



## Операция Дэвида после Росса: серия клинических случаев

Чернов И. И.<sup>1</sup>, Энгиноев С. Т.<sup>1,2</sup>, Кондратьев Д. А.<sup>1</sup>, Зеньков А. А.<sup>1</sup>, Абдурахманов А. А.<sup>2</sup>, Тарасов Д. Г.<sup>1</sup>

Легочный аутоаортальный трансплантат в аортальной позиции является живым и динамичным клапаном, который обеспечивает отличную выживаемость и качество жизни пациентов, минимальную частоту клапан-ассоциированных осложнений и превосходные гемодинамические характеристики как в раннем, так и в отдаленном периоде. Однако у некоторых пациентов в отдаленном периоде может произойти дилатация легочного аутографта, что, в свою очередь, является одной из причин повторных операций. У пациентов, которым требуется операция по поводу аннулоаортальной эктазии с недостаточностью аортального клапана (АК) или аневризмой корня аорты (или того и другого), с нормальными створками АК возможна операция Дэвида.

**Цель.** Проанализировать результаты операции Дэвида после ранее выполненной процедуры Росса.

**Материал и методы.** С апреля 2009 г. по декабрь 2020 г. выполнено 212 операций Росса пациентам 18 лет и старше. Медиана возраста оперированных больных составила 34 (27-45) года. В отдаленном периоде 10 (4,7%) больных понадобилась повторная операция на АК и 7 (3,3%) из них понадобилось еще вмешательство на восходящей аорте вследствие дилатации аорты. Четверым из 10 пациентов выполнена операция Дэвида. Период наблюдения за пациентами после операции Дэвида составила от 2 до 84 мес.

**Результаты.** Возраст больных от 23 до 45 лет. У трех пациентов в анамнезе имелась артериальная гипертония. Время периода наблюдения от операции Росса до операции Дэвида — от 26 до 140 мес. Все пациенты имели расширение фиброзного кольца АК от 27 до 30 мм. Продолжительность ишемии миокарда составила от 87 до 142 мин, а длительность искусственного кровообращения от 119 до 165 мин. Диаметр сосудистого протеза у двух пациентов был 30 мм, у оставшихся 32 мм. Время нахождения в реанимации от 16 до 23 ч. В раннем послеоперационном периоде ни у одного пациента не было послеоперационных осложнений: острой почечной недостаточности, потребовавшей гемодиализа, периперационного повреждения миокарда, инсульта, стерильной инфекции, дыхательной недостаточности, потребовавшей искусственной вентиляции легких  $\geq 24$  ч, рестернотомии по поводу кровотечения и тампонады, а также не было госпитальной летальности. Во время выписки у всех пациентов отсутствовала аортальная регургитация. Все пациенты живы, повторных операций не было. У одного пациента в отдаленном периоде возникла незначительная аортальная регургитация, у троих регургитация отсутствует.

**Заключение.** Клинические случаи, представленные нами, показывают, что операция Дэвида может безопасно и эффективно выполняться у значитель-

ного числа пациентов, требующих повторной операции на аутоаортальном клапане в связи с дилатацией неосинусов. В среднесрочной перспективе Дэвид-процедура показала хорошие результаты у этих пациентов со 100% выживаемостью и отсутствием аортальной регургитации и повторной операции.

**Ключевые слова:** приобретенный порок сердца, аортальный стеноз, аортальная регургитация, операция Росса, операция Дэвида.

**Отношения и деятельность:** нет.

<sup>1</sup>ФГБУ Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Минздрава России, Астрахань; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО Астраханский государственный медицинский университет Минздрава России, Астрахань, Россия.

Чернов И. И. — к.м.н., зам. главного врача по хирургической помощи, ORCID: 0000-0002-9924-5125, Энгиноев С. Т.\* — к.м.н., сердечно-сосудистый хирург, ассистент кафедры сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0002-8376-3104, Кондратьев Д. А. — к.м.н., зав. кардиохирургического отделения № 1, врач сердечно-сосудистый хирург, ORCID: 0000-0002-9158-8799, Зеньков А. А. — д.м.н., зам. главного врача по научной работе и инновациям, врач сердечно-сосудистый хирург, ORCID: 0000-0003-4834-7743, Абдурахманов А. А. — клинический ординатор 2 года кафедры сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0001-6382-1103, Тарасов Д. Г. — к.м.н., главный врач, врач сердечно-сосудистый хирург, ORCID: 0000-0002-0866-3939.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): surgery-89@yandex.ru

АК — аортальный клапан.

