

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ ЗАМЕНЫ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА ПРИ СОПУТСТВУЮЩЕМ РАСШИРЕНИИ ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА АОРТЫ

В.В. Базылев^{1,2}, А.Б. Воеводин^{1,2}, *А.С. Масютин¹, А.А. Мартынов¹, А.А. Кузнецова¹, М.П. Пател^{1,2}¹ ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России² ФГБУ ВО «Пензенский государственный университет». Медицинский институт, кафедра хирургии

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Масютин Алексей Сергеевич (Alexey S. Masyutin), e-mail: vgeniam2014@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Цель: оценить динамику изменения диаметра исходно расширенного восходящего отдела и корня аорты в сроки до 6,5 лет после процедуры ТИАК.**Материалы и методы:** в одноцентровое ретроспективное исследование включено 50 пациентов с диагнозом «Тяжелый аортальный стеноз», перенесших процедуру ТИАК, которые имели дооперационный размер восходящего отдела аорты ≥ 40 мм и ≤ 50 мм. Максимальный период отдаленного наблюдения составил 6,5 лет, средний срок наблюдения - 40 месяцев. Первичной конечной точкой являлся факт изменения размеров восходящего отдела и корня аорты после проведения процедуры ТИАК по данным ЭхоКГ.**Результаты:** в исследуемой когорте максимальный диаметр восходящей аорты статистически незначимо уменьшился в отдаленном периоде ($42,28 \pm 2,12$ мм против $41,84 \pm 3$ мм соответственно, $p=0,2$). Диаметр на уровне синусов Вальсальвы статистически незначимо увеличился ($35,66 \pm 3,65$ мм против $35,82 \pm 4,05$ мм соответственно, $p=0,72$). Отмечается статистически значимое увеличение диаметра в отдаленном периоде на уровне синотубулярного соединения ($31,32 \pm 4,53$ мм против $33 \pm 5,23$ мм соответственно, $p=0,01$). По результатам регрессии Кокса, предикторов увеличения размеров синотубулярного соединения в отдаленном периоде не выявлено.**Заключение:** в группе пациентов с исходно имеющимся расширением восходящей аорты в срок до 6,5 лет после выполнения ТИАК с использованием баллонорасширяемого протеза «МедЛАБ-КТ» не отмечено значимого увеличения диаметра данного отдела. Выявлена тенденция к увеличению в отдаленном периоде после вмешательства диаметра синотубулярного соединения; при проведении регрессионного анализа Кокса независимых предикторов расширения данного элемента корня аорты не выявлено.**Ключевые слова:** транскатетерная имплантация аортального клапана, аортальный стеноз, расширение восходящего отдела аорты.**Для цитирования.** В.В. Базылев, А.Б. Воеводин, А.С. Масютин, А.А. Мартынов, А.А. Кузнецова, М.П. Пател, «ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ ЗАМЕНЫ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА ПРИ СОПУТСТВУЮЩЕМ РАСШИРЕНИИ ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА АОРТЫ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(2): 26–32.

LONG-TERM RESULTS OF TRANSCATHETER AORTIC VALVE REPLACEMENT FOR CONCOMITANT DILATATION OF THE ASCENDING AORTA

Vladlen V. Bazylev^{1,2}, Andrey B. Voevodin^{1,2}, *Alexsey S. Masyutin, Aleksandr A. Martynov¹, Alena A. Kuznetsova¹, Mihir Patel Premal^{1,2}¹FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery», Ministry of Health of Russia²FSBI of HE Penza State University. Medical Institute, Department of Surgery

