




# ХИРУРГИЯ SURGERY

УДК 616.126.52, 617.089.844  
DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-4-514-531  
Оригинальное исследование

## Механические протезы у взрослых при размере аортального кольца 17–21 мм с применением задней аортопластики и без нее

Сазоненков М.А.<sup>1,2</sup> , Татаринцев А.М.<sup>1,2</sup> , Москалёв А.С.<sup>2</sup> ,  
Исмаев Х.Х.<sup>2</sup> , Клименко Л.С.<sup>1</sup> , Москалёва Д.Д.<sup>2</sup> 

<sup>1)</sup> Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа,  
Россия, 308007, г. Белгород, ул. Некрасова, 8/9;

<sup>2)</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85  
E-mail: [sazonenkov@mail.ru](mailto:sazonenkov@mail.ru)

**Аннотация.** Актуальность. Большой размер имплантированного протеза более благоприятен для систолической функции и более полного регресса гипертрофии левого желудочка. В части случаев это может быть обеспечено только расширением заплатой выводного тракта левого желудочка. Цель. Сравнить непосредственные результаты между группой изолированного протезирования механическим клапаном, входящим в узкое аортальное кольцо, и группой с применением задней аортопластики, обеспечившей вместилище большего размера механического клапана. Материалы и методы. В 2015–2023 гг. протезировали аортальный клапан 78 взрослым пациентам с узким аортальным кольцом (17–21 мм). Группа изолированного протезирования составила 56 пациентов, группа с задней аортопластикой составила 22 пациента. Результаты. В непосредственном послеоперационном периоде группа с задней аортопластикой имела преимущества: по индексу Rashimtoola S.H. ( $1,34 \pm 0,2$  против  $1,06 \pm 0,14 \text{ см}^2/\text{м}^2$ ), по пиковому градиенту давления ( $20,77 \pm 6,61$  против  $29,33 \pm 8,2 \text{ mm Hg}$ ), среднему градиенту давления ( $10,61 \pm 3,23$  против  $14,93 \pm 4,29 \text{ mm Hg}$ ) на протезах, по индексу ударного объема левого желудочка ( $29,0 \pm 6,56$  против  $28,85 \pm 7,81 \text{ мл}/\text{м}^2$ ). Выводы. Применение аортопластики дает лучшие гемодинамические результаты. Обоснованная доля задней аортопластикой при узком аортальном кольце составляет 28,2 % случаев.

**Ключевые слова:** корень аорты, задняя аортопластика у взрослых, протезирование аортального клапана

**Для цитирования:** Сазоненков М.А., Татаринцев А.М., Москалёв А.С., Исмаев Х.Х., Клименко Л.С., Москалёва Д.Д. 2024. Механические протезы у взрослых при размере аортального кольца 17–21 мм с применением задней аортопластики и без нее. *Актуальные проблемы медицины*, 47(4): 514–531. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-4-514-531

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования.

## Mechanical Prostheses in Adults with an Aortic Ring Size of 17–21 mm with and without Posterior Aortoplasty

Maxim A. Sazonenkov<sup>1,2</sup> , Andrey M. Tatarintsev<sup>1,2</sup> , Andrey S. Moskalev<sup>2</sup> ,  
Khushbakhtdzon H. Ismatov<sup>2</sup> , Ludmila S. Klimenko<sup>1</sup> , Darya D. Moskaleva<sup>2</sup> 

<sup>1)</sup> St. Joseph Belgorod Regional Clinical Hospital,  
8/9 Nekrasov St., Belgorod 308007, Russia;

<sup>2)</sup> Belgorod State National Research University,  
85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia

E-mail: [sazonenkov@mail.ru](mailto:sazonenkov@mail.ru)

**Abstract.** Introduction. The larger size of the implanted prosthesis provides more favorable conditions for systolic function and more complete regression of left ventricular hypertrophy. In some cases, this can only ensure expansion of the left ventricular outflow tract with a patch. Aim. To compare the immediate results between a group with an isolated mechanical valve replacement inserted into a narrow aortic annulus and a group with a posterior aortoplasty that accommodated a larger mechanical valve. The reasonable proportion of posterior aortoplasty for a narrow ring is 20–30 % of cases. Materials and methods. In 2015–2023, 78 adult patients with a narrow aortic ring (17–21 mm) underwent aortic valve replacement. The isolated prosthetic group consisted of 56 patients, the group with posterior aortoplasty consisted of 22 cases. Results. In the immediate postoperative period, the group with posterior aortoplasty had advantages in: Rashimtoola S.H. index ( $1,34 \pm 0,2$  versus  $1,06 \pm 0,14$   $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ), significantly lower peak pressure gradient ( $20,77 \pm 6,61$  versus  $29,33 \pm 8,2$  mm Hg), mean pressure gradient ( $10,61 \pm 3,23$  versus  $14,93 \pm 4,29$  mm Hg) on the prostheses, and left ventricular stroke volume index ( $29,0 \pm 6,56$  versus  $28,85 \pm 7,81$   $\text{ml}/\text{m}^2$ ). Conclusions. The use of aortoplasty gives better hemodynamic results. The reasonable proportion of posterior aortoplasty for a narrow aortic ring is 28.2 % of cases.

**Keywords:** aortic root anatomy, posterior aortoplasty in adults, aortic valve replacement

**For citation:** Sazonenkov M.A., Tatarintsev A.M., Moskalev A.S., Ismatov Kh.H., Klimenko L.S., Moskaleva D.D. 2024. Mechanical Prostheses in Adults with an Aortic Ring Size of 17–21 mm with and without Posterior Aortoplasty. *Challenges in Modern Medicine*, 47(4): 514–531 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-4-514-531

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

### Введение

Порок аортального клапана (АК) в современной структуре заболеваемости сердца занимает третье место, уступая ишемической и гипертонической болезням [Богачев-Прокофьев и др., 2017; Клинические рекомендации..., 2021]. Наличие клинически значимого порока аортального клапана существенно влияет на качество жизни пациента и прогноз отдаленной выживаемости. Кроме развития хронической сердечной недостаточности, независимо от степени ее тяжести, порок АК повышает риск возникновения инфаркта миокарда, нарушения мозгового кровообращения и внезапной смерти [Perry et al., 2021; Pliuta et al., 2022].

Естественное течение аортального стеноза неблагоприятное. Средняя продолжительность жизни симптомного пациента  $23 \pm 5$  месяцев, а пятилетняя выживаемость только 18 %. Протезирование аортального клапана рекомендуется тяжелым симптомным пациентам (класс 1) или асимптомным пациентам (класс 2 В) для увеличения ожидаемой продолжительности жизни [Micali et al., 2021]. Основная цель операции протезирования аортального клапана (ПАК) – это устранение обструкции выводного тракта левого желудочка и уменьшение его перегрузки давлением левого желудочка, что улучшит выживаемость пациента [Srimurugan et al., 2022].

В предлагаемом исследовании были сравнены непосредственные результаты протезирования аортального клапана механическими протезами у пациентов с узким аортальным кольцом, диаметр 17–21 мм. Сравнились эхокардиографические результаты операции между



двумя группами пациентов. Первым для вмещения достаточного размера протеза выполнялась задняя аортопластика заплатой. Во второй группе выполнялось стандартное протезирование аортального клапана. Были выбраны пациенты, оперированные в кардиохирургическом отделении Белгородской областной клинической больницы Святителя Иоасафа в период с 01.01.2015 по 31.12.2023. Известно, что у разных производителей при одинаковом номенклатурном размере клапаны отличаются по следующим показателям: наружный диаметр посадочной манжеты, внутренний диаметр просвета протеза и по эффективной площади отверстия. Это означает, что абсолютно достоверным может быть подобное исследование при использовании протезов одного производителя и желателен одного номенклатурного размера. Что труднодостижимо.

Мы имели в своем распоряжении за указанный период протезы малого диаметра нескольких производителей. Поэтому наши результаты однозначно полезны и приемлемы для практики хирургии узкого аортального кольца, хотя не будут иметь абсолютной точности. Данное исследование затрагивает тему отличающихся технических характеристик протезов разных производителей, в частности по эффективному проходному отверстию и по устройству манжеты, позволяющей несколько вариантов посадок протеза. Также данное исследование довольно точно позволит определить долю пациентов, которым требуется расширение корня аорты тем или иным способом задней аортопластики (ЗАП) при узком аортальном кольце. В работе были изучены результаты протезирования аортального клапана (АК) в двух выделенных группах. Сравнивались между двумя образованными группами пациентов: клинико-демографические данные, данные дооперационной эхокардиографии, расчеты протез-пациент соответствия по Rashimtoola S.H., время пережатия аорты и время искусственного кровообращения, результаты эхокардиографии в непосредственном послеоперационном периоде.