Рукопись получена 14.10.2021

Рецензия получена 05.11.2021

Принята к публикации 06.12.2021



**Для цитирования:** Чернов И. И., Энгиноев С. Т., Кондратьев Д. А., Зеньков А. А., Абдурахманов А. А., Тарасов Д. Г. Операция Дэвида после Росса: серия клинических случаев. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(S4):4767. doi:10.15829/1560-4071-2021-4767

## The David procedure after the Ross operation: case series

Chernov I. I.<sup>1</sup>, Enginoev S. T.<sup>1,2</sup>, Kondrat'ev D. A.<sup>1</sup>, Zenkov A. A.<sup>1</sup>, Abdurakhmanov A. A.<sup>2</sup>, Tarasov D. G.<sup>1</sup>

Pulmonary autograft in the aortic position provides high survival rate and quality of life for patients, low incidence of valve-related complications, and excellent hemodynamic characteristics both in the early and long-term period. However, in some patients in the long-term period, pulmonary autograft may dilate, which in turn is one of the reasons for reoperations. In patients who require surgery for annuloaortic ectasia with aortic valve (AV) regurgitation or aortic root aneurysm (or both) with normal AV leaflets, David procedure is considered.

**Aim.** To analyze results of David procedure after a prior Ross operation.

**Material and methods.** From April 2009 to December 2020, 212 Ross operations were performed on patients 18 years of age and older. The median age of the operated patients was 34 (27-45) years. In the long-term period, 10 (4,7%) patients required a second AV operation and 7 (3,3%) of them required another intervention on the ascending aorta due to aortic dilatation. Four out of 10 patients underwent David procedure. The follow-up period for patients after David procedure ranged from 2 to 84 months.

**Results.** The age of patients ranged from 23 to 45 years. Three patients had hypertension. The follow-up period from Ross's operation to David's one was 26 to 140 months. All patients had enlarged aortic annulus from 27 to 30 mm. The duration of myocardial ischemia ranged from 87 to 142 minutes, while the duration of artificial circulation — from 119 to 165 minutes. The graft diameter was 30 mm in two patients and 32 mm in the remaining ones. The length of stay in intensive care unit ranged from 16 to 23 hours. In the early postoperative period, no one had following postoperative complications: acute renal failure requiring hemodialysis, perioperative myocardial injury, stroke, sternal infection, respiratory failure requiring mechanical ventilation for  $\geq 24$  hours, re sternotomy for bleeding and tamponade. In addition, there were no in hospital deaths. All patients had no aortic regurgitation at the time of discharge. All patients are alive and there were no reoperations. In one patient, in the long-term period, there was a mild aortic regurgitation, while in three patients — there is no regurgitation.

**Conclusion.** The presented case series show that David procedure can be performed safely and effectively in a significant number of patients requiring a second autograft surgery due to neosinus dilatation. In the medium term, the David procedure has shown good outcomes in these patients with 100% survival and no aortic regurgitation and reoperation.

**Keywords:** acquired heart disease, aortic stenosis, aortic regurgitation, Ross operation, David procedure.

**Relationships and Activities:** none.

<sup>1</sup>Federal Center for Cardiovascular Surgery, Astrakhan; <sup>2</sup>Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia.

Chernov I. I. ORCID: 0000-0002-9924-5125, Enginoyev S. T.\* ORCID: 0000-0002-8376-3104, Kondrat'ev D. A. ORCID: 0000-0002-9158-8799, Zenkov A. A. ORCID: 0000-0003-4834-7743, Abdurakhmanov A. A. ORCID: 0000-0001-6382-1103, Tarasov D. G. ORCID: 0000-0002-0866-3939.