ABSTRACT

Aim: to evaluate the dynamics of changes in the diameter of the initially dilated ascending aorta and aortic root up to 6.5 years after the TAVI procedure.**Materials and methods:** a single-center retrospective study included 50 patients diagnosed with severe aortic stenosis who underwent TAVI and had a preoperative ascending aorta size of ≥ 40 mm and ≤ 50 mm. The maximum follow-up period was 6.5 years; the average follow-up period was 40 months. The primary endpoint was the fact of changes in the sizes of the ascending aorta and aortic root after the TAVI procedure according to echocardiography.**Results:** in the study cohort, the maximum diameter of the ascending aorta statistically insignificantly decreased in the remote period (42.28 ± 2.12 mm versus 41.84 ± 3 mm, respectively, $p=0.2$). The diameter at the level of the sinuses of Valsalva increased statistically insignificantly (35.66 ± 3.65 mm versus 35.82 ± 4.05 mm, respectively, $p=0.72$). There was a statistically significant increase in the diameter in the remote period at the level of the sinotubular junction (31.32 ± 4.53 mm versus 33 ± 5.23 mm, respectively, $p=0.01$). According to the results of Cox regression, no predictors of an increase in the size of the sinotubular junction in the remote period were found.**Conclusion:** in the group of patients with initially existing dilation of the ascending aorta, no significant increase in the diameter of this section was noted up to 6.5 years after TAVI using the MedLAB-KT balloon-expandable prosthesis. A tendency towards an increase in the diameter of the sinotubular junction in the remote period after the intervention was revealed; Cox regression analysis did not reveal any independent predictors of dilation of this aortic root element.**Keywords:** transcatheter aortic valve implantation, aortic stenosis, dilation of the ascending aorta.

ВВЕДЕНИЕ

Аортальный стеноз (АС) часто ассоциируется с расширением восходящего отдела аорты [1-3]. Согласно данным клинических рекомендаций расширением восходящей аорты у взрослых считается её диаметр ≥ 40 мм [4]. Степень расширения определяет необходимость вмешательства на восходящей аорте во время открытого протезирования аортального клапана (АоК). Так, вмешательство на восходящем отделе аорты как при трёхстворчатом, так и при двухстворчатом АоК показано при диаметре любого из её сегментов >45 мм и наличии показаний к протезированию АоК [5-7]. Если для пациентов, отобранных на открытую операцию, существуют четкие границы для вмешательства на восходящем отделе аорты, то вопрос с пациентами, направленными на транскатетерную имплантацию аортального клапана (ТИАК), остается открытым.

В доступной литературе имеются противоречивые сведения: по некоторым сведениям размер восходящей аорты продолжает увеличиваться после ТИАК, независимо от исходной анатомии клапана [8-10]. Стоит отметить, что существует и полностью противоположное утверждение, что ТИАК может предотвратить дальнейшее прогрессирование диаметра аорты как у пациентов с двухстворчатым, так и у пациентов с трехстворчатым АоК путем коррекции гемодинамических нарушений [11,12].

Ввиду противоречивости имеющихся мировых исследований, возникает необходимость в дальнейшем анализе данной проблемы.

Цель исследования: оценить динамику изменения диаметра исходно расширенного восходящего отдела и корня аорты в сроки до 6,5 лет после процедуры ТИАК.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено одноцентровое ретроспективное исследование. Критерием включения была плановая ТИАК, выполненная по поводу тяжелого аортального стеноза. При анализе общей когорты пациентов, прошедших лечение в клинике за период с 2015 по 2024 гг., было выявлено 505 участников, соответствовавших данному признаку.

Критериями исключения являлись: диаметр восходящего отдела аорты на момент выполнения ТИАК ≤ 40 мм и ≥ 50 мм; кардиохирургические вмешательства в анамнезе; резидуальная парапротезная аортальная недостаточность после ТИАК выше первой степени. После исключения из исследования пациентов, соответствующих перечисленным признакам, в группе осталось 50 участников.

Дизайн исследования рассмотрен и одобрен локальным этическим комитетом ФЦССХ (протокол № 121 от 17.10.2024 г.).

Отбором пациентов на процедуру ТИАК занималась мультидисциплинарная команда, включающая сердечно-сосудистых хирургов, врачей по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, кардиологов.

Морфология корня аорты, подвздошно-бедренного артериального сегмента описывалась с помощью компьютерной томографии и эхокардиографии (ЭхоКГ).

Критерии включения в исследование:

- дооперационный размер восходящего отдела аорты ≥ 40 мм;
- период наблюдения ≥ 12 месяцев.

Критерии исключения:

- дооперационный размер восходящего отдела аорты >50 мм;
- имевшиеся в анамнезе открытые кардиохирургические вмешательства;
- повторное проведение процедуры ТИАК в период наблюдения;
- стеноз или недостаточность на протезе выше первой степени.

Показанием для выполнения ТИАК служил симптомный выраженный стеноз АоК (площадь эффективного отверстия $\leq 1,0$ см², средний градиент ≥ 40 мм рт. ст.).

Все операции проводились в гибридной операционной, в условиях комбинированного эндотрахеального наркоза. Выбор размера протеза осуществлялся хирургом на основании исследований: ЭхоКГ, компьютерной томографии корня аорты и интраоперационной аортографии.

