

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2023-13-2-105-111>

Дилатация легочного аутографта и ее факторы риска после классической процедуры Росса: ретроспективное одноцентровое исследование

И.И. Чернов¹, С.Т. Энгиноев^{1,2*}, С.С. Екимов¹, Т.К. Рашидова¹, У.К. Абдулмеджидова², М.А. Гулиев², А.А. Зеньков¹, А.Б. Гамзаев³

¹Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Россия, Астрахань

²Астраханский государственный медицинский университет, Россия, Астрахань

³Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, Нижний Новгород

* **Контакты:** Энгиноев Сослан Тайсумович, e-mail: Soslan.Enginoev@gmail.com

Аннотация

Введение. Протезирование аортального клапана (АК) легочным аутографтом (операция Росса) продемонстрировала отличные непосредственные и отдаленные результаты. Дилатация легочного аутографта в отдаленном периоде является основной причиной повторной операции. **Цель:** изучить распространенность дилатации легочного аутографта и изучить факторы ее риска. **Материалы и методы.** В период с апреля 2009 по декабрь 2022 г. 158 больным выполнена операция Росса классическим способом. Критерии включения в исследование: возраст больных 18 лет и старше; больные, кому была выполнена операция классическим способом. Критерии исключения: пациенты моложе 18 лет, модифицированные методики операции Росса. Период наблюдения 104 (49–124) месяца. **Результаты и обсуждение.** Медиана возраста больных составила 33 (25–43) года. Госпитальная летальность — 0,6%. Периоперационное повреждение миокарда — 3,8%. Нарушение проводимости, потребовавшее имплантации постоянного ЭКС, — 1,9%, частота инсультов и острого почечного повреждения, потребовавшего гемодиализа, — 0,6%. Десятилетняя свобода от реоперации на аутографте — 88,4%. Десятилетняя свобода от реоперации по поводу аневризмы аорты — 92%. Предикторами развития дилатации аутографта в отдаленном периоде стали: возраст (ОШ 0,942; 95% ДИ 0,901–0,984, $p = 0,008$) и изначальный размер синусов Вальсальвы (ОШ 1,18; 95% ДИ 1,027–1,215, $p = 0,01$). **Заключение.** Десятилетняя свобода от реоперации на аутографте в связи с дилатацией аорты и свобода от дилатации аорты ≥ 45 мм составили 92 и 37,2% соответственно. Главными предикторами развития дилатации аутографта в послеоперационном периоде являются изначальный диаметр синусов Вальсальвы и возраст.

Ключевые слова: операция Росса, аорта, протезирование клапана, аортальный клапан, легочный аутографт, дилатация аорты, синус Вальсальвы, факторы риска

Для цитирования: Чернов И.И., Энгиноев С.Т., Екимов С.С., Рашидова Т.К., Абдулмеджидова У.К., Гулиев М.А., Зеньков А.А., Гамзаев А.Б. Дилатация легочного аутографта и ее факторы риска после классической процедуры Росса: ретроспективное одноцентровое исследование. Креативная хирургия и онкология. 2023;13(2):105–111. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2023-2-105-111>

Чернов Игорь Иванович — к.м.н., orcid.org/0000-0002-9924-5125

Энгиноев Сослан Тайсумович — к.м.н., кардиохирургическое отделение № 1, кафедра сердечно-сосудистой хирургии факультета последипломного образования (ФПО), orcid.org/0000-0002-8376-3104

Екимов Сергей Сергеевич — кардиохирургическое отделение № 1, orcid.org/0000-0003-4834-7743

Рашидова Тамара Кулумбековна — кабинет функциональной и ультразвуковой диагностики, orcid.org/0000-0002-6857-0830

Абдулмеджидова Узлипат Камаловна — кафедра сердечно-сосудистой хирургии факультета последипломного образования (ФПО), orcid.org/0000-0002-8082-6771

Гулиев Махарбек Артурович — кафедра сердечно-сосудистой хирургии факультета последипломного образования (ФПО), orcid.org/0000-0002-9503-5323

Зеньков Александр Александрович — д.м.н., кардиохирургическое отделение № 1, orcid.org/0000-0002-7119-2340

Гамзаев Алишир Баги оглы — д.м.н., кафедра рентгенохирургических методов диагностики и лечения факультета дополнительного профессионального образования (ФДПО), orcid.org/0000-0001-7617-9578

Pulmonary Autograft Dilatation and its Risk Factors After Classical Ross Procedure: a Retrospective Single Center Study

Igor I. Chernov — Cand. Sci. (Med.), orcid.org/0000-0002-9924-5125

Soslan T. Enginoyev — Cand. Sci. (Med.), Cardiac Surgery Unit No. 1, Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Postgraduate Education, orcid.org/0000-0002-8376-3104

Sergey S. Ekimov — Cardiac Surgery Unit No. 1, orcid.org/0000-0003-4834-7743

Tamara K. Rashidova — Functional and Ultrasound Diagnostics Unit, orcid.org/0000-0002-6857-0830

Uzlipat K. Abdulmedzhidova — Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Postgraduate Education, orcid.org/0000-0002-8082-6771

Maharbak A. Guliyev — Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Postgraduate Education, orcid.org/0000-0002-9503-5323

Aliaksandr A. Ziankou — Dr. Sci. (Med.), Cardiac Surgery Unit No. 1, orcid.org/0000-0002-7119-2340

Alishir B. Gamzaev — Dr. Sci. (Med.), Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment, Faculty of Advanced Professional Education, orcid.org/0000-0001-7617-9578

Igor I. Chernov¹, Soslan T. Enginoyev^{1,2*}, Sergey S. Ekimov¹, Tamara K. Rashidova¹, Uzlipat K. Abdulmedzhidova², Maharbak A. Guliyev², Aliaksandr A. Ziankou¹, Alishir B. Gamzaev³

¹ Federal Center for Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russian Federation

² Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

³ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

* Correspondence to: Soslan T. Enginoyev, e-mail: Soslan.Enginoyev@gmail.com

Abstract

Introduction. Aortic valve replacement with pulmonary autograft (Ross procedure) demonstrated excellent immediate and long-term results. Dilation of the pulmonary autograft in the long-term period is the main reason for repeated surgery. **Aim:** to study the prevalence of pulmonary autograft dilatation and its risk factors. **Materials and methods.** From April 2009 to December 2022, 158 patients underwent classical Ross surgery. Inclusion criteria: patients aged 18 and older, patients who underwent classical surgery. Exclusion criteria: patients under 18, modified methods of Ross procedure. Follow-up period: 104 (49–124) months. **Results and discussion.** The median age of patients was 33 (25–43) years. Hospital mortality accounted for 0.6%. Perioperative myocardial injury was 3.8%, conduction disorder requiring permanent pacemaker implantation accounted for 1.9%, the incidence of strokes and acute kidney injury requiring hemodialysis was 0.6%. Ten-year freedom from autograft reoperation was 88.4%. Ten-year freedom from reoperation for aortic aneurysm accounted for 92%. Predictors of autograft dilatation in the long-term period were: age (OR: 0.942; 95% CI: 0.901–0.984, $p = 0.008$) and the initial size of sinuses of Valsalva (OR: 1.18; 95% CI: 1.027–1.215, $p = 0.01$). **Conclusion.** Ten-year freedom from autograft reoperation due to aortic dilatation and freedom from aortic dilatation ≥ 45 mm was 92% and 37.2%, respectively. The main predictors of autograft dilatation in the postoperative period are the age and the initial diameter of the sinuses of Valsalva.

Keywords: Ross procedure, aorta, valve replacement, aortic valve, pulmonary autograft, aortic dilatation, sinus of Valsalva, risk factors

For citation: Chernov I.I., Enginoyev S.T., Ekimov S.S., Rashidova T.K., Abdulmedzhidova U.K., Guliyev M.A., Ziankou A.A., Gamzaev A.B. Pulmonary autograft dilatation and its risk factors after classical Ross procedure: a retrospective single center study. *Creative surgery and oncology*. 2023;13(2):105–111. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2023-2-105-111>

ВВЕДЕНИЕ

Протезирование аортального клапана (АК) легочным аутографтом (операция Росса) продемонстрировала отличные непосредственные и отдаленные результаты [1–3]. Несмотря на то что операция Росса показала лучшую выживаемость по сравнению с механическими и биологическими протезами [4–6], в последних американских рекомендациях по приобретенным порокам сердца от 2020 г. стоит класс рекомендаций Пв для пациентов 50 лет и моложе [7]. Однако необходимость повторной операции остается принципиальным ограничением процедуры Росса [8, 9]. И дилатация легочного аутографта в отдаленном периоде является основной причиной повторной операции [10–12]. M. Liebrich и соавт. пришли к выводу, что дилатация корня аорты более злокачественна, чем дилатация средневосходящей части аорты [13]. В последующем дилатация аорты может привести к жизнеугрожающему состоянию — расслоению восходящей аорты [14]. В иностранной литературе опубликованы работы, посвященные диссекции аорты после процедуры Росса [15, 16]. Однако в отечественной литературе данная проблема является малоизученной. В связи с этим является актуальным изучить факторы риска, приводящие к дилатации аорты после классической операции Росса. Целью данной работы было изучить распространенность дилатации легочного аутографта и факторы ее риска после операции Росса у молодых пациентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с апреля 2009 по декабрь 2022 г. 158 больным одним хирургом была выполнена операция Росса классическим способом. Всем больным в дооперационном периоде, интраоперационно и в послеоперационном периоде до выписки из стационара выполнялась эхокардиография. Всем больным 35 лет и старше выполнялась дооперационная коронарография. После выписки из стационара трансторакальная эхокардиография выполнялась по месту жительства или в нашей клинике. Часть пациентов, которые смогли приехать на повторное обследование, проходили его в нашей клинике, другая часть — по месту жительства. Сбор данной информации производился при помощи очной и заочной консультаций. При заочной консультации — при помощи отдела отдаленного мониторинга, где созванивались с пациентом или близким родственником. Критерии включения в исследование: возраст больных 18 лет и старше; больные, кому была выполнена операция классическим способом. Критерии исключения: пациенты моложе 18 лет, модифицированные методики операции Росса.

Хирургическая техника

Доступ к сердцу осуществлялся через срединную стернотомию. Во всех случаях использовали полное замещение корня аорты (full root replacement). Проксимальный анастомоз легочного аутографта накладывали с использованием непрерывного (3,8% пациентов) или отдельных

узловых швов (96,2%). У больных с дилатацией фиброзного кольца АК использовали укрепление фиброзного кольца при помощи дакроновой полоски (8,2% больных). Устья коронарных артерий имплантировались в легочный аутографт по методике «кнопок». Для реконструкции выводного тракта правого желудочка использовали свежеприготовленный легочный гомографт (Санкт-Петербургский банк гомографтов, Санкт-Петербург, Россия). После окончания искусственного кровообращения (ИК) проводили контрольную чреспищеводную эхокардиографию для оценки функции миокарда и клапанов, гемодинамики на аутографте в аортальной позиции и гомографте в выводном отделе правого желудочка. Длительность операции составила 215 (195–250) минут, время искусственного кровообращения — 137 (121–153) минут, время ишемии миокарда — 114 (102–126) минут (табл. 2). Комбинированные вмешательства выполнены у 25 (15,8%) больных, коронарное шунтирование у 4 (2,5%), хирургия митрального клапана у 12 (7,6%), хирургия трикуспидального клапана у 2 (1,3%) и протезирование восходящего отдела аорты у 7 (4,4%) больных. Более подробно хирургическая техника описана нами в предыдущей статье [1].

Статистический анализ

Статистическую обработку материала выполняли с использованием пакета программного обеспечения IBM SPSS Statistics 26 (Chicago, IL, USA). Выполнена проверка всех количественных переменных на тип распределения с помощью критерия Колмогорова — Смирнова с поправкой Лиллиефорса. Количественные признаки, имеющие приближенно нормальное распределение, описывали в форме среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$), в случае отличия от нормального распределения — в виде медианы и 25-го, 75-го процентилей ($Me [Q1-Q3]$). Время до первого клинического события: реоперации на аутографте, реоперации на аутографте по поводу аневризмы аорты, дилатации неаорты 45 мм и более, $AP \geq 2$ -й степени были оценены с использованием метода Каплана — Майера. Факторы риска дилатации легочного аутографта в отдаленном периоде были оценены с помощью регрессии Кокса. Статистически значимыми считали при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего классическим способом были прооперированы 158 больных. Медиана возраста больных составила 33 (25–43) года, минимальный возраст — 18 лет, максимальный возраст — 58 лет. Большинство прооперированных больных были мужского пола — 118 (74,7%) пациентов. У 61 (38,6%) больного имелась хроническая сердечная недостаточность III–IV ФК. Ранее перенесенные вмешательства на сердце — у 10 (6,3%) больных. ФП зарегистрирована у 6 (3,8%), а АГ диагностирована у 37 (23,4%) пациентов. В основном больные имели сохранную ФВ ЛЖ — 60 (54–64)%, диаметр проксимальной части восходящего отдела аорты и синусов Вальсальвы составил 36 (30–40) и 35 ± 6 мм. У 92 (58,2%) больных имелся двухстворчатый АК. Более подробные

Параметры	Всего пациентов, n = 158
Возраст, лет (Me [Q1–Q3])	33 (25–43)
Мужчины, n (%)	118 (74,7)
Индекс массы тела, кг/м ² (Me [Q1–Q3])	25 (21–29)
Площадь поверхности тела, м ² (Me [Q1–Q3])	2 (2–2)
ХСН 3–4 ФК по NYHA, n (%)	61 (38,6)
Сопутствующая патология, n (%)	
ИБС	16 (7,5)
ХОБЛ	7 (4,4)
АГ	37 (23,4)
ФП	6 (3,8)
Сахарный диабет	2 (1,3)
Инсульт в анамнезе	5 (3,2)
Кардиохирургические «открытые» вмешательства на сердце в анамнезе	
ИЭ	44 (27,8)
Эхокардиографические показатели	
ФВ ЛЖ, % (Me [Q1–Q3])	60 (54–64)
СДЛА, мм рт. ст. (Me [Q1–Q3])	30 (25–35)
Размер проксимальной части восходящего отдела аорты, мм (Me [Q1–Q3])	
Размер синусов Вальсальвы, мм (M ± SD)	35 ± 6
Двухстворчатый АК, n (%)	92 (58,2)
Диаметр ФК АК, мм (Me [Q1–Q3])	24 (22–26)

Таблица 1. Демографические и дооперационные характеристики пациентов

Table 1. Demographic and preoperative characteristics of patients

Примечание: АК — аортальный клапан, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИЭ — инфекционный эндокардит, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких, ФП — фибрилляция предсердий, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ФК АК — фиброзное кольцо аортального клапана, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ЭКС — электрокардиостимулятор, NYHA — New York Heart Association.

Параметры	Всего пациентов, n = 158
Срединная стернотомия, n (%)	156 (98,7)
Длительность, мин	
Операции, (Me [Q1–Q3])	215 (195–250)
Искусственное кровообращение, (Me [Q1–Q3])	137 (121–153)
Ишемия миокарда, (Me [Q1–Q3])	114 (102–126)
Комбинированные вмешательства, n (%)	
КШ	4 (2,5)
МК	12 (7,6)
ТК	2 (1,3)
Протезирование восходящего отдела аорты	7 (4,4)

Таблица 2. Интраоперационные параметры

Table 2. Intraoperative parameters

Примечание: КШ — коронарное шунтирование, МК — митральный клапан, ТК — трикуспидальный клапан.

Параметры	Всего пациентов, n = 158
Госпитальная летальность, %	1 (0,6)
Рестернотомия по поводу кровотечения, n (%)	8 (5,1)
Тампонада, n (%)	2 (1,3)
Периоперационное повреждение миокарда, n (%)	6 (3,8)
Имплантация постоянного ЭКС, n (%)	3 (1,9)
ПОФП, n (%)	9 (5,7)
Инсульт, n (%)	1 (0,6)
ОПН, n (%)	1 (0,6)
Время нахождения в реанимации, ч (Me [Q1–Q3])	21 (18–41)
Период госпитализации, дней (Me [Q1–Q3])	12 (10–15)

Таблица 3. Постоперационные показатели

Table 3. Postoperative parameters

Примечание: ОПН — острая почечная недостаточность, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ЭКС — электрокардиостимулятор.

демографические и интраоперационные данные представлены в таблицах 1 и 2.

В раннем послеоперационном периоде умер 1 пациент (0,6%) от геморрагического шока. Периоперационное повреждение миокарда составило 3,8%, но при выписке из стационара у всех больных имелась такая же ФВ ЛЖ, как и при поступлении (55 (51–60)%) (табл. 3). Нарушение проводимости, потребовавшее имплантации постоянного ЭКС, составило 1,9%, частота инсультов и острого почечного повреждения, потребовавшего гемодиализа, составили 0,6% (табл. 4).

Отдаленный период

Период наблюдения за пациентами составил 104 (49–124) месяца. В отдаленном периоде умерло 4 пациента. Причины летальных исходов у двух неизвестны, у одного печеночная недостаточность в связи с алкоголизмом и у одного — тромбоэмболия легочной артерии. В отдаленном периоде 16 пациентам понадобились повторные вмешательства на аутографте (10-летняя свобода от реоперации на аутографте составила 88,4%) (рис. 1).

Из них у 15 пациентов возникла аневризма аорты с и без значимой аортальной регургитации (АР) (10 больным выполнена операция Дэвида, 3 больным — механический Бенгалл Де Боно, 2 больным — пластика АК с супракоронарным протезированием). Таким образом 10-летняя свобода от реоперации по поводу аневризмы аорты составила 92% (рис. 2), у 1 больного — значительная АР, выполнена пластика АК.

В отдаленном периоде эхокардиографические протоколы были доступны у 117 (74%) больных. Диаметр проксимальной части аорты составил 40 (36–44) мм, синусов Вальсальвы — 40 (36–44) мм. Дилатация (45 мм и более) синусов Вальсальвы или проксимальной части аорты через 10 лет была у 35 пациентов. Десятилетняя свобода от дилатации аорты составила 37,2% (рис. 3). Средний градиент на аутографте — 3 (2–4) мм рт. ст., диаметр ФК АК — 24 (22–26) мм, 2 и более степени АР на аутографте у 30 (25,6%) больных (табл. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Операция Росса считается современной операцией с отличной выживаемостью, низкой частотой эмболических осложнений и отличными гемодинамическими показателями [1–3]. Ряд исследований показал преимущества операции Росса над механическими и биологическим протезами в виде выживаемости, инсультов и свободы от реоперации [4–6]. Однако есть опасения, что легочный аутографт может расширяться в отдаленном периоде с развитием аортальной регургитации, особенно у больных с двухстворчатым АК [17, 18]. По данным W. H. Ryan и его коллег в 59% случаев дилатация аорты являлись причиной реоперации на легочном аутографте [19]. Т. Е. David и соавт. проанализировали отдаленные результаты 212 больных, кому была выполнена операция Росса. Максимальный диаметр аорты 45 мм и более через 16,4 года был у 17 пациентов, но только у 4 пациентов диаметр аорты превышал

50 мм, и им были выполнены повторные вмешательства с сохранением легочного аутографта [3]. Этими же авторами было показано, что аорта увеличивалась на 0,358 мм/год. По нашим данным, расширение аорты являлось самой частой причиной реоперации на легочном аутографте, из 16 пациентов, кому понадобились реоперации на аутографте, у 15 больных была дилатация аорты.

Несколько исследований подтвердили, что дооперационная аортальная регургитация, морфологически двухстворчатый АК являются независимыми факторами риска, приводящими к дилатации неаорты [20, 21]. В немецком регистре операций Росса более высокая степень дилатации аорты и фиброзного кольца наблюдалась у больных с двухстворчатым АК [22]. В последующем это было подтверждено другими авторами [23]. Также было показано, что пациенты с недостаточностью двухстворчатого АК имеют более высокий риск аортальных событий в отдаленном периоде [24, 25]. По данным N. Simon-Kurilik и ее соавт., фактором риска дилатации аутографта после операции Росса являются изначальные размеры синусов Вальсальвы [12]. Также по нашим данным факторами риска дилатации аутографта в отдаленном периоде являлись возраст и изначальные размеры синусов Вальсальвы (табл. 6). В некоторых случаях при дилатации легочного аутографта с или без клапанной регургитации возможно выполнить операцию Дэвида [26]. В качестве профилактики дилатации аутографта были предложены различные модификации: окутывание дакроновым протезом или собственной аортой [27, 28]. В последующем были опубликованы обнадеживающие пятилетние результаты модифицированной методики Росса с 97,4% пятилетней выживаемостью и 100% свободой от дилатации аорты в течение пяти лет. V. A. Starnes и соавт. сравнили классическую методику операции Росса с окутыванием протезом (модифицированная методика) у больных с двухстворчатым АК [29]. В данной статье были продемонстрированы преимущества модифицированной методики в виде снижения реоперации на АК, однако отдаленная выживаемость была одинакова. Хотя модифицированные методики предотвращают дилатацию аорты в отдаленном периоде, они также ограничивают мобильность (одно из важных преимуществ операции Росса). В некоторых экспериментальных работах сообщалось, что синтетический материал вызывает воспаление и фиброз стенки аутографта, что приводит к потере эластичности [30]. С 2014 г. для профилактики дилатации аорты в отдаленном периоде в нашей клинике были введены модифицированные методики (окутывание собственной аортой или дакроновым протезом).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наше исследование ограничено небольшим сроком отдаленного наблюдения, носит ретроспективный характер. Десятилетняя свобода от реоперации на аутографте в связи с дилатацией аорты и свобода от дилатации аорты ≥ 45 мм составила 92 и 37,2% соответственно. Главными предикторами развития дилатации

Параметры	Всего пациентов, n = 158
ФВ ЛЖ, % (Ме [Q1–Q3])	55 (51–60)
Пиковый градиент на НеоАК, мм рт. ст. (Ме [Q1–Q3])	5 (4–7)
Средний градиент на НеоАК, мм рт. ст. (M \pm SD)	4 \pm 2
AP 0–1-й степени, n (%)	155 (98)
2-й степени, n (%)	3 (2)

Таблица 4. Эхокардиографические данные в раннем послеоперационном периоде
Table 4. Echocardiographic data in the early postoperative period

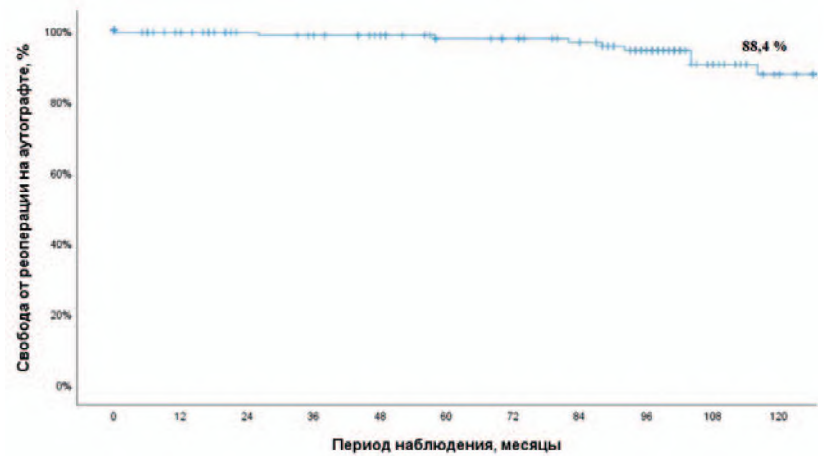


Рисунок 1. Свобода от реоперации на аутографте
Figure 1. Freedom from autograft reoperation

Оставшиеся под наблюдением пациенты:

Мес.	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Пациенты	158	138	127	117	104	100	93	73	41	27	12

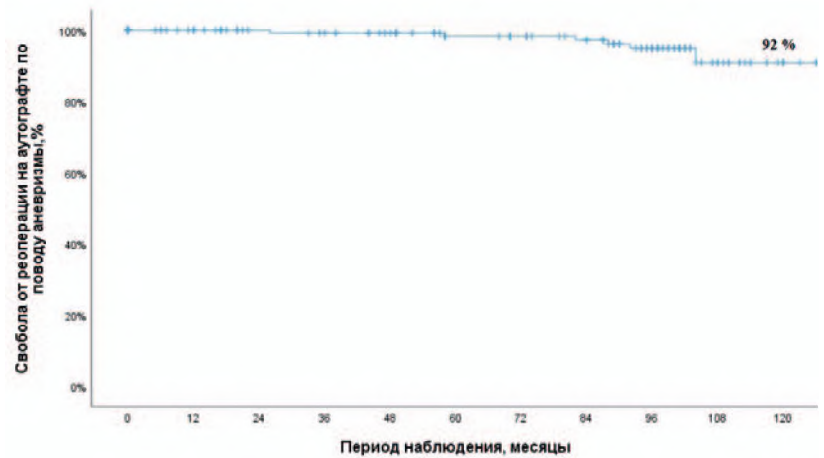


Рисунок 2. Свобода от реоперации по поводу аневризмы аорты
Figure 2. Ten-year freedom from reoperation for aortic aneurysm

Оставшиеся под наблюдением пациенты:

Мес.	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Пациенты	158	138	127	124	117	104	100	93	73	41	28

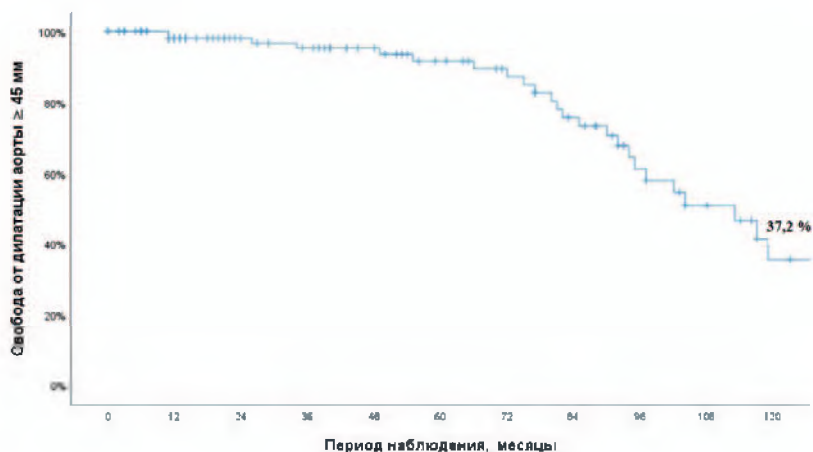


Рисунок 3. Свобода от дилатации аорты ≥ 45 мм
Figure 3. Freedom from aortic dilatation ≥ 45 mm

Оставшиеся под наблюдением пациенты:

Мес	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
Пациенты	117	94	73	67	56	46	40	31	23	19	13

Параметры	Всего пациентов, n = 117
ФВ ЛЖ, % (Ме [Q1–Q3])	59 (55–63)
Пиковый градиент на НеоАК, мм рт. ст. (Ме [Q1–Q3])	6 (4–8)
Средний градиент на НеоАК, мм рт. ст. (Ме [Q1–Q3])	3 (2–4)
Размер ФК АК, мм (Ме [Q1–Q3])	24 (22–26)
AP ≥ 2 степени, n (%)	30 (25,6)
Размер проксимального отдела восходящего отдела аорты, мм (Ме [Q1–Q3])	40 (36–44)
Размер синусов Вальсальвы, мм (Ме [Q1–Q3])	40 (36–44)

Таблица 5. Эхокардиографические данные в отдаленном периоде наблюдения
Table 5. Long-term echocardiographic data

Факторы	Однофакторный			Многофакторный		
	ОШ	95% ДИ	p	ОШ	95% ДИ	p
Возраст	0,953	0,916–0,993	0,020	0,942	0,901–0,984	0,008
Изначальный размер аорты синусов Вальсальвы	1,091	1,011–1,177	0,025	1,118	1,027–1,215	0,01

Таблица 6. Анализ предикторов развития дилатации аутографта в отдаленном периоде
Table 6. Analysis of predictors of autograft dilatation in the long-term period

аутографта в послеоперационном периоде являются изначальный диаметр синусов Вальсальвы и возраст. И у пациентов с факторами риска дилатации аорты, на наш взгляд, необходимо выполнять модифицированные методики операции Росса.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

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

Информация о спонсорстве. Данная работа не финансировалась.

Funding. This work is not funded.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Tsaroev B., Chernov I., Enginoyev S., Mustaev M. Survival and freedom from reoperation after the Ross procedure in a Russian adult population: A single-center experience. JTCVS Open. 2022;10:140–7. DOI: 10.1016/j.jxon.2022.04.026
- 2 Flynn C.D., Bono J.H. De, Muston B., Rattan N., Tian D.H., Larobina M., et al. Systematic review and meta-analysis of long-term outcomes in adults undergoing the Ross procedure. Ann Cardiothorac Surg. 2021;10(4):411–9. DOI: 10.21037/acs-2021-rp-30
- 3 David T.E., Ouzounian M., David C.M., Lafreniere-Roula M., Manlhiot C. Late results of the Ross procedure. J Thorac Cardiovasc Surg. 2019;157:201–8. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.06.037
- 4 Buratto E., Shi W.Y., Wynne R., Poh C.L., Larobina M., O’Keefe M., et al. Improved survival after the Ross procedure compared with mechanical aortic valve replacement. J Am Coll Cardiol. 2018;71:1337–44. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.01.048
- 5 Mazine A., Rocha R.V., El-Hamamsy I., Ouzounian M., Yanagawa B., Bhatt D.L., et al. Ross procedure vs mechanical aortic valve replacement in adults: a systematic review and meta-analysis. JAMA Cardiol. 2018;3:978–87. DOI: 10.1001/jamacardio.2018.2946
- 6 Gofus J., Fila P., Drabkova S., Zacek P., Ondrasek J., Nemecek P., et al. Ross procedure provides survival benefit over mechanical valve in adults: a propensity-matched nationwide analysis. Eur J Cardio-Thorac Surg. 2022;61:1357–65. DOI:10.1093/ejcts/ezac013
- 7 Otto C.M., Nishimura R.A., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Gentile F., et al. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines. Circulation. 2021;143:e35–71. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000932
- 8 Chambers J.C., Somerville J., Stone S., Ross D.N. Pulmonary autograft procedure for aortic valve disease: long-term results of the pioneer series. Circulation. 1997;96:2206–14. DOI: 10.1161/01.cir.96.7.2206
- 9 Elkins R.C., Lane M.M., McCue C. Pulmonary autograft reoperation: incidence and management. Ann Thorac Surg. 1996;62:450–5. PMID: 8694604.
- 10 Abeln K.B., Ehrlich T., Souko I., Brenner F., Schäfers H.J. Autograft reoperations after the Ross procedure. Eur J Cardiothorac Surg. 2023;63(5):ezad117. DOI: 10.1093/ejcts/ezad117
- 11 Romeo J.L.R., Papageorgiou G., da Costa F.F.D., Sievers H.H., Bogers A.J.J.C., El-Hamamsy I., et al. Long-term clinical and echocardiographic outcomes in young and middle-aged adults undergoing the Ross Procedure. JAMA Cardiol. 2021;6(5):539–48. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.7434
- 12 Bichell D.P. Autograft root dilation after the Ross procedure is not benign. World J Pediatr Congenit Heart Surg. 2021;12(4):516–7. DOI: 10.1177/21501351211015927
- 13 Kalogerakos P.D., Zafar M.A., Li Y., Mukherjee S.K., Ziganshin B.A., Rizzo J.A., et al. Root dilatation is more malignant than ascending aortic dilation. J Am Heart Assoc. 2021;10:e020645. DOI: 10.1161/JAHA.120.020645
- 14 Malaisrie S.C., Szeto W.Y., Halas M., Girardi L.N., Coselli J.S., Sundt T.M., et al. The American Association for Thoracic Surgery expert consensus document: Surgical treatment of acute type A aortic dissection. J Thorac Cardiovasc Surg. 2021;162:735–58.e2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.04.053
- 15 Siudalska H., Kuśmierczyk M., Różański J., Petryka-Mazurkiewicz J., Kumor M., Michałowska A.M., et al. Aortic dissection after the Ross procedure. Kardiol Pol. 2021;79(6):702–3. DOI: 10.33963/kp.15957
- 16 Richey S., Fiore A.C., Huddlestone C.B. Type A aortic dissection after the Ross procedure. Ann Thorac Surg. 2018;106:e105–6. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.02.042
- 17 Hahn R.T., Roman M.J., Mogtader A.H., Devereux R.B. Association of aortic dilation with regurgitant, stenotic and functionally normal bicuspid aortic valves. J Am Coll Cardiol. 1992;19:283–8. DOI: 10.1016/0735-1097(92)90479-7
- 18 Nistri S., Sorbo M.D., Marin M., Palisi M., Scognamiglio R., Thiene G. Aortic root dilatation in young men with normally functioning bicuspid aortic valves. Heart. 1999;82:19–22. DOI: 10.1136/hrt.82.1.19
- 19 Ryan W.H., Squiers J.J., Harrington K.B., Goodenow T., Rawitscher C., Schaffer J.M., et al. Long-term outcomes of the Ross procedure in adults. Ann Cardiothorac Surg. 2021;10:499–508. DOI: 10.21037/acs-2021-rp-fs-28
- 20 Fujita B., Aboud A., Sievers H.H., Ensminger S. State-of-the-art: Insights from the Ross Registry. JTCVS Tech. 2021;10:396–400. DOI: 10.1016/j.jxct.2021.05.027
- 21 Nappi F., Iervolino A., Avtaar Singh S.S. The effectiveness and safety of pulmonary autograft as living tissue in Ross procedure: a systematic review. Transl Pediatr. 2022;11(2):280–97. DOI: 10.21037/tp-21-351

- 22 Hanke T, Charitos E.L., Stierle U., Robinson D.R., Hemmer W., Moritz A., et al. The Ross operation — a feasible and safe option in the setting of a bicuspid aortic valve? *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2010;38:333–9. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.01.064
- 23 Sharifulin R., Bogachev-Prokophiev A., Zheleznev S., Demin I., Pivkin A., Afanasyev A., et al. Factors impacting long-term pulmonary autograft durability after the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:134–41.e3. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.05.046
- 24 Girdauskas E., Disha K., Raisin H.H., Secknus M.-A., Borger M.A., Kuntze T. Risk of late aortic events after an isolated aortic valve replacement for bicuspid aortic valve stenosis with concomitant ascending aortic dilation. *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2012;42:832–8. DOI: 10.1093/ejcts/ezs137
- 25 Girdauskas E., Disha K., Rouman M., Espinoza A., Borger M.A., Kuntze T. Aortic events after isolated aortic valve replacement for bicuspid aortic valve root phenotype: echocardiographic follow-up study. *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2015;48:e71–6. DOI: 10.1093/ejcts/ezv259
- 26 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(54):4767. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4767
- 27 Skillington P.D., Mokhles M.M., Takkenberg J.J.M., Larobina M., O'Keefe M., Wynne R., et al. The Ross procedure using autologous support of the pulmonary autograft: techniques and late results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;149:S46–52. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.08.068
- 28 Slater M., Shen I., Welke K., Komanapalli C., Ungerleider R. Modification to the Ross procedure to prevent autograft dilatation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu* 2005;181–4. DOI: 10.1053/j.pcsu.2005.01.022
- 29 Starnes V.A., Elsayed R.S., Cohen R.G., Olds A.P., Bojko M.M., Mack W.J., et al. Long-term outcomes with the pulmonary autograft inclusion technique in adults with bicuspid aortic valves undergoing the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;165(1):43–52.e2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.01.101
- 30 Nappi F., Spadaccio C., Castaldo C., Di Meglio F., Nurzynska D., Montagnani S., et al. Reinforcement of the pulmonary artery autograft with a polyglactin and polydioxanone mesh in the Ross operation: experimental study in growing lamb. *J Heart Valve Dis.* 2014 Mar;23(2):145–8. PMID: 25076542.
- 11 Romeo J.L.R., Papageorgiou G., da Costa F.F.D., Sievers H.H., Bogers A.J.J.C., El-Hamamsy I., et al. Long-term clinical and echocardiographic outcomes in young and middle-aged adults undergoing the Ross Procedure. *JAMA Cardiol.* 2021;6(5):539–48. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.7434
- 12 Bichell D.P. Autograft root dilation after the Ross procedure is not benign. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2021;12(4):516–7. DOI: 10.1177/21501351211015927
- 13 Kalogerakos P.D., Zafar M.A., Li Y., Mukherjee S.K., Ziganshin B.A., Rizzo J.A., et al. Root dilatation is more malignant than ascending aortic dilation. *J Am Heart Assoc.* 2021;10:e020645. DOI: 10.1161/JAHA.120.020645
- 14 Malaisrie S.C., Szeto W.Y., Halas M., Girardi L.N., Coselli J.S., Sundt T.M., et al. The American Association for Thoracic Surgery expert consensus document: Surgical treatment of acute type A aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;162:735–58.e2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.04.053
- 15 Siudalska H., Kuśmierczyk M., Różański J., Petryka-Mazurkiewicz J., Kumor M., Michałowska A.M., et al. Aortic dissection after the Ross procedure. *Kardiologia Pol.* 2021;79(6):702–3. DOI: 10.33963/kp.15957
- 16 Richey S., Fiore A.C., Huddleston C.B. Type A aortic dissection after the Ross procedure. *Ann Thorac Surg.* 2018;106:e105–6. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.02.042
- 17 Hahn R.T., Roman M.J., Mogtader A.H., Devereux R.B. Association of aortic dilation with regurgitant, stenotic and functionally normal bicuspid aortic valves. *J Am Coll Cardiol.* 1992;19:283–8. DOI: 10.1016/0735-1097(92)90479-7
- 18 Nistri S., Sorbo M.D., Marin M., Palisi M., Scognamiglio R., Thiene G. Aortic root dilatation in young men with normally functioning bicuspid aortic valves. *Heart.* 1999;82:19–22. DOI: 10.1136/hrt.82.1.19
- 19 Ryan W.H., Squiers J.J., