E., Asch F.M., Vogt F., Pollari F., Folliguet T., Kappert U., Meuris B., Shrestha M.L., Roselli E.E., Bonaros N., Fabre O., Corbi P., Troise G., Andreas M., Pinaud F., Pfeiffer S., Kueri S., Tan E., Voisine P., Girdauskas E., Rega F., Garcia-Puente J., De Kerchove L., Lorusso R. Hemodynamic Performance of Sutureless vs. Conventional Bioprostheses for Aortic Valve Replacement: The 1-Year Core-Lab Results of the Randomized PERSIST-AVR Trial. *Front Cardiovasc Med.* 2022; 9:844876. doi: 10.3389/fcvm.2022.844876.
27. Tavakoli R., Danial P., Oudjana A.H., Jamshidi P., Gassmann M., Leprince P., Lebreton G. Biological aortic valve replacement: advantages and optimal indications of stentless compared to stented valve substitutes. A review. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2018; 66(5):247-256. doi: 10.1007/s11748-018-0884-3.
28. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P., Fleisher L.A., et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2017;70(2):252-289. doi: 10.1016/j.jacc.2017.03.011.
29. Jin X.Y., Pepper J.R. Do stentless valves make a difference? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;22(1):95-100. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00195-1.
30. Pepper J., Cheng D., Stanbridge R., Ferdinand F.D., Jamieson W.R., Stelzer P., Berg G., Sani G., Martin J. Stentless Versus Stented Bioprosthetic Aortic Valves: A Consensus Statement of the International Society of Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) 2008. *Innovations (Phila).* 2009;4(2):49-60. doi: 10.1097/IMI.0b013e3181a34872.
31. Raja S.G., Pozzi M. Growth of pulmonary autograft after Ross operation in pediatric patients. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2004;12(4):285-90. doi: 10.1177/021849230401200402.
32. Doss M., Wood J.P., Martens S., Wimmer-Greinecker G., Moritz A. Do pulmonary autografts provide better outcomes than mechanical valves? A prospective randomized trial. *Ann Thorac Surg.* 2005; 80(6):2194-8. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.06.006
33. Akhyari P., Bara C., Kofidis T., Khaladj N., Haverich A., Klima U. Aortic root and ascending aortic replacement. *Int Heart J.* 2009;50(1):47-57. doi: 10.1536/ihj.50.47.
34. Dagenais F., Cartier P., Voisine P., Desaulniers D., Perron J., Baillot R., Raymond G., Métras J., Doyle D., Mathieu P. Which biologic valve should we select for the 45- to 65-year-old age group requiring aortic valve replacement? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;129(5):1041-9. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.10.041.
35. El-Hamamsy I., Eryigit Z., Stevens L.M., Sarang Z., George R., Clark L., Melina G., Takkenberg J.J., Yacoub M.H. Long-term outcomes after autograft versus homograft aortic root replacement in adults with aortic valve disease: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2010; 376(9740):524-31. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60828-8.
36. Hanke T., Charitos E.I., Paarmann H., Stierle U., Sievers H.H. Haemodynamic performance of a new pericardial aortic bioprosthesis during exercise and recovery: comparison with pulmonary autograft, stentless aortic bioprosthesis and healthy control groups. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44(4):e295-301. doi: 10.1093/ejcts/ezt367.
37. Laforest I., Dumesnil J.G., Briand M., Cartier P.C., Pibarot P. Hemodynamic performance at rest and during exercise after aortic valve replacement: comparison of pulmonary autografts versus aortic homografts. *Circulation.* 2002;106(12 Suppl 1):I57-I62. PMID: 12354710.
38. Raedle-Hurst T.M., Hosse M., Hoffmann S., Abdul-Khaliq H., Schäfers H.J. Ventricular performance assessed by 2-dimensional strain analysis after Ross operation versus aortic valve reconstruction. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(5):1567-73. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.06.061.
39. Wang A., Jagers J., Ungerleider R.M., Lim C.S., Ryan T. Exercise echocardiographic comparison of pulmonary autograft and aortic homograft replacements for aortic valve disease in adults. *J Heart Valve Dis.* 2003;12(2):202-8.
40. Nagy Z., Watterson K.G. Ross-mutét vagy mechanikus mubillentyu beültetés fiatalkori aorta vitiumos betegeknel [Ross

procedure versus mechanical aortic valve replacement in young adults]. *Magy Seb.* 2008;61 Suppl:23-7. Hungarian. doi: 10.1556/MaSeb.61.2008.Suppl.7.