Возможность ТИАК «МедЛАБ-КТ» определялась наличием совокупности следующих критериев: кальцинированный АоК; расстояние от уровня фиброзного кольца АоК до устьев коронарных артерий не менее 10 мм (при низком расположении одного из них или обоих устьев велик риск окклюзии вследствие перекрытия элементом протеза или нативной створкой, поджатой стентом клапана); диаметр фиброзного кольца АоК не менее 18 мм и не более 25 мм [13].

К противопоказаниям к ТИАК «МедЛАБ-КТ» были отнесены следующие морфологические критерии: неклапанный АС; ширина корня аорты на уровне синусов Вальсальвы менее 27 мм; высота синусов Вальсальвы менее 15 мм; наличие внутрисердечных новообразований, тромбов или вегетаций.

Пациентам (n=47) из исследуемой группы ТИАК была выполнена транспикальным доступом, трем – трансфеморальным. Во всех случаях выполнялась имплантация баллонорасширяемого транскатетерного протеза АоК «МедЛАБ-КТ». Исходная характеристика пациентов представлена в **таблице 1**.

Как следует из **таблицы 1**, большинство участников исследования относились к пожилой возрастной группе; соотношение пациентов женского (48%) и мужского (52%) пола было близко к равному. Пациенты в большинстве своём относились к когорте высокого хирургического риска.

Во всех случаях сразу после операции отмечалось значительное улучшение гемодинамических показателей на АоК по данным ЭхоКГ.

Таблица 1. Исходная характеристика пациентов
Table 1. Baseline characteristics of patients

Показатель/ Parameter n= 50	ТИАК
Возраст (лет), M±SD/ Age (years), M±SD	73,3±5,3
Женщины, n (%) / Women, n (%)	24 (48%)
Ожирение 1 степени, n (%) / Obesity grade 1, n (%)	9 (18%)
Ожирение 2 степени, n (%) / Obesity grade 2, n (%)	9 (18%)
Ожирение 3 степени, n (%) / Obesity grade 3, n (%)	4 (8%)
Синкопальное состояние, n (%) / Syncope, n (%)	10 (18,5%)
ИБС, n (%) / Coronary heart disease, n (%)	20 (40%)
Сахарный диабет, n (%) / Diabetes melitus, n (%)	12 (24%)
EuroScore II, M±SD	9,17±2,5
Данные ЭхоКГ/ EchoCG data	
КДО (мл), M±SD/ EDV (ml), M±SD/	115±42,8
ФВ (%), M±SD/ EF (%), M±SD	60,8±12,3
Площадь отверстия АоК (см ²) до операции, M±SD/ AV area (cm ²) before surgery, M±SD	0,7±0,17
Толщина МЖП (мм), M±SD/ Thickness of the IVS (mm), M±SD/	14,6 ±2,24
Пиковый градиент (мм рт. ст.), M±SD/ Peak gradient (mmHg), M±SD	80,5 ±20,2
Средний градиент (мм рт. ст.), M±SD/ Mean gradient (mmHg), M±SD	46,6 ±12
Данные КТ корня и восходящего отдела аорты/ CT data of the root and ascending aorta	
ФК АоК (мм), M±SD/ AA of AV (mm), M±SD	22,9 ±2,06
Двустворчатый АоК, n (%) / Bicuspid AV, n (%)	8 (16%)
Диаметр восходящего отдела аорты (мм), M±SD/ Diameter of the ascending aorta (mm), M±SD	42,2 ±2,1
Диаметр синотубулярного соединения (мм), M±SD/ Sinotubular junction diameter (mm), M±SD	31,3 ±4,5
Диаметр синусов Вальсальвы (мм), M±SD/ Diameter of sinuses of Valsalva (mm), M±SD	35,7 ±3,7

Примечание: M±SD – среднее ± стандартное отклонение, ЭхоКГ – эхокардиография, КДО – конечный диастолический объем, ФВ – фракция выброса, АоК – аортальный клапан, ФК – фиброзное кольцо, МЖП – межжелудочковая перегородка, ИБС – ишемическая болезнь сердца.

Note: M±SD – mean ± standard deviation, EchoCG – echocardiography, EDV – end-diastolic volume, EF – ejection fraction, AV – aortic valve, AA – aortic annulus, IVS – interventricular septum, CHD – coronary heart disease.