### **Цель исследования**

Сравнить данные эхокардиографии при выписке после протезирования аортального клапана механическими протезами пациентам с узким аортальным кольцом между группой стандартного протезирования и группой с применением задней аортопластики, обеспечившей вмещение большего размера механического протеза.

### **Материалы и методы**

За выбранный период с 01.01.2015 по 31.12.2023 в кардиохирургическом отделении Белгородской областной клинической больницы Святителя Иоасафа в аортальное кольцо диаметром 17–21 мм было имплантировано 78 механических протезов. Из них ПАК с задней аортопластикой было выполнено в 22 случаях (28,2 %), первая группа. Стандартное протезирование аортального клапана было выполнено в 56 случаях (72,8 %), вторая группа. Клиническая характеристика пациентов и данные дооперационного эхокардиографического обследования приведены в таблицах 1, 2.

В группе с ЗАП преобладали женщины 15 из 22 (68,18 %) случаев в сравнении с группой без ЗАП, где они составили 37 из 56 (66,07 %) случаев, достоверность различия не была статистически значимой ( $p > 0,05$ ). Средний возраст пациентов в первой группе был  $54,23 \pm 11,07$  лет против  $56,77 \pm 10,66$  лет во второй группе, без статистически достоверной разницы ( $p > 0,05$ ).

По частоте встречаемости разных степеней хронической сердечной недостаточности выбранные группы также не отличались. ХСН 1 встретилась в 4 (18,18 %) случаях в группе с ЗАП и в 8 (14,29 %) случаях в группе без ЗАП, достоверного различия обнаружено не было ( $p > 0,05$ ). ХСН 2А встретилась в 15 (68,19 %) случаях в группе с ЗАП и в 42 (75 %) случаях в группе без ЗАП, достоверного различия обнаружено не было ( $p > 0,05$ ). ХСН 2В встретилась в 3 (13,63 %) случаях в группе с ЗАП и в 6 (10,71 %) случаях в группе без ЗАП, без статистически достоверного различия ( $p > 0,05$ ).

ФК (NYHA) II в группе с ЗАП встретился у 15 (68,19 %) пациентов, а в группе без ЗАП – у 30 (53,57 %) пациентов. Статистически достоверной разницы выявлено не было ( $p > 0,05$ ). ФК (NYHA) III в группе с ЗАП встретился у 7 (31,81 %) пациентов, а в группе без ЗАП встретился у 26 (46,43 %) пациентов, без статистически достоверной разницы ( $p > 0,05$ ). Таким образом, можно считать, что по клиническим данным обе выделенные группы были однородными и сопоставимыми, пригодными для статистической обработки.

Значимой была разница между группами по количеству сопутствующих хирургических процедур, которые подробно указаны в таблице 1. В группе с ЗАП сопутствующие вмешательства были выполнены в 1 случае из 22 (4,5 %) в сравнении с 35 случаями из 56 (62,5 %) в группе без ЗАП. Различие было статистически значимым ( $p < 0,05$ ). Сопутствующими вмешательствами были: аорто-коронарное шунтирование (АКШ), протезирование митрального клапана (ПМК), пластика митрального клапана (ПлМК), протезирование восходящей аорты (ПВоАо), ушивание дефекта межжелудочковой перегородки (ДМЖП), репротезирование аортального клапана (Ре-Пак).

Таблица 1  
Table 1

Дооперационная клиничко-демографическая характеристика пациентов с протезированием аортального клапана механическими протезами  
Preoperative clinical and demographic characteristics of patients with aortic valve replacement with mechanical prostheses

	Группа с ЗАП n = 22 (28,2 %)	Группа без ЗАП n = 56 (71,8 %)	p
ж	15 (68,18)	37 (66,07)	$X^2 > 0,05$
м	7 (31,82)	18 (33,93)	$X^2 > 0,05$
Средний возраст (лет)	54,23 ± 11,07	56,77 ± 10,66	$p > 0,05$
ХСН			
1	4 (18,18)	8 (14,29)	$X^2 > 0,05$
2А	15 (68,19)	42 (75)	$X^2 > 0,05$
2Б	3 (13,63)	6 (10,71)	$X^2 > 0,05$
ФК (NYHA)			
II	15 (68,19)	30 (53,57)	$X^2 > 0,05$
III	7 (31,81)	26 (46,43)	$X^2 > 0,05$
Сопутствующие вмешательства	1 (4,5)	35 (62,5)	$X^2 < 0,05$
АКШ		12	
ПМК		14	
Пл МК		5	
ПВоАо		3	
ДМЖП		1	
Ре ПАК	1	2	

Эхокардиографические дооперационные данные обеих групп показаны в таблице 2. Так, конечно-диастолический объем левого желудочка (КДО ЛЖ) в группе с ЗАП был меньше,  $98,81 \pm 31,02$  мл в сравнении с  $104,09 \pm 27,32$  мл КДО ЛЖ в группе без ЗАП, ( $p > 0,05$ ). Фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) в группе с ЗАП в дооперационном периоде была несколько меньше ( $57,45 \pm 6,89$ ), чем в группе без ЗАП –  $58,96 \pm 6,18$ , ( $p > 0,05$ ). Ударный объем левого желудочка (УО ЛЖ) в группе с ЗАП также был несколько меньше –  $56,45 \pm 15,49$  мл против  $61,26 \pm 14,95$  мл ударного объема левого желудочка в группе без ЗАП, ( $p > 0,05$ ).

Конечно-диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ) в группе с ЗАП был несколько больше –  $4,77 \pm 0,43$  см в сравнении с  $4,73 \pm 0,44$  см КДР ЛЖ в группе без ЗАП, ( $p > 0,05$ ). Толщина межжелудочковой перегородки (МЖП) в группе с ЗАП была меньше в сравнении с группой без ЗАП:  $14,95 \pm 1,46$  мм против  $15,78 \pm 2,07$  мм, различие статистически недостоверно ( $p > 0,05$ ). Толщина миокарда задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ) в группе



с ЗАП была также меньшей в сравнении с группой без ЗАП:  $13,64 \pm 1,29$  мм против  $14,33 \pm 1,66$  мм, ( $p = 0,05$ ). Масса миокарда левого желудочка (ММ ЛЖ) в группе с ЗАП была меньшей в сравнении с группой без ЗАП:  $313,38 \pm 73,49$  гр против  $360,23 \pm 107,96$  гр, статистически достоверно ( $p < 0,05$ ).

Пиковый градиент давления на порочном клапане (mm Hg) у пациентов с ЗАП был несколько ниже  $81,82 \pm 25,57$  в сравнении с пациентами без ЗАП –  $93,52 \pm 28,10$  ( $p > 0,05$ ). Средний градиент давления на порочном клапане (mm Hg) в подгруппе с ЗАП также был несколько ниже  $47,18 \pm 14,59$  в сравнении с  $50,59 \pm 15,75$  в подгруппе без ЗАП, ( $p > 0,05$ ).

Средняя площадь поверхности тела (ППТ) пациентов с ЗАП была значительно меньше, составила  $1,86 \pm 0,12$  м<sup>2</sup> против  $1,93 \pm 0,12$  м<sup>2</sup> в подгруппе без ЗАП. Различие по этому параметру между группами было достоверным статистически ( $p < 0,05$ ). Индекс ударного объема (УО/ППТ, мл/м<sup>2</sup>) был несколько ниже  $32,36 \pm 9,65$  в группе с ЗАП в сравнении с  $32,5 \pm 7,74$  в группе без ЗАП, ( $p > 0,05$ ). В отсутствие статистически достоверных различий между измеренными параметрами обеих групп можно считать, что по эхокардиографическим данным они были однородными, сопоставимыми и пригодными для статистической обработки.