41. Um K.J., Mcclure G.R., Belley-Cote E.P., Gupta S., Bouhout I., Lortie H., Alraddadi H., Alsagheir A., Bossard M., McIntyre W.F., Lengyel A., Eikelboom J.W., Ouzounian M., Chu M.W., Parry D., El-Hamamsy I., Whitlock R.P. Hemodynamic outcomes of the Ross procedure versus other aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2018;59(3):462-470. doi: 10.23736/S0021-9509.18.10255-2.

42. Ashfaq A., Leeds H., Shen I., Muralidaran A. Reinforced Ross operation and intermediate to long term follow up. *J Thorac Dis.* 2020;12(3):1219-1223. doi:10.21037/jtd.2019.09.53

43. Komarov, R., Simonyan, A., Borisov, I., Dalinin, V., Ismailbaev, A., Kurasov, N., Tcheglov, M. (2021). History of the use of autologous materials in aortic valve surgery. *Patologiya Krovoobrashcheniya I Kardiokirurgiya*, 25(3), 106–115. doi:10.21688/1681-3472-2021-3-106-115 (In Russian)

44. Duran C.M., Gometza B., Kumar N., Gallo R., Martin-Duran R. Aortic valve replacement with freehand autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;110(2):511-6. doi: 10.1016/S0022-5223(95)70248-2.

45. 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. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011;12(4):550-3. doi: 10.1510/icvts.2010.253682.

46. Ozaki S. Ozaki Procedure: 1,100 patients with up to 12 years of follow-up. *Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg.* 2019;27(4):454. doi:10.5606/tgkdc.dergisi.2019.01904

47. 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:w14591. doi: 10.4414/sm.w.2018.

48. Ngo H.T., Nguyen H.C., Nguyen T.T., Le T.N., Camilleri L., Doan H.Q. Reconstruction of aortic valve by autologous pericardium (Ozaki's procedure): Single center experience in Vietnam. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2021;29(5):394-399. doi: 10.1177/0218492320981468.

49. 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. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(6):1937-1943. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.08.039.

50. Chernov I., Enginoyev S., Komarov R., Tarasov D., Sinelnikov Y., Marchenko A., Arutyunyan V., Kadyraliev B., Ismailbaev A., Tlisov B., Zorin D., Tcheglov M., Zhigalov K. Three-year results of Ozaki surgery in patients aged ≥ 65 years: a multicentre study. *Patologiya Krovoobrashcheniya I Kardiokirurgiya.* 2021;25(4):53-63. doi:10.21688/1681-3472-2021-4-53-63 (In Russian)

51. Polito A., Albanese S., Cetrano E., Forcina S., Cicienia M., Rinelli G., Carotti A. Aortic Valve Neocuspidalization May Be a Viable Alternative to Ross Operation in Pediatric Patients. *Pediatr Cardiol.* 2021;1–8. doi: 10.1007/s00246-020-02528-3.

52. 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. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2021; 60(1):34-46. doi: 10.1093/ejcts/ezaa472.

53. Krane M., Boehm J., Prinzing A., Ziegelmueller J., Holfeld J., Lange R. Excellent Hemodynamic Performance After Aortic Valve Neocuspidization Using Autologous Pericardium. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(1):126-133. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.04.108

54. Grube E., Sinning J.M. The "Big Five" Complications After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Do We Still Have to Be Afraid of Them? *JACC Cardiovasc Interv.* 2019; 12(4):370-372. doi: 10.1016/j.jcin.2018.12.019.

55. Pibarot P., Salaun E., Dahou A., Avenatti E., Guzzetti E., Annabi M.S., et al; PARTNER 3 Investigators. Echocardiographic Results of Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Low-Risk Patients: The PARTNER 3 Trial. *Circulation.* 2020; 141(19):1527-1537. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.044574.