\*Corresponding author: kristinakupichka@gmail.com

**Received:** 12.10.2021 **Revision Received:** 19.11.2021 **Accepted:** 06.12.2021

**For citation:** Chernov I. I., Enginoyev S. T., Kondrat'ev D. A., Zenkov A. A., Abdurakhmanov A. A., Tarasov D. G. The David procedure after the Ross operation: case series. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(S4):4767. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2021-4767

У больных с тяжелым поражением аортального клапана (АК) протезирование клапана является методом хирургического лечения [1, 2]. Были предложены различные типы протезов для АК, включая легочный аутоотрансплантат (процедура Росса) [3]. Легочный аутоотрансплантат в аортальной позиции является живым и динамичным клапаном, который обеспечивает отличную выживаемость и качество жизни пациентов, минимальную частоту клапан-ассоциированных осложнений и превосходные гемодинамические характеристики как в раннем, так и в отдаленном периоде [4-8]. Однако у некоторых пациентов в отдаленном периоде после процедуры Росса может произойти дилатация легочного аутографта, что, в свою очередь, является одной из причин повторных операций [9-14]. У пациентов, которым требуется операция по поводу аннулоаортальной эктазии с недостаточностью АК или аневризмой корня аорты (или того и другого), с нормальными створками АК возможна операция Дэвида [15]. В этой статье мы сообщаем о четырех случаях выполнения операций Дэвида после ранее выполненной операции Росса.

### Материал и методы

**Пациенты, которым ранее выполнена операция Росса.** В нашем центре с апреля 2009г по декабрь 2020г выполнено 212 операций Росса пациентам 18 лет и старше. Медиана возраста оперированных больных составила 34 (27-45) года. Основным показанием к операции был выраженный аортальный стеноз — 124 (58%), тяжелая аортальный регургитация — 88 (42%). Инфекционный эндокардит имелся у 55 (26%) пациентов. Двухстворчатый АК диагностирован у 131 (62%) больного. Во время операции Росса у 14 (2,2%) больных выполнялось вмешательство на восходящей аорте. Всем больным имплантация легочного аутографта выполнялась по методике “Full root replacement” и 54 (25%) пациентам выполнялась модифицированная операция Росса при помощи окутывания протезом или собственной аортой (табл. 1).

**Популяция исследования.** В отдаленном периоде 10 (4,7%) больным понадобилась повторная операция на АК и 7 (3,3%) из них понадобилось еще вмеша-

тельство на восходящей аорте вследствие дилатации аорты. Четырем из 10 пациентов выполнена операция Дэвида. Возраст больных от 23 до 45 лет. У трех пациентов в анамнезе имелась артериальная гипертония. Длительность наблюдения от операции Росса до операции Дэвида составила от 26 до 140 мес. Всем пациентам выполнялась трансторакальная и чреспищеводная эхокардиография (рис. 1), компьютерная

**Таблица 1**

#### Исходная демографическая характеристика пациентов к моменту выполнения операции Росса

Характеристика пациентов	n=4
Мужчин, n	4
Возраст больных, лет	
n-1	32
n-2	40
n-3	45
n-4	23
Артериальная гипертония анамнезе, n	3
Показания к первичной операции Росса, n	
Недостаточность АК	2
Стеноз АК	2
Изначальный размер синусов Вальсальвы, мм	
n-1	40
n-2	41
n-3	43
n-4	35
Изначальный размеров проксимального отдела аорты, мм	
n-1	40
n-2	39
n-3	41
n-4	33
Изначальный размер фиброзного кольца АК, мм	
n-1	24
n-2	33
n-3	24
n-4	23
Двухстворчатый АК, n	2
Период времени после Росса, мес.	
n-1	105
n-2	140
n-3	88
n-4	26