Таблица 2. Размеры корня и восходящего отдела аорты до ТИАК и в отдалённом периоде наблюдения после вмешательства
Table 2. Dimensions of the root and ascending aorta before TAVI and in the long-term follow-up period after the intervention

Параметр/Parameters	До процедуры ТИАК / Before the TAVI procedure	После процедуры ТИАК / After the TAVI procedure	Т-критерий Стьюдента/ Student's T-test	p
Диаметр восходящего отдела аорты, мм/ Diameter of the ascending aorta, mm	4,28 ±2,12	41,84±3,0	1,310	0,2
Синотубулярное соединение, мм/ Sino-tubular junction, mm	31,32 ±4,53	33±5,23	2,644	0,01
Синусы Вальсальвы, мм/ Sinuses of Valsalva, mm	35,66 ±3,65	35,82±4,05	0,350	0,72

Примечание: ТИАК – транскатетерная имплантация аортального клапана.

Note: TAVI – transcatheter aortic valve implantation.

Статистический анализ

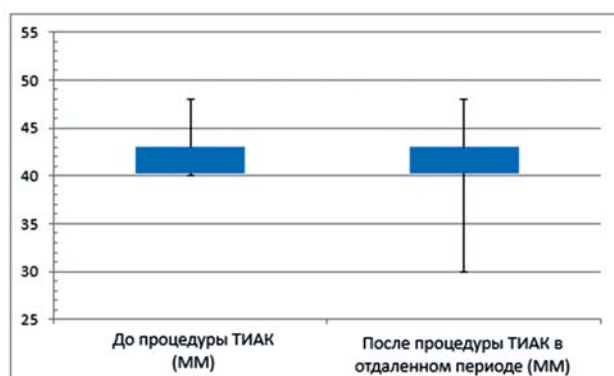
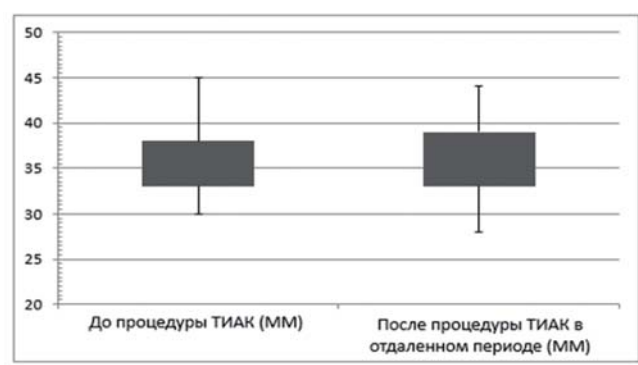
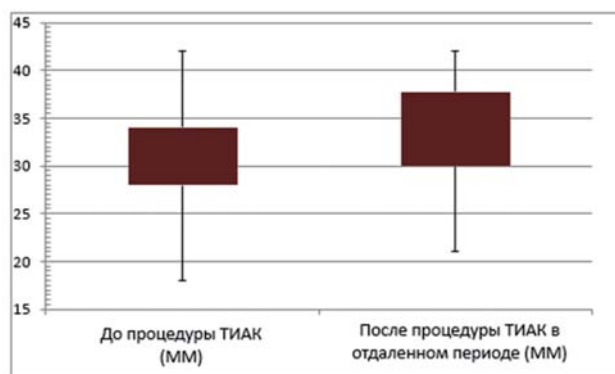
Статистическая обработка материала выполнялась с использованием пакета программного обеспечения SPSS версии 29 (SPSS, Chicago, IL, USA) MedCalc (Ostend Belgium), OpenMeta [Analyst] и JMP 7 (JMP Statistical Discovery LLC). Выполнена проверка всех количественных переменных на тип распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка, графически — с помощью квантильных диаграмм, а также

показателей асимметрии и эксцесса. Центральные тенденции и рассеяния количественных признаков, имеющие приближенно нормальное распределение, описывали в форме среднего значения и стандартного отклонения (M±SD). Критический уровень значимости взят за 0,05. Количественные переменные оценивались с помощью теста Стьюдента для зависимых выборок при нормальном распределении, в остальных случаях использовался непараметрический

Таблица 3. Результаты регрессии Кокса для зависимости степени увеличения размеров синотубулярного соединения от возраста пациента и наличия двустворчатого АК

Table 3. Results of Cox regression for the dependence of the degree of increase in the size of the sinotubular junction on the patient's age and the presence of a bicuspid AV