56. Little S.H., Oh J.K., Gillam L., Sengupta P.P., Orsinelli D.A., Cavalcante J.L., Chang J.D., Adams D.H., Zorn G.L. 3rd, Pollak A.W., Abdelmoneim S.S., Reardon M.J., Qiao H., Popma J.J. Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement Versus Surgical Valve Replacement in Patients at High Risk for Surgery: A Study of Echocardiographic Change and Risk Prediction. *Circ Cardiovasc Interv.* 2016;9(6):e003426. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003426.

57. Søndergaard L., Steinbrüchel D.A., Ihlemann N., Nissen H., Kjeldsen B.J., Petursson P., Ngo A.T., Olsen N.T., Chang Y., Franzen O.W., Engström T., Clemmensen P., Olsen P.S., Thyregod H.G. Two-Year Outcomes in Patients With Severe Aortic Valve Stenosis Randomized to Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement: The All-Comers Nordic Aortic Valve Intervention Randomized Clinical Trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2016; 9(6):e003665. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003665.

58. Kamperidis V., van Rosendaal P.J., de Weger A., Katsanos S., Regeer M., van der Kley F., Mertens B., Sianos G., Ajmone Marsan N., Bax J.J., Delgado V. Surgical sutureless and transcatheter aortic valves: hemodynamic performance and clinical outcomes in propensity score-matched high-risk populations with severe aortic stenosis. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8(5):670-7. doi: 10.1016/j.jcin.2014.10.029.

59. Finkelstein A., Schwartz A.L., Uretzky G., Banai S., Keren G., Kramer A., Topilsky Y. Hemodynamic performance and outcome of percutaneous versus surgical stentless bioprostheses for aortic stenosis with anticipated patient-prosthesis mismatch. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(6):1892-9. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.07.008.

60. Clavel M.A., Webb J.G., Pibarot P., Altwegg L., Dumont E., Thompson C., De Larochelière R., Doyle D., Masson J.B., Bergeron S., Bertrand O.F., Rodés-Cabau J. Comparison of the hemodynamic performance of percutaneous and surgical bioprostheses for the treatment of severe aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53(20):1883-91. doi: 10.1016/j.jacc.2009.01.060.

61. Gleason T.G., Reardon M.J., Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Lee J.S., et al; CoreValve U.S. Pivotal High Risk Trial Clinical Investigators. 5-Year Outcomes of Self-Expanding Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in High-Risk Patients. *J Am Coll Cardiol.* 2018; 72(22):2687-2696. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2146.

62. Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Mumtaz M., Gada H., O'Hair D., et al; Evolut Low Risk Trial Investigators. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med.* 2019;380(18):1706-1715. doi: 10.1056/NEJMoa1816885.

63. Reardon M.J., Van Mieghem N.M., Popma J.J., Kleiman N.S., Søndergaard L., Mumtaz M. et al; SURTAVI Investigators. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med.* 2017;376(14):1321-1331. doi: 10.1056/NEJMoa1700456.

64. Takagi H., Hari Y., Nakashima K., Kuno T., Ando T.; ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. Echocardiographic outcomes from seven randomized trials of transcatheter versus surgical aortic valve replacement. *J Cardiovasc Med (Hagerstown).* 2020; 21(1):58-64. doi: 10.2459/JCM.0000000000000901.

Для цитирования: Комаров Р.Н., Бадалян С.С., Чернявский С.В., Исмаилбаев А.М., Энгиноев С.Т., Муканова М.Б., Гафуров Ф.С., Бабакулова Н.М., Овусу Р. Отдаленные гемодинамические исходы вмешательств на аортальном клапане: обзор сравнительных исследований. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2023;12(2): 122-137. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-2-122-137

To cite: Komarov R.N., Badalyan S.S., Chernyavskiy S.V., Ismailbayev A.M., Enginoyev S.T., Mukanova M.B., Gafurov F.S., Babakulova N.M., Owusu R. Long-term hemodynamic outcomes of different aortic valve interventions – a review of comparative studies. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2023;12(2): 122-137. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-2-122-137