**Сокращение:** АК — аортальный клапан.

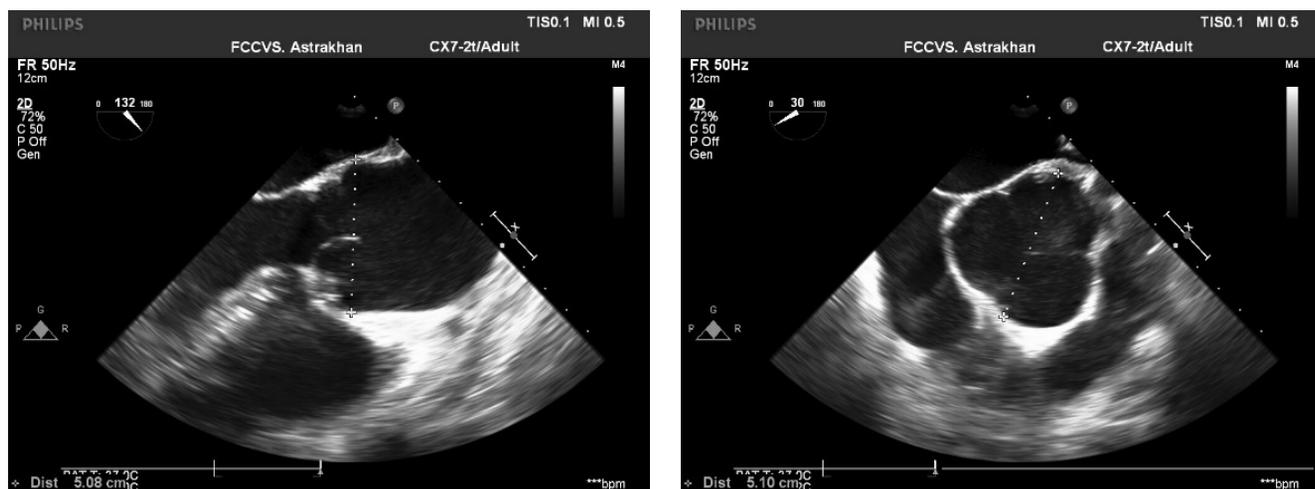


Рис. 1. Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография.

Примечание: имеется дилатация синусов Вальсальвы и проксимальной части восходящей аорты.

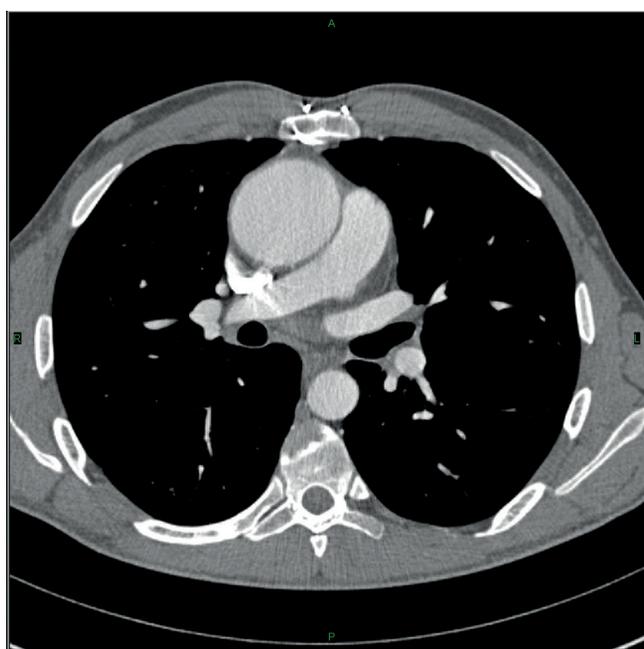


Рис. 2. Компьютерная томография с контрастированием аорты.

Примечание: имеется дилатация корня аорты в области синусов Вальсальвы и проксимальной части восходящей аорты.



томография аорты с контрастированием (рис. 2), пациентам старше 35 лет — коронарография.

**Хирургическая техника.** Все повторные операции выполнялись через срединную стернотомию. После тотального кардиолиза выполнялось подключение аппарата искусственного кровообращения по схеме “Аорта-Полые вены”, дренирование левых камер сердце через правую верхнюю легочную вену. Аорта канюлировалась максимально дистально, ближе к дуге аорты. Все операции выполнялись в условиях нормотермии, для кардиopleгии использовался “Кустодиол”, 2000 мл. Доставка кардиopleгического раствора осуществлялась после поперечной аорто-

томии, антеградно через устья коронарных артерий. Корень аорты максимально мобилизовывался. Из выводного тракта левого желудочка наружу накладывались от 9 до 12 швов на прокладках (Ethibond 2/0”). Синтетический сосудистый протез имплантировался в корень аорты. Комиссуры и оставшаяся часть фиброзного кольца подшивалась непрерывным швом нитью “Premilene 3/0-4/0” к внутренней стенке протеза. В проекции левой и правой коронарных створок на протезе выкроены два отверстия, и в них имплантировались устья коронарных артерий на площадках непрерывным швом (Premilene 6/0). Дистальный анастомоз протеза формировался