Таблица 2  
Table 2

Исходные ЭХО-кардиографические данные в группах протезирования аортального клапана механическими протезами с задней аортопластикой и без задней аортопластики  
Baseline ECHO-cardiographic data in the groups of aortic valve prosthesis with mechanical prostheses with posterior aortoplasty and without posterior aortoplasty

	Группа с ЗАП	Группа без ЗАП	p
N	22 (28,2 %)	56 (71,8 %)	
КДО ЛЖ (мл)	$98,81 \pm 31,02$	$104,09 \pm 27,32$	$p > 0,05$
ФВ ЛЖ (%)	$57,45 \pm 6,89$	$58,96 \pm 6,18$	$p > 0,05$
УО ЛЖ (мл)	$56,45 \pm 15,49$	$61,26 \pm 14,95$	$p > 0,05$
КДР ЛЖ (см)	$4,77 \pm 0,43$	$4,73 \pm 0,44$	$p > 0,05$
МЖП (мм)	$14,95 \pm 1,46$	$15,78 \pm 2,07$	$p > 0,05$
ЗСЛЖ (мм)	$13,64 \pm 1,29$	$14,33 \pm 1,66$	$p = 0,05$
ММ ЛЖ (гр)	$313,38 \pm 73,49$	$360,23 \pm 107,96$	$p < 0,05$
Пиковый градиент на клапане (mm Hg)	$81,82 \pm 25,57$	$93,52 \pm 28,10$	$p > 0,05$
Средний градиент на клапане (mm Hg)	$47,18 \pm 14,59$	$50,59 \pm 15,75$	$p > 0,05$
Площадь поверхности тела (ППТ, м <sup>2</sup> )	$1,86 \pm 0,12$	$1,93 \pm 0,12$	$p < 0,05$
Индекс ударного объема (УО/ППТ, мл/м <sup>2</sup> )	$32,36 \pm 9,65$	$32,5 \pm 7,74$	$p > 0,05$

В зависимости от возраста (менее 65 лет), реже от предпочтений пациента замена аортального клапана производилась механическими протезами. Прогнозирование возможности протез-пациентнесоответствия рассчитывалось по формуле Rashimtoola S.H., 1978: отношение ЭПО к площади поверхности тела (ЭПО/ППТ). ЭПО – это указанная производителем эффективная площадь отверстия клапана, то есть минимальная площадь просвета внутреннего проходного отверстия. Площадь поверхности тела (ППТ) рассчитывалась исходя из роста (м) и веса (кг) пациента по формуле [ Mosteller, 1987]:

$$\text{ППТ(м}^2\text{)} = 0.016667 \times \text{рост (см)} \times 0,5 \times \text{вес (кг)} \times 0,5$$

Если заранее рассчитанный индекс ЭПО/ППТ был более  $0,85 \text{ см}^2 / \text{м}^2$ , то размер имплантируемого клапана был оптимальный. При индексе ЭПО/ППТ  $0,65\text{--}0,85 \text{ см}^2 / \text{м}^2$ , имела место умеренная степень несоответствия протез/пациент. При индексе ЭПО/ППТ (iEOA) менее  $0,65 \text{ см}^2 / \text{м}^2$  – имела место тяжелая степень несоответствия протез/пациент. При полученных по итогам расчетов умеренной и тяжелой степенях несоответствия протез-пациент вста-

вала необходимость имплантации протеза большего размера. Что вызывало интраоперационный поиск. В части случаев путем применения набора хирургических манипуляций в аортальную позицию вменялся достаточный размер протеза. В меньшей части случаев, когда это не удавалось, а также при индексе ЭПО/ППТ (iEOA) около  $0,65 \text{ см}^2/\text{м}^2$  планировалось рассечение корня аорты и его пластика заплатой с последующим вращением нужного размера протеза.

Технические данные имплантированных протезов показаны в таблице 3, взятые с официальных сайтов производителей [25]. В таблицах указаны наружный диаметр посадочной манжеты, внутренний диаметр кольца, эффективные площади отверстий. Поскольку известно, что сами запирающие элементы протезов (створки) имеют определенные угол открытия и площадь их проекции на проходное отверстие, то тем самым они уменьшают эффективную площадь отверстия клапана (ЭПО). У каждого производителя свои технические данные по размерам створок и углам их открытия в зависимости от конструкции. Принять во внимание все эти отличия не представлялось возможным. Поэтому для стандартизации мы ввели расчет уточненной величины ЭПО. У всех производителей от указанной величины ЭПО отнимали 10 %.

Таблица 3  
Table 3

Технические характеристики механических протезов, имплантированных пациентам с узким аортальным кольцом  
Technical characteristics of mechanical prostheses implanted in patients with narrow aortic annulus

ПРОТЕЗ	Наружный диаметр манжеты (мм)	Внутренний диаметр пропускного отверстия (мм)	Внутренняя площадь пропускного отверстия (см <sup>2</sup> )	Внутренняя площадь пропускного отверстия уточненная (см <sup>2</sup> )	Количество имплантаций
Группа с ЗАП					
МедИнж АДМ 21-In	21,5	16,59	2,24	2,02	4
МедИнж АДМ 23-In	23,3	18,21	2,60	2,34	2
ATS-18 A AP	18,2	16,8	2,02	1,82	1
ATS-22 A AP	22,2	20,8	3,17	2,85	1
ONX-19 AE Standart	23	17,4	2,28	2,13	1
ONX-21	26	19,4	2,84	2,56	7
ONX-23	29	21,4	3,44	3,1	5
SJM-21	27,5		2,6	2,34	1
Всего					22
Группа без ЗАП					
МедИнж АДМ 19-In	19,5	14,59	1,67	1,50	3
МедИнж АДМ 21-In	21,5	16,59	2,24	2,02	20
ATS-18 A AP	18,2	16,8	2,02	1,82	7
ATS-20 A AP	20,2	18,8	2,56	2,3	15
ONX-19 AE Standart	23	17,4	2,28	2,13	8
SJM-19 AGN Regent	24,7	16,4	2,1	1,89	3
Всего					56

В группе с выполнением задней аортопластики ( $n = 22$ ) были имплантированы механические протезы: МедИнж АДМ 21-In, МедИнж АДМ 23-In, Medtronic ATS-18 A AP, Medtronic ATS-22 A AP, ONX-19 AE Standart, ONX-21 AE Standart, ONX-23 AE Standart, ONX-25 AE, SJM-21 Masters Standart. В группе без расширения заплатой корня аорты ( $N = 56$ ) имплантировались механические протезы: МедИнж АДМ 19-In, МедИнж АДМ 21-In, Medtronic ATS-18 A AP, Medtronic ATS-20 A AP, SJM-19 AGN Masters, ONX-19 AE Standart.

Для расширения корня аорты применялись методы: аортопластика по Nicks R., 1970 ( $N = 20$ ) и по Rittenhouse E.A., 1979. В двух случаях задняя аортопластика выполнялась на повторных операциях. В 2 случаях стандартного протезирования АК без ЗАП потребовалось вшивание заплаты в некоронарный синус корня аорты по методу Stenseth J.H., 1971 для устранения «незапахиваемости» косопоперечного аортотомического разреза с продолжением в некоронарный синус корня аорты. Также при производстве вшивания заплаты в случаях сомнения в прочности ткани в краях разреза мы использовали тефлоновые прокладки. На стежок нити в сомнительном участке в виде П-шва нанизывалась тефлоновая прокладка. По необходимости это выполнялось как изнутри, так и снаружи стенки аорты. При этом шаг стежка аортографии сменялся с обвивного на П-образный. Типы возможных и примененных нами операций ЗАП показаны на рис. 1.

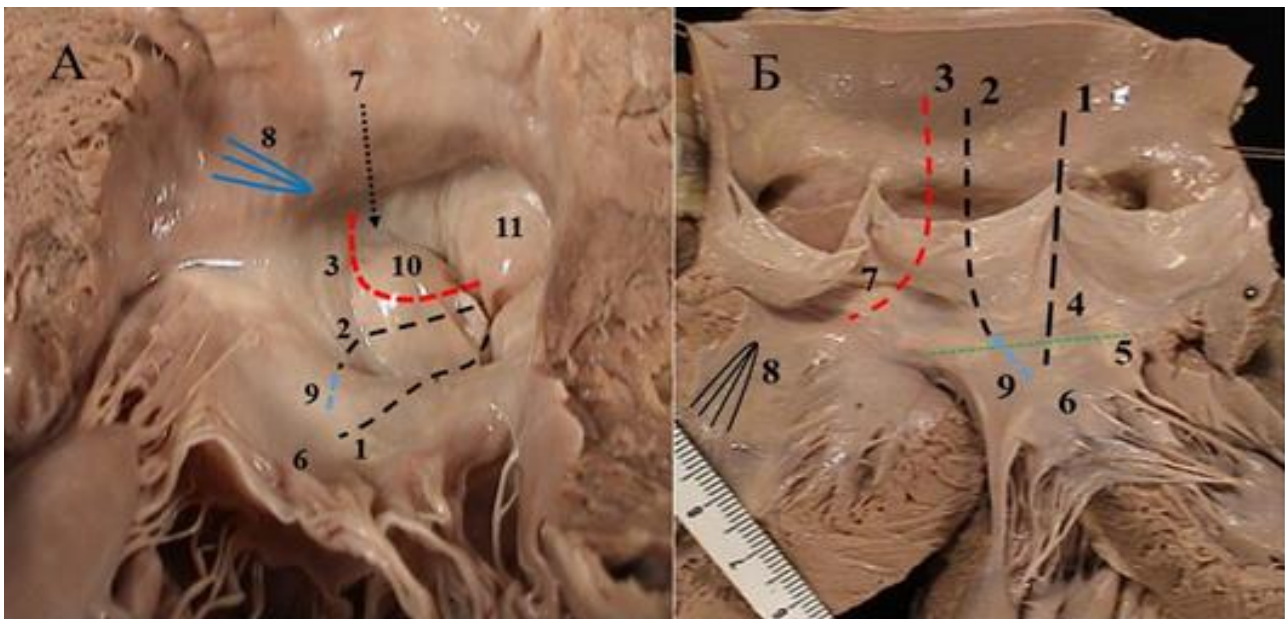


Рис. 1. Хирургические методы расширения заплатой задней стенки аорты  
Fig. 1. Surgical methods of posterior aortic wall patch dilation