Показатель/ Indicator	OP/OR	Значимость/ Significance	ДИ 95,0% для Exp(B) Нижняя/ CI 95.0% for Exp(B) Lower	ДИ 95,0% для Exp(B) Верхняя/ CI 95.0% for Exp(B) Upper
Возраст/Age	1,078	0,186	0,964	1,204
Двустворчатый AoK/ Bicuspid AV	2,276	0,145	0,753	6,880

Примечание: AoK - аортальный клапан, OP – отношение рисков, ДИ – доверительный интервал.**Note:** AV – aortic valve, OR – odds ratio, CI – confidence interval.**Рис. 1.** Динамика расширения восходящего отдела аорты у пациентов после процедуры ТИАК в отдаленном периоде.**Fig. 1.** Dynamics of expansion of the ascending aorta in patients after TAVI procedure in the late period.**Рис. 2.** Динамика расширения синусов Вальсальвы у пациентов после процедуры ТИАК в отдаленном периоде.**Fig. 2.** Dynamics of expansion of the sinuses of Valsalva in patients after the TAVI procedure in the late period.**Рис. 3.** Динамика расширения синотубулярного соединения у пациентов после процедуры ТИАК в отдаленном периоде.**Fig. 3.** Dynamics of sinotubular junction expansion in patients after TAVI procedure in the late period.

Т-критерий Вилкоксона. Качественные переменные оценивались с помощью критерия хи-квадрат.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За период исследования 50 пациентов перенесли изолированную ТИАК. Максимальный период отдалённого наблюдения составил 6,5 лет, средний срок наблюдения - 40

месяцев. Размеры элементов корня и восходящего отдела аорты до и после вмешательства представлены в **таблице 2**. В исследуемой когорте максимальный диаметр восходящей аорты статистически незначимо уменьшился в отдаленном периоде ($42,28 \pm 2,12$ мм против $41,84 \pm 3$ мм соответственно, $p=0,2$) (**рис. 1**).

Следует упомянуть статистически незначимое увеличение диаметра на уровне синусов Вальсальвы ($35,66 \pm 3,65$ мм против $35,82 \pm 4,05$ мм соответственно, $p=0,72$) (**рис. 2**).

Необходимо отметить, что в отдаленном периоде выявлено статистически значимое увеличение диаметра на уровне синотубулярного соединения ($31,32 \pm 4,53$ мм против $33 \pm 5,23$ мм соответственно, $p=0,01$) (**рис. 3**).

В качестве возможных независимых предикторов увеличения размеров синотубулярного соединения в отдаленном периоде методом регрессии Кокса были исследованы значение возраста пациента и наличие двустворчатого AoK. Результаты регрессионного анализа представлены в **таблице 3**.

По результатам регрессии, предикторов увеличения размеров синотубулярного соединения в отдаленном периоде не выявлено.

ОБСУЖДЕНИЕ

По сведениям различных авторов, АС может сопровождаться расширением восходящего отдела аорты в части пациентов, достигающей половины случаев; исходя из этого, определение оптимальной тактики ведения постстенотической дилатации аорты является актуальным вопросом [1, 2].

Размер восходящей аорты меняется на протяжении всей жизни. Средняя скорость увеличения восходящей аорты в популяции с трехстворчатым АоК составляет 0,15-0,20 мм/год [6, 14-17]. У пациентов при нормально функционирующем двустворчатом АоК скорость роста восходящего отдела аорты составляет 0,39-0,77 мм/год, что в 2-4 раза быстрее, чем у здоровых пациентов с трехстворчатым клапаном [10].

В мировой литературе имеются противоречивые данные. По данным Yu-xin He и соавт. диаметр восходящего отдела аорты значительно увеличился после ТИАК как в группе пациентов с двустворчатым АоК ($43,7 \pm 4,4$ мм против $44,0 \pm 4,5$ мм; $p < 0,001$), так и в группе с трехстворчатым АоК ($39,1 \pm 4,8$ мм против $39,7 \pm 5,1$ мм; $P < 0,001$) [8]. Wen-Yu Lv и соавт. сообщили о небольшом уменьшении восходящей аорты при однолетнем наблюдении после ТИАК (4,07 см [IQR, 3,76-4,54 см] против 4,06 см

[IQR, 3,74-4,51 см]; $p = 0,04$) и пришли к выводу, что ТИАК может предотвратить дальнейшее прогрессирование расширения восходящего отдела аорты [11, 12].