**Таблица 2**

**Характеристика пациентов к моменту выполнения операции Дэвида**

Характеристика пациентов	n=4
Степень недостаточности аутографта при повторной операции	
Легкая	2
Умеренная и выраженная	2
Размер фиброзного кольца, мм	
n-1	28
n-2	28
n-3	27
n-4	30
Размер синусов Вальсальвы, мм	
n-1	55
n-2	45
n-3	43
n-4	50
Размер проксимального отдела аорты, мм	
n-1	57
n-2	50
n-3	53
n-4	62

**Таблица 3**

**Интраоперационные параметры**

Параметры	n=4
Длительность операции, мин	
n-1	275
n-2	368
n-3	320
n-4	210
Время искусственного кровообращения, мин	
n-1	140
n-2	160
n-3	165
n-4	119
Время ишемии миокарда, мин	
n-1	121
n-2	118
n-3	142
n-4	87
Диаметр протеза, мм	
n-1	32
n-2	30
n-3	30
n-4	32

с восходящей аортой по типу “конец в конец” однорядным непрерывным швом (Premilene 4/0).

**Результаты**

Все пациенты имели расширение фиброзного кольца АК от 27 до 30 мм (табл. 2). Продолжительность ишемии миокарда во время операции составила от 87 до 142 мин, а длительность искусственного кровообращения — от 119 до 165 мин. Диаметр сосудистого протеза у двух пациентов был 30 мм, у оставшихся

**Таблица 4**

**Постоперационные параметры**

Характеристика пациентов	n=4
Период госпитализации, дни	
n-1	9
n-2	9
n-3	12
n-4	10
Время нахождения в реанимации, ч	
n-1	16
n-2	14
n-3	23
n-4	23

**Таблица 5**

**Постоперационные эхокардиографические параметры**

Параметры	n=4
Период наблюдения, мес.	
n-1	34
n-2	2
n-3	41
n-4	84
АР отсутствует, n	3
АР незначительная, n	1
Максимальный градиент на АК, мм рт.ст.	
n-1	19
n-2	6
n-3	8
n-4	5

**Сокращения:** АК — аортальный клапан, АР — аортальная регургитация.

32 мм. Время пребывания в реанимации составило от 16 до 23 ч (табл. 3-5). В раннем послеоперационном периоде ни у одного пациента не было послеоперационных осложнений: острой почечной недостаточности, потребовавшей гемодиализа, периоперационного повреждения миокарда, инсульта, стеральной инфекции, дыхательной недостаточности, потребовавшей искусственной вентиляции легких  $\geq 24$  ч, респираторной по поводу кровотечения и тампонады, а также не было госпитальной летальности. Во время выписки у всех пациентов отсутствовала аортальная регургитация. Период наблюдения за пациентами после операции Дэвида составил от 2 до 84 мес. Все пациенты живы, повторных операций не было. У одного пациента в отдаленном периоде возникла незначительная аортальная регургитация, у троих регургитация отсутствует.

**Обсуждение**

Операция Росса была предложена в хирургии АК как процедура, предоставляющая отличные гемодинамические показатели и свободу от приема антикоагулянтов [3, 16, 17]. Одним из недостатков операции Росса является дилатация неоаорты, которая может

привести к недостаточности АК и расслоению стенки аорты [14, 18, 19].

Основная идея данной работы показать возможность выполнения повторной клапан-сберегающей коррекции после процедуры Росса при недостаточности АК и расширении аорты.

В литературе опубликованы единичные случаи клапан-сохраняющих операции Дэвида или Якуба после процедуры Росса [20-27]. Liebrich M, et al. опубликовали 18 случаев операции Дэвида после Росса. Средний период реоперации составил  $11 \pm 3,2$  лет. Средний возраст прооперированных больных  $49,8 \pm 13,9$  года, в основном — мужчины (83%). Не было госпитальной и 30-ти дневной летальности после операции Дэвида. В периоде наблюдения одному пациенту через 2,6 года понадобилась повторная операция по замене клапана из-за рецидива аортальной регургитации. Тем самым авторы пришли к выводу, что операция Дэвида выполнима после процедуры Росса с низким уровнем летальности и послеоперационных осложнений [27].