1 – рассечение задней стенки корня по Manouguian S.; 1979; 2 – рассечение задней стенки корня аорты по Nicks R. 1970; 3 – рассечение задней стенки корня аорты и выводного тракта левого желудочка по мышечному треугольнику между НКС и ПКС; 4 – митрально-аортальное фиброзное продолжение; 5 – фиброзное кольцо митрального клапана; 6 – тело передней створки митрального клапана; 7 – мышечный межстворчатый треугольник выводного тракта левого желудочка, расположенный между некоронарным и правым коронарным синусами; 8 – Место расположения левой ножки пучка Гиса; 9 – рассечение задней стенки корня по Rittenhouse E.A., 1979; 10 – правая коронарная створка; 11 – некоронарная створка

Кроме того, задняя аортопластика применялась нами в нескольких нестандартных ситуациях. Например, при невозможности «тугого» вмещения протеза при стандартном протезировании. Когда после наложения швов со стороны выводного тракта левого желудочка, попы-

ток вжатия манжеты протеза на отдельных турникетах на каждую фиксирующую нить, начиная со швов вершин дуг фиброзного кольца АК, вмещение протеза оказалось невозможным. Производили поднятие протеза, снятие 5 швов с некоронарного сектора его манжеты, продолжали аортотомию вниз, на ФК АК и на М-А мембрану ВТЛЖ. Далее вшивали клиновидную заплату, накладывали на нее дополнительные П-швы этибонд 2-0 с прокладками снаружи. Распределяли швы, наложенные ранее на ФК АК и новые, наложенные на заплату, по некоронарному сектору манжеты протеза, усаживали клапан. Стандартное ушивание аорты с заплатой на рисунке 2. Также аортопластика выполнялась и при повторных операциях репротезирования АК, рисунок 3.



Рис. 2. Применение задней аортопластики по Nicks R. 1970 при невмещении в аортальное кольцо механического протеза

Fig. 2. Application of posterior aortoplasty according to Nicks R. 1970 in case of non-integration of a mechanical prosthesis into the aortic ring

Клапан с прошитой манжетой выведен из аортального кольца, произведено рассечение аортального кольца (А). В заднюю аортотомию вшивается синтетическая заплата (Б). Заплата подшита в кольцо АК и к стенкам корня и восходящей аорты (В). Вмещение клапана и подвязывание нитей (Г). Итоговый вид подшивания заплаты в восходящую аорту (Д).

Извлеченный из аортального кольца механический протез (1). Швы с прокладками на аортальном кольце (2). Задняя аортотомия по Nicks R. (3). Сняты швы с манжеты аортального протеза (4). Синтетическая заплата (5). Самый нижний П-образный шов с прокладкой, соединяющий вершины рассечения митрально-аортальной мембраны и синтетической заплаты (6). Продолжение фиксации заплаты к корню и восходящей аорте той же первоначальной нитью по типу одиночного обвивного шва (7). Дополнительные швы для фиксации протеза, наложенные на заплату и участок манжеты клапана, с которого ранее были сняты первичные швы. Наложены прокладками с наружи заплаты (8).



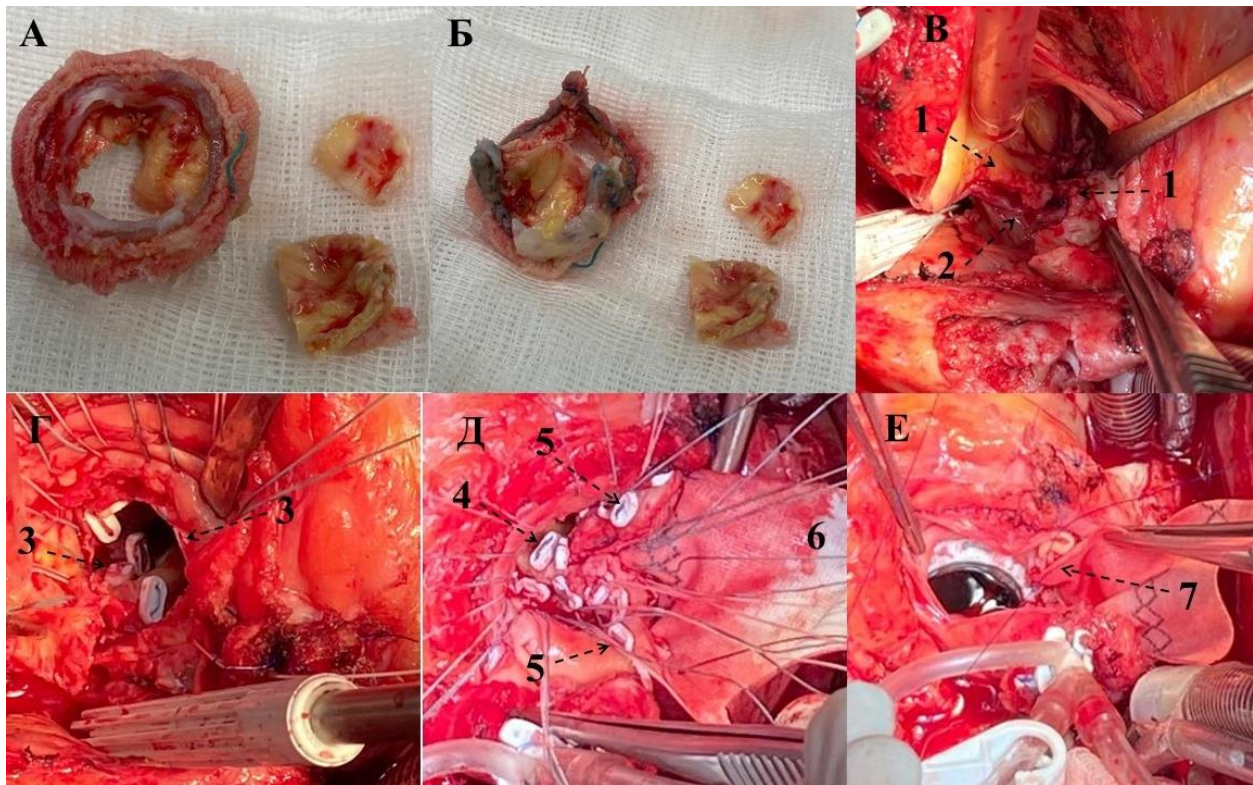


Рис. 3. Репротезирование механическим протезом с задней аортопластикой по поводу первичной тканевой дегенерации ранее имплантированного биопротеза  
Fig. 3. Reprothesis with a mechanical prosthesis with posterior aortoplasty for primary tissue degeneration of a previously implanted bioprosthesis

Удаленный биопротез, вид с желудочковой (А) и с аортальной (Б) поверхностей. Задняя аортотомия (В). Наложение швов на фиброзное кольцо аортального клапана (Г). Подшивание заплаты (Д). Посажен механический протез, сшивание краев заплаты и восходящей аорты (Е).

Расsectенные стенки восходящей и корня аорты (1). Крыша левого предсердия, отсепарованная от задней стенки корня аорты (2). Первым этапом наложены швы на аортальное кольцо для облегчения его растягивания ими для манипуляций с заплатой (3). Шов с прокладкой на вершине рассечения митрально-аортальной мембраны и синтетической заплаты (4). Отдельные стежки или швы с прокладками для укрепления истонченной стенки корня аорты (5). Синтетическая заплата (6). Обвивной шов, соединяющий заплату и стенку восходящей аорты (7).

### Методы статистической обработки данных

Статистическая обработка данных выполнялась с применением параметрического анализа. Визуализация данных происходила в программе Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился в программе IBM SPSS Statistics v.23. При описании параметров, имеющих нормальное распределение, проводился расчет средних арифметических величин (M), стандартных отклонений (SD). Достоверность различия в цифровых данных рассчитывалась по критерию Стьюдента t, в процентных данных – по критерию  $\chi^2$ .

### Результаты

Расчеты дооперационного размера по данным эхокардиографии показали, что средний диаметр аортального кольца в группе задней аортопластики был  $19,73 \pm 1,12$  мм, что было меньше, чем в группе пациентов без задней аортопластики, –  $20,26 \pm 0,72$  мм ( $p > 0,05$ ), таблица 4.