В представленном исследовании в отдаленном периоде после процедуры ТИАК не отмечено прогрессирования дилатации восходящей аорты и синусов Вальсальвы ($42,28 \pm 2,12$ мм против $41,84 \pm 3$ мм соответственно, $p = 0,2$). Однако происходит значимое увеличение диаметра синотубулярного соединения ($31,32 \pm 4,53$ мм против $33 \pm 5,23$ мм соответственно, $p = 0,01$).

ВЫВОДЫ

1. В группе пациентов с исходно имеющимся расширением восходящей аорты в срок до 6,5 лет после выполнения ТИАК с использованием баллонорасширяемого протеза «МедЛАБ-КТ» не отмечено значимого увеличения диаметра данного отдела.
2. Выявлена тенденция к увеличению в отдаленном периоде после вмешательства диаметра синотубулярного соединения; при проведении регрессионного анализа Кокса независимых предикторов расширения данного элемента корня аорты не выявлено. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gaudino M., Anselmi A., Morelli M. et al. Aortic expansion rate in patients with dilated post-stenotic ascending aorta submitted only to aortic valve replacement long-term follow-up. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58:581-584. DOI: [10.1016/j.jacc.2011.03.040](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.03.040).
2. Rylski B., Szeto W.Y., Bavaria J.E. et al. Transcatheter aortic valve implantation in patients with ascending aortic dilatation: safety of the procedure and mid-term follow-up. *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2014; 46(2): 228-233. DOI: [10.1093/ejcts/ezt594](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt594).
3. Michelen H.I., Khanna A.D., Mahoney D. et al. Incidence of aortic complications in patients with bicuspid aortic valves. *JAMA.* 2011; 306(10): 1104-12. DOI: [10.1001/jama.2011.1286](https://doi.org/10.1001/jama.2011.1286).
4. Isselbacher E.M., Preventza O., Hamilton Black J. 3rd et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022; 13: 146(24):e334-e482. DOI: [10.1161/CIR.0000000000001106](https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001106).
5. Белов Ю.В., Базылев В.В., Россейкин Е.В., Вачев С.А. Аорто-ассоциированные осложнения в кардиохирургии. Москва, ИД «КРАСНАЯ ПЛОЩАДЬ», 2017. 206 с. ISBN 978-5-901904-10-7.
6. Tsutsumi K., Hashizume K., Inoue Y. Natural history of the ascending aorta after aortic valve replacement: risk factor analysis for late aortic complications after aortic valve replacement. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 64(5): 243-50. DOI: [10.1007/s11748-015-0617-9](https://doi.org/10.1007/s11748-015-0617-9).
7. Etz C.D., Zoli S., Brenner R. et al. When to operate on the bicuspid valve patient with a modestly dilated ascending aorta. *Ann Thorac Surg.* 2010; 90(6): 1884-90. DOI: [10.1016/j.athoracsur.2010.06.115](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.06.115). discussion: 1891-2.
8. He Y.X., Fan J.Q., Zhu Q.F. et al. Ascending aortic dilatation rate after transcatheter aortic valve replacement in patients with bicuspid and tricuspid aortic stenosis: A multidetector computed tomography follow-up study. *World J Emerg Med.* 2019; 10(4): 197-204. DOI: [10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.001](https://doi.org/10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.001).
9. Feng D., Zhao J., Niu G. et al. Outcomes for patients undergoing transcatheter aortic valve replacement with ascending aorta dilation. *Int J Cardiol.* 2024; 405(15): 131-948. DOI: [10.1016/j.ijcard.2024.131948](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2024.131948).
10. He Y.X., Fan J.Q., Zhu Q.F. et al. Ascending aortic dilatation rate after transcatheter aortic valve replacement in patients with bicuspid and tricuspid aortic stenosis: a multidetector computed tomography follow-up study. *World J Emerg Med.* 2019; 10(4): 197-204. DOI: [10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.001](https://doi.org/10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.001).
11. Lv W.Y., Zhao Z.G., Li S.J., Li Y.J., Liao Y.B., Ou Y.W., Feng Y, Chen M. Progression of the Ascending Aortic Diameter After Transcatheter Aortic Valve Implantation: Based on Computed Tomography Images. *J Invasive Cardiol.* 2019; 31(8): E234-E241.
12. Jung J.H., Kim H.K., Park J.B. et al. Progression of ascending aortopathy may not occur after transcatheter aortic valve replacement in severe bicuspid aortic stenosis. *Korean J Intern Med.* 2019; 36(2): 332-341. DOI: [10.3904/kjim.2019.089](https://doi.org/10.3904/kjim.2019.089).
13. Базылев В.В., Воеводин А.Б., Масютин А.С., Мартынов А.А. «Транскатетерный протез клапана со створками