На наш взгляд, одним из нерешенных вопросов остается следующий — при каком диаметре неоаорты оперировать таких больных. Мы в своей практике ориентируемся на современные Европейские рекомендации по диагностике и лечению патологии аорты [28]. При отсутствии значимой аортальной регургитации хирургическое вмешательство нами выполняется при диаметре 55 мм, при значимой аортальной регургитации при диаметре неоаорты 45 мм. Ряд авторов описали случаи диссекции аорты тип А после операции Росса [29-31]. Недавно Kalogerakos PD, et al. [32] пришли к выводу, что дилатация корня аорты

более злокачественна, чем дилатация средневосходящей части аорты. По результатам данного исследования хирургическую коррекцию следует рассматривать при диаметре корня аорты от 50 мм, средневосходящей части аорты от 52,5 мм.

Несколько исследований подтвердили, что дооперационная аортальная регургитация, морфологически двухстворчатый АК являются независимыми факторами риска, приводящими к дилатации неоаорты [16, 20]. Исходя из этого, в качестве профилактики дилатации корня аорты мы в своей клинике, начиная с 2014г, всем больным стали выполнять модифицированные методики операции Росса при помощи окутывания дакроновым сосудистым протезом или окутывания собственной аортой [21]. Также нами были опубликованы среднесрочные результаты данной модификации [33].

### Заключение

Прогрессирующая дилатация неосинуса является одним из осложнений после операции Росса. Клинические случаи, представленные нами, показывают, что операция Дэвида может безопасно и эффективно выполняться у значительного числа пациентов, требующих повторной операции на аутоотрансплантате в связи с дилатацией неосинусов. В среднесрочной перспективе Дэвид-процедура показала хорошие результаты у этих пациентов со 100% выживаемостью и отсутствием аортальной регуляции и повторной операции.

**Отношения и деятельность:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

### Литература/References

- Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2021;143(5):e35-e71. doi:10.1161/CIR.0000000000000932. Erratum in: *Circulation*. 2021;143(5):e228. Erratum in: *Circulation*. 2021;143(10):e784.
- Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017;38(36):2739-91. doi:10.1093/eurheartj/ehx391.
- Ross DN. Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet* (London, England). 1967;2:956-8. doi:10.1016/S0140-6736(67)90794-5.
- Chester AH, El-Hamamsy I, Butcher JT, et al. The living aortic valve: From molecules to function. *Glob Cardiol Sci Pract*. 2014;2014(1):52-77. doi:10.5339/gcsp.2014.11.
- Bissell MM, Loudon M, Hess AT, et al. Differential flow improvements after valve replacements in bicuspid aortic valve disease: a cardiovascular magnetic resonance assessment. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2018;20:10. doi:10.1186/s12968-018-0431-5.
- David TE, David C, Woo A, et al. The Ross procedure: outcomes at 20 years. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147:85-93. doi:10.1016/j.jtcvs.2013.08.007.
- Martin E, Mohammadi S, Jacques F, et al. Clinical Outcomes Following the Ross Procedure in Adults: A 25-Year Longitudinal Study. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:1890-9. doi:10.1016/j.jacc.2017.08.030.
- Mastrobuoni S, de Kerchove L, Solari S, et al. The Ross procedure in young adults: over 20 years of experience in our Institution. *Eur J Cardio-Thoracic Surg*. 2016;49:507-13. doi:10.1093/ejcts/evz053.
- Brown JW, Ruzmetov M, Rodefeld MD, et al. Incidence of and Risk Factors for Pulmonary Autograft Dilatation After Ross Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg*. 2007;83:1781-9. doi:10.1016/j.athoracsur.2006.12.066.
- Kouchoukos NT, Masetti P, Nickerson NJ, et al. The Ross procedure: long-term clinical and echocardiographic follow-up. *Ann Thorac Surg*. 2004;78:773-81. doi:10.1016/j.athoracsur.2004.02.033.
- Elkins RC, Lane MM, McCue C, et al. Ross operation and aneurysm or dilation of the ascending aorta. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;11:50-4.
- Simon-Kupilik N, Bialy J, Moidl R, et al. Dilatation of the autograft root after the Ross operation. *Eur J Cardio-Thoracic Surg*. 2002;21:470-3. doi:10.1016/S1010-7940(02)00016-7.
- Luciani GB, Mazzucco A. Aortic root disease after the Ross procedure. *Curr Opin Cardiol*. 2006;21:555-60. doi:10.1097/01.hco.0000245742.93453.1d.
- David TE, Omran A, Ivanov J, et al. Dilatation of the pulmonary autograft after the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;119:210-20. doi:10.1016/S0022-5223(00)70175-9.
- David TE, Feindel CM. An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;103:617-21; discussion 622.
- Charitos EI, Hanke T, Stierle U, et al. Autograft reinforcement to preserve autograft function after the ross procedure: a report from the German-Dutch ross registry. *Circulation*. 2009;120:S146-54. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.843391.
- Elkins RC, Thompson DM, Lane MM, et al. Ross operation: 16-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136:623-30,630.e1-5. doi:10.1016/j.jtcvs.2008.02.080.
- Hanke T, Stierle U, Boehm JO, et al. Autograft regurgitation and aortic root dimensions after the Ross procedure: the German Ross Registry experience. *Circulation*. 2007;116:1251-8. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.678797.
- Luciani GB, Casali G, Favaro A, et al. Fate of the aortic root late after Ross operation. *Circulation*. 2003;108 Suppl:II61-7. doi:10.1161/01.cir.0000089183.92233.75.
- Stelzer P. The Ross procedure: state of the art 2011. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;23:115-23. doi:10.1053/j.semthor.2011.07.003.
- Chernov II, Kozmin DYu, Makeev SA, et al. Immediate results of the modified Ross operation. Pathology of blood circulation and cardiac surgery. 2016;20:12-8. (In Russ.) Chernov И. И., Козьмин Д. Ю., Макеев С. А. и др. Непосредственные результаты моди-

- фицированной операции Росса. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016;20:12-8.
22. Watanabe N, Saito S, Saito H, et al. Valve-sparing aortic root replacement with repair of leaflet prolapse after Ross operation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007;6:89-91. doi:10.1510/icvts.2006.137653.
  23. Luciani GB, Viscardi F, Pilati M, et al. The Ross-Yacoub procedure for aneurysmal autograft roots: a strategy to preserve autologous pulmonary valves. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;139:536-42. doi:10.1016/j.jtcvs.2009.08.019.
  24. Pettersson GB, Subramanian S, Flynn M, et al. Reoperations after the ross procedure in adults: towards autograft-sparing/Ross reversal. *J Heart Valve Dis.* 2011;20:425-32.
  25. de Kerchove L, Boodhwani M, Etienne P-Y, et al. Preservation of the pulmonary autograft after failure of the Ross procedure. *Eur J Cardio-Thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thoracic Surg.* 2010;38:326-32. doi:10.1016/j.ejcts.2010.02.014.
  26. Luciani GB, Lucchese G, De Rita F, et al. Reparative surgery of the pulmonary autograft: experience with Ross reoperations. *Eur J Cardio-Thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thoracic Surg.* 2012;41:1305-9. doi:10.1093/ejcts/ezr243.
  27. Liebrich M, Weimar T, Tzanavaros I, et al. The David procedure for salvage of a failing autograft after the ross operation. *Ann Thorac Surg.* 2014;98:2046-52. doi:10.1016/j.athoracsur.2014.06.065.
  28. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases. *Eur Heart J.* 2014;35:2873-926. doi:10.1093/eurheartj/ehu281.
  29. Richey S, Fiore AC, Huddleston CB. Type A Aortic Dissection After the Ross Procedure. *Ann Thorac Surg.* 2018;106:e105-6. doi:10.1016/j.athoracsur.2018.02.042.
  30. Myers MR, Magruder JT, Crawford TC, et al. Surgical repair of aortic dissection 16 years post-Ross procedure. *J Surg Case Reports.* 2016;2016:rjw059. doi:10.1093/jscr/rjw059.
  31. Siudalska H, Kuśmierczyk M, Różański J, et al. Aortic dissection after the Ross procedure. *Kardiol Pol.* 2021;702-3. doi:10.33963/kp.15957.
  32. Kalogerakos PD, Zafar MA, Li Y, et al. Root Dilatation Is More Malignant. Than. 2021:1-11. doi:10.1161/JAHA.120.020645.
  33. Chernov II, Enginoviev ST, Kondratyev DA, et al. Five-year outcomes of the modified Ross surgery in adults: experience from one center. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2021;25(3):43-50. (In Russ.) Чернов И. И., Энгиноев С. Т., Кондратьев Д. А. и др. Пятилетние результаты модифицированной операции Росса у взрослых: опыт одного центра. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2021;25(3):43-50. doi:10.21688/1681-3472-2021-3-43-50.