Средняя площадь эффективного отверстия имплантированных протезов в группе с ЗАП была значительно больше и составила  $2,51 \pm 0,41$  (см<sup>2</sup>) и, в сравнении с  $2,05 \pm 0,2$  (см<sup>2</sup>) в группе без ЗАП, достоверно статистически ( $p < 0,05$ ).

Средняя площадь поверхности тела пациентов в группе с ЗАП была несколько меньше и составила  $1,86 \pm 0,12$  м<sup>2</sup> в сравнении с  $1,93 \pm 0,12$  м<sup>2</sup> в группе без ЗАП. Различие было достоверно статистически значимым ( $p < 0,05$ ).

По индексу Rashimtoola S.H. мы получили значительно большую его величину в группе пациентов с выполнением ЗАП:  $1,34 \pm 0,2$  (см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>), причем во всех случаях он был более 0,85 (100 %). В группе без ЗАП средний индекс Rashimtoola S.H. составил  $1,06 \pm 0,14$ , причем более 0,85 он был в 54 (96,42 %) случаях, а менее 0,85 (то есть удовлетворительным) он был в 2 (3,58 %) случаях. Величина индекса была статистически достоверно большая в группе с выполнением ЗАП ( $p < 0,05$ ).

Таблица 4

Table 4

Расчет протез/пациент соответствия в группах протезирования аортального клапана механическими протезами с задней аортопластикой и без задней аортопластики  
 Calculation of prosthesis/patient compliance in the aortic valve prosthetic mechanical prosthesis groups with posterior aortoplasty and without posterior aortoplasty

	Группа с ЗАП	Группа без ЗАП	p
N	22 (28,2 %)	56 (71,8 %)	
Диаметр аортального кольца	17–21	19–21	
17 mm			
18 mm	1 (4,5)		
19 mm	2 (9,09)		
20 mm	5 (22,7)	9 (16,07)	
21 mm	8 (36,6)	23 (41,0)	
Средний диаметр mm	6 (27,27)	24 (42,93)	
	$19,73 \pm 1,12$	$20,26 \pm 0,72$	$p > 0,05$
Эффективная площадь отверстия протеза (ЭПО) (см <sup>2</sup> )	$2,51 \pm 0,41$	$2,05 \pm 0,2$	$p < 0,05$
Площадь поверхности тела (ППТ) м <sup>2</sup>	$1,86 \pm 0,12$	$1,93 \pm 0,12$	$p < 0,05$
Индекс Rashimtoola S.H. (ЭПО/ППТ) см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	$1,34 \pm 0,2$	$1,06 \pm 0,14$	$p < 0,05$
	$> 0,85$ (100)	$< 0,85$ 2 (3,58) $> 0,85$ 54 (96,42)	

В общей группе пациентов с механическими протезами аортального клапана и выполнением ЗАП среднее время искусственного кровообращения составило  $150,68 \pm 41,99$  минут в сравнении с  $144,92 \pm 45,9$  минутами без выполнения ЗАП ( $p > 0,05$ ). Время пережатия аорты (ишемии миокарда) с выполнением ЗАП составило  $118,5 \pm 36,38$  минут в сравнении с  $110,35 \pm 36,26$  минутами без выполнения ЗАП, ( $p > 0,05$ ).

После исключения в обеих группах пациентов с сопутствующими хирургическими процедурами, то есть выделения пациентов с изолированным протезированием клапана, время искусственного кровообращения и пережатия аорты выглядели следующим образом. В группе пациентов с выполнением ЗАП среднее время искусственного кровообращения составило  $151,05 \pm 42,99$  минут в сравнении с  $103,14 \pm 28,62$  минутами без выполнения ЗАП, разница статистически достоверна ( $p < 0,05$ ). Время пережатия аорты (ишемии миокарда) с выполнением ЗАП составило  $118,38 \pm 37,27$  минут в сравнении с  $79,71 \pm 21,59$  минутами без выполнения ЗАП, разница статистически достоверна ( $p < 0,05$ ), таблица 5.



Таблица 5  
Table 5

Время искусственного кровообращения и пережатия аорты при протезировании аортального клапана механическими протезами в группах с задней аортопластикой, без задней аортопластики  
Time of artificial circulation and aortic constriction during aortic valve replacement with mechanical prostheses in groups with posterior aortoplasty without posterior aortoplasty

Параметр	Общая группа ПАК <sup>2</sup> + ЗАП <sup>3</sup> n = 22	Общая группа ПАК. n = 56	p
ИК <sup>1</sup> (мин)	150,68 ± 41,99	144,92 ± 45,9	p > 0,05
Пережатие Ао <sup>4</sup> (мин)	118,5 ± 36,38	110,35 ± 36,26	p > 0,05
	Группа ПАК + ЗАП Без доп-х процедур. n = 21 (95,45 %)	Группа ПАК. Без доп-х процедур. n = 21 (37,5 %)	
ИК (мин)	151,05 ± 42,99	103,14 ± 28,62	p < 0,05
Пережатие Ао (мин)	118,38 ± 37,27	79,71 ± 21,59	p < 0,05

Примечание: ИК<sup>1</sup> – время искусственного кровообращения, ПАК – протезирование аортального клапана, ЗАП – задняя аортопластика, Ао<sup>4</sup> – время пережатия аорты.

Эхокардиографические исследования в непосредственном послеоперационном периоде показали мало отличающиеся результаты между выделенными группами по конечно-диастолическому объему левого желудочка, фракции выброса левого желудочка, ударному объему левого желудочка и показаны в таблице 6. Так, конечно-диастолический объем левого желудочка в группе с ЗАП был несколько меньше 99,18 ± 27,53 мл в сравнении с 100,87 ± 24,19 мл КДО ЛЖ в группе без ЗАП, (p > 0,05). Фракция выброса левого желудочка в группе с ЗАП была несколько меньше, 53,54 ± 4,53 % в сравнении с 55,04 ± 5,31 % ФВ ЛЖ в группе без ЗАП, (p > 0,05). Ударный объем левого желудочка в группе с выполненной ЗАП был несколько меньше, 51,78 ± 10,69 мл в сравнении с УО ЛЖ без ЗАП – 55,53 ± 14,41 мл в группе без ЗАП (p > 0,05).

Индекс ударного объема (мл/м<sup>2</sup>) был несколько выше – 29,0 ± 6,56 мл/м<sup>2</sup> группе с ЗАП в сравнении с 28,85 ± 7,81 мл/м<sup>2</sup> в группе без выполнения ЗАП (p > 0,05).

Пиковый градиент давления на клапане (mm Hg) у пациентов с ЗАП оказался значительно ниже – 20,77 ± 6,61 mm Hg в сравнении с 29,33 ± 8,2 mm Hg в группе без ЗАП, различие статистически достоверно (p < 0,05). Средний градиент давления на клапане (mm Hg) в группе с ЗАП также был значительно ниже – 10,61 ± 3,23 mm Hg в сравнении с 14,93 ± 4,29 mm Hg в группе без ЗАП, различие статистически достоверно (p < 0,05).

Таблица 6  
Table 6

Данные ЭХО-кардиографии при выписке послеоперационного периода в группах с задней аортопластикой и без нее  
ЕСНО-cardiography data at discharge in groups with and without posterior aortoplasty

	Группа с ЗАП	Группа без ЗАП	p
N	22 (28,2 %)	56 (71,8 %)	
КДО ЛЖ (мл)	99,18 ± 27,53	100,87 ± 24,19	p > 0,05
ФВ ЛЖ (%)	53,54 ± 4,53	55,04 ± 5,31	p > 0,05
УО ЛЖ (мл)	51,78 ± 10,69	55,53 ± 14,41	p > 0,05
Пиковый градиент на клапане (mm Hg)	20,77 ± 6,61	29,33 ± 8,2	p < 0,05
Средний градиент на клапане (mm Hg)	10,61 ± 3,23	14,93 ± 4,29	p < 0,05
Площадь поверхности тела (ППТ, м <sup>2</sup> )	1,83 ± 0,13	1,88 ± 0,137	p < 0,05
Индекс ударного объема (УО/ППТ, мл/м <sup>2</sup> )	29,0 ± 6,56	28,85 ± 7,81	p > 0,05

## Обсуждение

В последние годы в кардиохирургической практике драматически снизилась доля механических протезов в аортальной позиции в пользу биоклапанов, чья доля возросла с 50 % до 80 % [Chan et al., 2023]. Последние изменения в рекомендациях American Heart Association (2020) понизили возрастной коридор пациентов, которым приемлема имплантация биопротеза, – до 50–70 лет. Если ранее в возрастной группе до 65 лет однозначно показанным считался механический клапан, то в настоящее время уже в возрасте старше 50 лет выбор механического клапана считается оправданным и со стороны пациента, и со стороны кардиолога [Nishimura et al., 2020]. Это связано с совершенствованием методик производства биоклапанов: улучшением конструкции их каркасов и створок, а также методик обработки их биотканей.