сиз политетрафторэтилена в лечении структурной патологии сердца». Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2025; 1(1): 29-36x

14. Hager A., Kaemmerer H., Rapp-Bernhardt U. et al. Diameters of the thoracic aorta throughout life as measured with helical computed tomography. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002; 123(6): 1060–6. DOI:10.1067/mtc.2002.122310.

15. Wolak A., Gransar H., Thomson L.E. et al. Aortic size assessment by noncontrast cardiac computed tomography: normal limits by age, gender, and body surface

area. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2008; 1(2): 200–9. DOI: 10.1016/j.jcmg.2007.11.005.

16. Hannuksela M., Lundqvist S., Carlberg B. Thoracic aorta-dilated or not? *Scand Cardiovasc J.* 2006; 40(3): 175–8. DOI:10.1080/14017430600565999.

17. Bunting K.V., Steeds R.P., Slater K. et al. A Practical Guide to Assess the Reproducibility of Echocardiographic Measurements. *J Am Soc Echocardiogr.* 2019; 32(12): 1505-1515. DOI:https://doi.org/10.1016/j.echo.2019.08.015.

REFERENCES

1. Gaudino M., Anselmi A., Morelli M. et al. Aortic expansion rate in patients with dilated post-stenotic ascending aorta submitted only to aortic valve replacement long-term follow-up. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58 : 581-584. DOI:10.1016/j.jacc.2011.03.040.

2. Ryłski B., Szeto W.Y., Bavaria J.E. et al. Transcatheter aortic valve implantation in patients with ascending aortic dilatation: safety of the procedure and mid-term follow-up. *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2014; 46(2): 228–233. DOI: 10.1093/ejcts/ezt594.

3. Michelena H.I., Khanna A.D., Mahoney D. et al. Incidence of aortic complications in patients with bicuspid aortic valves. *JAMA.* 2011; 306(10): 1104–12. DOI:10.1001/jama.2011.1286

4. Isselbacher E.M., Preventza O., Hamilton Black J. 3rd et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022; 13: 146(24):e334-e482. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001106.

5. Belov Yu.V., Bazylev V.V., Rosseykin E.V., Vachev S.A. Aorto-associated complications in cardiac surgery. Moscow, ID «RED SQUARE», 2017. 206 p. ISBN 978-5-901904-10-7 [In Russ].

6. Tsutsumi K., Hashizume K., Inoue Y. Natural history of the ascending aorta after aortic valve replacement: risk factor analysis for late aortic complications after aortic valve replacement. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 64(5): 243-50. DOI:10.1007/s11748-015-0617-9.

7. Etz C.D., Zoli S., Brenner R. et al. When to operate on the bicuspid valve patient with a modestly dilated ascending aorta. *Ann Thorac Surg.* 2010; 90(6): 1884–90. DOI:10.1016/j.athoracsurg.2010.06.115. discussion: 1891-2.

8. He Y.X., Fan J.Q., Zhu Q.F. et al. Ascending aortic dilatation rate after transcatheter aortic valve replacement in patients with bicuspid and tricuspid aortic stenosis: A multidetector computed tomography follow-up study. *World J Emerg Med.* 2019; 10(4): 197-204. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.001.

9. Feng D., Zhao J., Niu G. et al. Outcomes for patients under-

going transcatheter aortic valve replacement with ascending aorta dilation. *Int J Cardiol.* 2024; 405(15): 131-948. DOI:10.1016/j.ijcard.2024.131948.

10. He Y.X., Fan J.Q., Zhu Q.F. et al. Ascending aortic dilatation rate after transcatheter aortic valve replacement in patients with bicuspid and tricuspid aortic stenosis: a multidetector computed tomography follow-up study. *World J Emerg Med.* 2019; 10(4):197–204. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.001

11. Lv W.Y., Zhao Z.G., Li S.J., Li Y.J., Liao Y.B., Ou Y.W., Feng Y, Chen M. Progression of the Ascending Aortic Diameter After Transcatheter Aortic Valve Implantation: Based on Computed Tomography Images. *J Invasive Cardiol.* 2019; 31(8): E234-E241.

12. Jung J.H., Kim H.K., Park J.B. et al. Progression of ascending aortopathy may not occur after transcatheter aortic valve replacement in severe bicuspid aortic stenosis. *Korean J Intern Med.* 2019; 36(2): 332–341. DOI: 10.3904/kjim.2019.089.

13. Bazylev V.V., Voevodin A.B., Masyutin A.S., Martynov A.A. Transcatheter valve prosthesis with polytetrafluoroethylene leaflets in the treatment of structural heart pathology. *Minimally invasive cardiovascular surgery.* 2025; 1(1): 29-36 [In Russ].

14. Hager A., Kaemmerer H., Rapp-Bernhardt U. et al. Diameters of the thoracic aorta throughout life as measured with helical computed tomography. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002; 123(6): 1060–6. DOI: 10.1067/mtc.2002.122310.

15. Wolak A., Gransar H., Thomson L.E. et al. Aortic size assessment by noncontrast cardiac computed tomography: normal limits by age, gender, and body surface area. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2008; 1(2): 200–9. DOI: 10.1016/j.jcmg.2007.11.005.

16. Hannuksela M., Lundqvist S., Carlberg B. Thoracic aorta-dilated or not? *Scand Cardiovasc J.* 2006; 40(3): 175–8. DOI: 10.1080/14017430600565999.

17. Bunting K.V., Steeds R.P., Slater K. et al. A Practical Guide to Assess the Reproducibility of Echocardiographic Measurements. *J Am Soc Echocardiogr.* 2019; 32(12): 1505-1515. DOI:10.1016/j.echo.2019.08.015.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Базылев Владлен Владленович - [ORCID: 0000-0001-6089-9722] д.м.н., профессор, главный врач, профессор кафедры ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6.

ФГБУ ВО «Пензенский государственный университет». Медицинский институт, кафедра хирургии;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Лермонтова, 28.

Воеводин Андрей Борисович - [ORCID: 0000-0002-7078-1274] к.м.н., заведующий кардиохирургическим отделением №2

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6.

Масютин Алексей Сергеевич - [ORCID: 0009-0007-9857-5863] врач-сердечно-сосудистый хирург

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6.

Мартынов Александр Александрович - [ORCID: 0000-0001-7595-6056] врач-сердечно-сосудистый хирург.

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6.

Кузнецова Алёна Альбертовна - [ORCID: 0000-0002-7503-0197] врач-сердечно-сосудистый хирург

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6.

Михир Пател Премал - [ORCID: 0000-0003-3443-3898] ассистент кафедры ФГБУ ВО «Пензенский государственный университет».

Медицинский институт, Кафедра хирургии, врач-сердечно-сосудистый хирург;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Лермонтова, 28.

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России;

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6.

Вклад авторов. Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR INFORMATION FORM

Vladlen V. Bazylev - [ORCID: 0000-0001-6089-9722] MD, PhD, professor; Chief Physician FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russia. 6, Stasova str., Penza, Russian Federation,

Professor of Surgery Department

FSBI of HE Penza State University. Medical Institute, Department of Surgery;

28, Lermontova St., Penza, Russian Federation, 440026.

Andrey B. Voevodin - [ORCID: 0000-0002-7078-1274] MD, PhD, Head of the Cardiac Surgery Department №2,

FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russia;

6, Stasova str., Penza, Russian Federation, 440071.

Aleksey S. Masyutin - [ORCID: 0009-0007-9857-5863] Cardiovascular surgeon.

FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation;

6, Stasova str., Penza, Russian Federation, 440071.

Aleksandr A. Martynov - [ORCID: 0000-0001-7595-6056] Cardiovascular surgeon.

FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russia;

6, Stasova str., Penza, Russian Federation, 440071.

Alena A. Kuznetsova - [ORCID: 0000-0002-7503-0197] Cardiovascular surgeon.

FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russia;

6, Stasova str., Penza, Russian Federation, 440071.

Mihir Patel Premal - [ORCID: 0000-0003-3443-3898] Assistant of the Department.

FSBI of HE Penza State University. Medical Institute, Department of Surgery. Cardiovascular surgeon.

FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russia.

28, Lermontova St., Penza, Russian Federation, 440026;

6, Stasova str., Penza, Russian Federation, 440071.

Contribution. All authors contributed equally to the preparation of the publication.

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