Следующей важной причиной снижения частоты применения механических клапанов стало появление техники трансаортального протезирования АК, которая позволяет возможность повторной чрескожной имплантации биопротезов методом клапан-в-клапан. Правда, эта техника выполнима с хорошим гемодинамическим результатом только при первично имплантированном биопротезе большого размера [Blasi, 2021]. И так же, как и открытая хирургия имеет проблему пациент-протез несоответствия [León et al., 2019]. Соответственно, в настоящее время и в теме биопротезирования аортального клапана возникает запрос на первичную имплантацию каркасных протезов как можно большего размера, то есть 23 и большего, что требует применения техник расширения корня аорты задней аортопластикой [Bahlmann et al., 2021]. Также в пользу аортопластики и имплантации большего размера биопротеза в аортальную позицию говорит установленная связь между его размером и снижением скорости его тканевой дегенерации [Allen et al., 2019].

Главный недостаток механических протезов – антикоагуляции, что несет риски инфекционных, геморрагических и тромбоэмболических осложнений. Их преимущество в том, что из-за конструкционных особенностей при том же посадочном номере эффективная площадь отверстия клапана на 20–30 % больше, что выгоднее для регресса гипертрофии миокарда ЛЖ. Поэтому механические клапаны сохраняют свою долю в хирургическом лечении порока аортального клапана. Даже при большей, чем у биопротезов, эффективной площади отверстия протеза проблема ее недостаточности (протез-пациент несоответствия) сохраняется. И для механических клапанов также присуща необходимость выполнения расширяющей пластики корня аорты.

Последние исследования с вовлечением большого количества пациентов выявили большую частоту протез-пациент несоответствия при изолированном протезировании АК. По результатам исследований Bahlmann et al. [Bahlmann et al., 2021], частота ППН достигала 33 % и связана статистически достоверно с низким ростом, женским полом и азиатской популяцией. В обзорной статье с включением собственного опыта авторы обнаружили, что тяжелая степень ППН встречается в 2–20 % случаев изолированного ПАК в зависимости от размера имплантированных протезов [Pibarot et al., 2019]. У других авторов частота умеренного протез-пациент несоответствия колебалась между 27,9 % и 71 % у пациентов с изолированным протезированием АК [Iqbal et al., 2019]. Мультицентровый обзор показал, что тяжелое протез-пациент несоответствие находится в пределах 11 % и 22,8 % [Kindo et al., 2017; Aitaliyev et al., 2022]. Другое мультицентровое исследование также подтвердило актуальность проблемы ППН. По его данным, в отдаленном периоде в 35 % (n = 21,053) случаев ППН отсутствовало, в 54 % (n = 32,243) имелось умеренное ППН, и в 11 % (n = 6,483) имелось тяжелое ППН [Fallon et al., 2018]. В метаанализе, включавшем 13 исследований и 40 447 пациентов, 4 686 пациентов имели заднюю аортопластику, которая в среднем составила 11,6 % случаев, колеблясь от 4,1 % до 28,1 % в зависимости от размеров имплантированных протезов [Sá et al., 2021]. Таким образом, при протезировании АК хотя бы для преодоления пациент-протез несоответствия доля



операций с задней аортопластикой должна быть около 30 % при малом диаметре аортального кольца.

Госпитальная летальность в обеих наших группах, реоперации по поводу кровотечения из зоны реконструкции корня аорты при выполнении аортопластики отсутствовали. Также при выполнении аортопластики отсутствовали послеоперационные А-В блокады с необходимостью имплантации ЭКС. В группе стандартного протезирования имплантация ЭКС была выполнена в 2 случаях, 3,45 % (2/58 пациентов с ПАК без ЗАП). То есть не имело смысла сравнивать группы и подгруппы по этим показателям. Кроме того, подобное сравнение не являлось предметом изучения. Поэтому основное внимание в исследовании нами было уделено параметрам операционного процесса и сравнению данных эхокардиографии в выделенных группах.

Время пережатия аорты и искусственного кровообращения было статистически значимо больше в группе выполнения задней аортопластики. Эта разница имела как в общих группах, так и при выделении подгрупп, где выполнялось изолированное протезирование аортального клапана. Что закономерно, хотя время этих манипуляций велико в сравнении с описываемым авторами из крупных центров с большим потоком операций [Prendergast et al., 2021]. Наше время двух данных этапов оказалось именно таким по двум причинам. Мы начинали эти операции без исходного опыта и на нашем небольшом годовом потоке оперативных вмешательств, из-за чего применяли избыточные перестраховки и аккуратность. Также большую часть периода набора данных мы работали на дискретной кровяной кардиоплегии, что удлиняло и осложняло работу.

В нашей выборке пациентов, по данным дооперационной трансторакальной эхокардиографии, между выделенными двумя группами были получены практически полностью однонаправленные результаты. Дооперационные измерения КДО ЛЖ, ФВ ЛЖ, УО ЛЖ, толщины МЖП, толщины ЗСЛЖ, пикового и среднего градиентов на порочном клапане в группе с ЗАП были меньше, чем в группе стандартного ПАК без статистически значимой разницы. По единственному измерению КДР ЛЖ данные в подгруппе с ЗАП были незначительно больше, чем в подгруппе без выполнения ЗАП. Статистически достоверно меньшей была масса миокарда ЛЖ в группе с ЗАП в сравнении с группой без выполнения ЗАП. Очевидно, что меньшие размеры полостей и структур левого желудочка в этой группе объяснимы тем, что они прямо коррелировали со статистически достоверно меньшей площадью поверхности тела пациентов. В отсутствие статистически достоверных различий по большинству параметров эхокардиографии между выделенными группами при их однородности и однонаправленности было решено считать группы сопоставимыми и пригодными для статистической обработки.

После имплантации механического протеза в раннем послеоперационном периоде в подгруппе пациентов с ЗАП КДО ЛЖ был несколько меньше, чем в группе без ЗАП. Фракция выброса левого желудочка также была несколько меньше в группе с выполнением ЗАП. Ударный объем левого желудочка также был несколько меньше в подгруппе с выполнением ЗАП (все без статистической значимости). Однако величины пикового и среднего градиентов давления на клапанах в группе с ЗАП были значительно ниже в подгруппе с ЗАП (статистически достоверно). Индекс ударного объема был несколько выше в подгруппе с ЗАП (без статистической значимости). Индекс ударного объема ЛЖ является показателем периферической перфузии тканей и органов. Он также оказался лучше в группе пациентов с выполнением ЗАП.

По индексу Rashimtoola S.H. мы получили большую его величину в группе пациентов с выполнением ЗАП в сравнении с группой без ЗАП. Это означает, что с выполнением ЗАП удалось имплантировать оптимальный размер протеза с хорошей и большой площадью эффективного проходного отверстия. Большой средний размер ЭПО, большая величина индекса Rashimtoola S.H. (1978) предполагают более низкие градиенты давления на клапанах. А зна-

чит, и значительно лучшую сократительную функцию миокарда левого желудочка, более полный регресс его гипертрофии, а также, возможно, более низкий уровень тромботических осложнений с клапанами в группе с выполненной ЗАП.

Показательны результаты сравнения пикового и среднего градиентов на механических протезах. Даже если бы эти показатели были равными в группах задней аортопластики и стандартного протезирования аортального клапана, то это уже означало бы оправданность процедуры ЗАП. В том смысле, что без нее был бы имплантирован протез меньшего размера, а градиенты на нем были бы значительно выше. В данной ситуации пиковый и средний градиенты при ЗАП были даже статистически достоверно ниже, что свидетельствует о правильности выбора процедуры расширения корня аорты. И доказывает ее показательность при узком корне аорты и правильно выполненный нами отбор пациентов.

### Заключение

Таким образом, выполнение задней аортопластики позволяет вместить больший размер протеза, что позволяет снизить систолическую нагрузку на левый желудочек. Достоверно меньшие значения градиентов на клапанах после ЗАП свидетельствуют о правильности применения процедуры расширения корня аорты и ее показательности пациентам с узким корнем аорты. В нашем опыте доля операций задней аортопластики при узком аортальном кольце (17–21 мм) и использовании механических протезов составила 28,2 %. Этот результат соответствует международным данным. С учетом того, что в течение 9 лет наблюдения ни одному из пациентов с ЗАП не пришлось репротезировать клапан, доля этих операций может считаться достоверной.

### Список литературы

- Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. 2021. Всероссийское научное общество кардиологов. Клинические рекомендации по ведению, диагностике и лечению клапанных пороков сердца. Москва.
- Богачев-Прокофьев А.В., Сапегин А.В., Караськов А.М. 2017. Состояние и перспективы развития кардиохирургической помощи в Сибирском федеральном округе. Патология кровообращения и кардиохирургия. (4): 13–18. doi: 10.21688-1681-3472-2017-4-13-18
- Aitaliyev S., Rumbinaitė E., Mėlinytė-Ankudavičė K., Nekrošius R., Keturakis V., Benetis R. 2022. Early Outcomes of Patient-Prosthesis Mismatch Following Aortic Valve Replacement. *Perfusion*. Oct. 37(7): 692–699. doi:10.1177/02676591211023286.
- Allen K.B., Chhatriwalla A.K., Saxon J.T., Cohen D.J., Nguyen T.C., Webb J., Loyalka P., Bavry A.A., Rovin J.D., Whisenant B., Dvir D., Kennedy K.F., Thourani V., Lee R. 2019. Bioprosthetic Valve Fracture: Technical Insights from a Multicenter Study. *Bioprosthetic Valve Fracture Investigators*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* Nov;158(5): 1317–1328. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.01.073.
- Andronesi A.G., Camburu G., Diaconu C.C., Piuta L., Panaitescu E. 2022. Additional Prognostic Value of Tissue Doppler Evaluation in Patients with Aortic Stenosis and Left-Ventricular Systolic Dysfunction Undergoing Aortic Valve Replacement. *Medicina (Kaunas)*. Oct 7; 58(10): 1410. doi: 10.3390/medicina58101410.
- Bahlmann E., Einarsen E., Cramariuc D., Midtbø H., Mancusi C., Rossebø A., Willems S., Gerdtts E. 2021. Low Myocardial Energetic Efficiency is Associated with Increased Mortality in Aortic Stenosis. *Open Heart*. Aug; 8(2): e001720. doi: 10.1136/openhrt-2021-001720.
- Blasi S., Ravenni G., Celiento M., De Martino A., Milano A.D., Bortolotti U. 2020. Durability of the Mitroflow Pericardial Prosthesis; Influence of Patient-Prosthesis Mismatch and New Anticalcification Treatment. *Thorac. Cardiovasc. Surg.*; 68: 131–40. Antunes M.J.. Aortic Root Enlargement, Again and Again. *The Thoracic and Cardiovascular surgeon*, 2021 Feb;161(2): e158-e159. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.10.143.
- Chan J., Dimagli A., Fudulu D.P., Sinha S., Narayan P., Dong T., Angelini G.D. 2023. Trend and Early Outcomes in Isolated Surgical Aortic Valve Replacement in the United Kingdom. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. Jan 9; 9: 1077279. doi: 10.3389/fcvm.2022.1077279.



- León Del Pino, Ruíz Ortiz M., Delgado Ortega M., Sánchez Fernández J., Ferreiro Quero C., Durán Jiménez E., Romero Moreno M., Segura Saint-Gerons J., Ojeda Pineda S., Pan Álvarez-Ossorio M., Mesa Rubio D. 2019. Prosthesis-Patient Mismatch After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Prevalence and Medium Term Prognostic Impact. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. May;35(5): 827–836. doi: 10.1007/s10554-018-01519-z.
- Fallon J.M., DeSimone J.P., Brennan J.M., Sean O'Brien, Dylan P. Thibault, Anthony W. DiScipio, Philippe Pibarot, Jeffrey P. Jacobs, David J. Malenka. 2018. The Incidence and Consequence of Prosthesis-Patient Mismatch after Surgical Aortic Valve Replacement. *The Annals of Thoracic Surgery*. 106: 14–22. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.01.090
- Iqbal A., Panicker V.T., Karunakaran J. 2019. Patient Prosthesis Mismatch and its Impact on Left Ventricular Regression Following Aortic Valve Replacement in Aortic Stenosis Patients. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 35, 6–14. doi: 10.1007/s12055-018-0706-3
- Kindo M., Minh T.H., Perrier S., Petit-Eisenmann H., Bentz J., Cristinar M., Gharib Ajob, Collange O., Jean-Philippe Mazzucotelli. 2017. Impact of Prosthesispatient Mismatch on Early Haemodynamic Status after Aortic Valve Replacement. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 24: 48–54. doi: 10.1093/icvts/ivw303.
- Li S., Perry A.S. 2021. Optimal Threshold of Left Ventricular Ejection Fraction for Aortic Valve Replacement in Asymptomatic Severe Aortic Stenosis: A Systematic Review and Meta-Analysis / AS. Perry, S. Li// *Journal of the American Heart Association* V 10, № 7. doi: 10.1161/JAHA.120.020252.
- Micali L.R., Algargoosh S., Parise O., Parise G., Matteucci F., de Jong M., Moula A.I., Tetta C., Gelsomino S. 2021. Patient Survival in Severe Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis after Aortic Valve Replacement or Conservative Management. *J. Card. Surg. Mar*; 36(3): 1030–1039. doi: 10.1111/jocs.15209.
- Nishimura Rick A., Catherine M. Otto, Robert O. Bonow, Blase A. Carabello, John P. Erwin 3rd, Federico Gentile, Hani Jneid, Eric V. Krieger, Michael Mack, Christopher McLeod, Patrick T O'Gara, Vera H. Rigolin, Thoralf M. Sundt 3rd, Annemarie Thompson, Christopher Toly; ACC/AHA Joint Committee Members; Patrick T. O'Gara, Joshua A. Beckman, Glenn N. Levine, Sana M. Al-Khatib, Anastasia Armbruster, Kim K. Birtcher, Joaquin Cigarroa, Anita Deswal, Dave L. Dixon, Lee A. Fleisher, Lisa de las Fuentes, Federico Gentile, Zachary D. Goldberger, Bulent Gorenek, Norrisa Haynes, Adrian F. Hernandez, Mark A. Hlatky, José A. Joglar, W. Schuyler Jones, Joseph E. Marine, Daniel Mark, Latha Palaniappan, Mariann R. Piano, Erica S. Spatz, Jacqueline Tamis-Holland, Duminda N. Wijeyesundera, Y. Joseph Woo 2020. 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. *Circulation*.135: e1159-95. doi: 10.1016/j.jtcvs.2021.04.002
- Pibarot P., Magne J., Leipsic J., Côté N., Blanke P., Thourani V.H., Hahn R. 2019. Imaging for Predicting and Assessing Prosthesis-Patient Mismatch After Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging* 12(1): 149–162. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.10.020
- Prendergast B., Vahanian A. 2021. The 2021 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease: A New Template for Heart Teams and Their Patients. *Cardiovasc. Res.* 2022 Jan 7; 118(1): e11-e13. doi: 10.1093/cvr/cvab362.
- Rashimtoola S.H. The Problem of Valve Prosthesis-Patient Mismatch. *Circulation*. 1978.58: 20–24. doi: 10.1161/01.cir.58.1.20
- Sá M.P., Zhigalov K., Cavalcanti L.R.P., Neto A.C.E., Rayol S.C., Weymann A., Ruhparwar A., Lima R.C. 2021. Impact of Aortic Annulus Enlargement on the Outcomes of Aortic Valve Replacement: A Meta-Analysis. *Seminars in thoracic and Cardiovascular Surgery* 33(2): 316–325. doi:10.1053/j.semtcvs.2020.06.046.
- Srimurugan B., Krishna N., Jose R., Gopal K., Varma P.K. 2022. Aortic Root Widening: "pro et contra". *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Apr; 38 (Suppl 1): 91–100. doi: 10.1007/s12055-020-01125-6.
- <http://www.medeng.ru/>;<https://www.medtronic.com/>;<https://www.onxlti.com/>;<https://www.cardiovascular.abott/>

## References

- Assotsiatsiya serdechno-sosudistyykh khirurgov Rossii. 2021. Vserossiyskoe nauchnoe obshchestvo kardiologov. Klinicheskie rekomendatsii po vedeniy, diagnostike i lecheniyu klapannykh porokov serdtsa [Clinical Recommendations for the Management, Diagnosis and Treatment of Valvular Heart Defects]. Moscow.
- Bogachev-Prokofiev A.V., Karaskov A.M., Sapegin A.V. 2017. Sostoyanie i perspektivy razvitiya kardiokhirurgicheskoy pomoshchi v Sibirskom federal'nom okruge [Status and Prospects for the Development of Cardiac Surgical Care in the Siberian Federal District]. // *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. V. 21, No. 4.– P. 13–18. doi: 10.21688-1681-3472-2017-4-13-18
- Aitaliyev S., Rumbinaitė E., Mėlinytė-Ankudavičė K., Nekrošius R., Keturakis V., Benetis R. 2022. Early Outcomes of Patient-Prosthesis Mismatch Following Aortic Valve Replacement. *Perfusion*. Oct. 37(7): 692–699. doi:10.1177/02676591211023286.
- Allen K.B., Chhatrwalla A.K., Saxon J.T., Cohen D.J., Nguyen T.C., Webb J., Loyalka P., Bavry A.A., Rovin J.D., Whisenant B., Dvir D., Kennedy K.F., Thourani V., Lee R. 2019. Bioprosthetic Valve Fracture: Technical Insights from a Multicenter Study. *Bioprosthetic Valve Fracture Investigators*. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. Nov;158(5): 1317–1328. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.01.073.
- Andronesi A.G., Camburu G., Diaconu C.C., Iliuta L., Panaitescu E. 2022. Additional Prognostic Value of Tissue Doppler Evaluation in Patients with Aortic Stenosis and Left-Ventricular Systolic Dysfunction Undergoing Aortic Valve Replacement. *Medicina (Kaunas)*. Oct 7; 58(10): 1410. doi: 10.3390/medicina58101410.
- Bahlmann E., Einarsen E., Cramariuc D., Midtbø H., Mancusi C., Rossebø A., Willems S., Gerds E. 2021. Low Myocardial Energetic Efficiency is Associated with Increased Mortality in Aortic Stenosis. *Open Heart*. Aug; 8(2): e001720. doi: 10.1136/openhrt-2021-001720.
- Blasi S., Ravenni G., Celiento M., De Martino A., Milano A.D., Bortolotti U. 2020. Durability of the Mitroflow Pericardial Prosthesis; Influence of Patient-Prosthesis Mismatch and New Anticalcification Treatment. *Thorac. Cardiovasc. Surg.*; 68: 131–40. Antunes M.J.. Aortic Root Enlargement, Again and Again. *The Thoracic and Cardiovascular surgeon*, 2021 Feb;161(2): e158-e159. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.10.143.
- Chan J., Dimagli A., Fudulu D.P., Sinha S., Narayan P., Dong T., Angelini G.D. 2023. Trend and Early Outcomes in Isolated Surgical Aortic Valve Replacement in the United Kingdom. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. Jan 9; 9: 1077279. doi: 10.3389/fcvm.2022.1077279.
- León Del Pino, Ruíz Ortiz M., Delgado Ortega M., Sánchez Fernández J., Ferreira Quero C., Durán Jiménez E., Romero Moreno M., Segura Saint-Gerons J., Ojeda Pineda S., Pan Álvarez-Ossorio M., Mesa Rubio D. 2019. Prosthesis-Patient Mismatch After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Prevalence and Medium Term Prognostic Impact. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. May;35(5): 827–836. doi: 10.1007/s10554-018-01519-z.
- Fallon J.M., DeSimone J.P., Brennan J.M., Sean O'Brien, Dylan P. Thibault, Anthony W. DiScipio, Philippe Pibarot, Jeffrey P. Jacobs, David J. Malenka. 2018. The Incidence and Consequence of Prosthesis-Patient Mismatch after Surgical Aortic Valve Replacement. *The Annals of Thoracic Surgery*. 106: 14–22. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.01.090
- Iqbal A., Panicker V.T., Karunakaran J. 2019. Patient Prosthesis Mismatch and its Impact on Left Ventricular Regression Following Aortic Valve Replacement in Aortic Stenosis Patients. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 35, 6–14. doi: 10.1007/s12055-018-0706-3
- Kindo M., Minh T.H., Perrier S., Petit-Eisenmann H., Bentz J., Cristinar M., Gharib Ajob, Collange O., Jean-Philippe Mazzucotelli. 2017. Impact of Prosthesispatient Mismatch on Early Haemodynamic Status after Aortic Valve Replacement. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 24: 48–54. doi: 10.1093/icvts/ivw303.
- Li S., Perry A.S. 2021. Optimal Threshold of Left Ventricular Ejection Fraction for Aortic Valve Replacement in Asymptomatic Severe Aortic Stenosis: A Systematic Review and Meta-Analysis / AS. Perry, S. Li// *Journal of the American Heart Association* V 10, № 7. doi: 10.1161/JAHA.120.020252.
- Micali L.R., Algargoosh S., Parise O., Parise G., Matteucci F., de Jong M., Moula A.I., Tetta C., Gelsomino S. 2021. Patient Survival in Severe Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis after Aortic Valve Replacement or Conservative Management. *J. Card. Surg.* Mar; 36(3): 1030–1039. doi: 10.1111/jocs.15209.





- Nishimura Rick A., Catherine M. Otto, Robert O. Bonow, Blase A. Carabello, John P. Erwin 3rd, Federico Gentile, Hani Jneid, Eric V. Krieger, Michael Mack, Christopher McLeod, Patrick T O'Gara, Vera H. Rigolin, Thoralf M. Sundt 3rd, Annemarie Thompson, Christopher Toly; ACC/AHA Joint Committee Members; Patrick T. O'Gara, Joshua A. Beckman, Glenn N. Levine, Sana M. Al-Khatib, Anastasia Armbruster, Kim K. Birtcher, Joaquin Cigarroa, Anita Deswal, Dave L. Dixon, Lee A. Fleisher, Lisa de las Fuentes, Federico Gentile, Zachary D. Goldberger, Bulent Gorenek, Norrisa Haynes, Adrian F. Hernandez, Mark A. Hlatky, José A. Joglar, W. Schuyler Jones, Joseph E. Marine, Daniel Mark, Latha Palaniappan, Mariann R. Piano, Erica S. Spatz, Jacqueline Tamis-Holland, Duminda N. Wijesundera, Y. Joseph Woo 2020. 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. *Circulation*.135: e1159-95. doi: 10.1016/j.jtcvs.2021.04.002
- Pibarot P., Magne J., Leipsic J., Côté N., Blanke P., Thourani V.H., Hahn R. 2019. Imaging for Predicting and Assessing Prosthesis-Patient Mismatch After Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging* 12(1): 149–162. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.10.020
- Prendergast B., Vahanian A. 2021. The 2021 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease: A New Template for Heart Teams and Their Patients. *Cardiovasc. Res.* 2022 Jan 7; 118(1): e11-e13. doi: 10.1093/cvr/cvab362.
- Rashimtoola S.H. The Problem of Valve Prosthesis-Patient Mismatch. *Circulation*. 1978.58: 20–24. doi: 10.1161/01.cir.58.1.20
- Sá M.P., Zhigalov K., Cavalcanti L.R.P., Neto A.C.E., Rayol S.C., Weymann A., Ruhparwar A., Lima R.C. 2021. Impact of Aortic Annulus Enlargement on the Outcomes of Aortic Valve Replacement: A Meta-Analysis. *Seminars in thoracic and Cardiovascular Surgery* 33(2): 316–325. doi:10.1053/j.semctvs.2020.06.046.
- Srimurugan B., Krishna N., Jose R., Gopal K., Varma P.K. 2022. Aortic Root Widening: "pro et contra". *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Apr; 38 (Suppl 1): 91–100. doi: 10.1007/s12055-020-01125-6.
- <http://www.medeng.ru/>;<https://www.medtronic.com/>;<https://www.onxlti.com/>;[https://www.cardiovascular.abbott/](https://www.cardiovascularabbott/)

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 18.04.2024

Received April 18, 2024

Поступила после рецензирования 14.10.2024

Revised October 14, 2024

Принята к публикации 17.10.2024

Accepted October 17, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Сазоненков Максим Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, сердечно-сосудистый хирург, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0003-1989-7842](https://orcid.org/0000-0003-1989-7842)

**Maxim A. Sazonenkov**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Cardiovascular Surgeon, St. Joseph Belgorod Regional Clinical Hospital, Belgorod, Russia


**Татаринцев Андрей Михайлович**, аспирант, хирург, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0002-5396-5784](https://orcid.org/0000-0002-5396-5784)


**Andrey M. Tatarintsev**, Postgraduate Student, Surgeon, St. Joseph Belgorod Regional Clinical Hospital, Belgorod, Russia




**Москалёв Андрей Сергеевич**, аспирант кафедры госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0002-0348-1503](https://orcid.org/0000-0002-0348-1503)

**Исмаев Хушбахтджон Хасанович**, аспирант кафедры госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0003-4335-5365](https://orcid.org/0000-0003-4335-5365)

**Клименко Людмила Сергеевна**, кардиолог, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0001-7623-387X](https://orcid.org/0000-0001-7623-387X)

**Москалёва Дарья Дмитриевна**, аспирант кафедры факультетской терапии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0007-6743-3758](https://orcid.org/0009-0007-6743-3758)

**Andrey S. Moskalev**, Postgraduate Student at the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Khushbakhtdjon H. Ismatov**, Postgraduate Student at the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Ludmila S. Klimenko**, Cardiologist, St. Joseph Belgorod Regional Clinical Hospital, Belgorod, Russia

**Darya D. Moskaleva**, Postgraduate Student of the Department of Faculty Therapy, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia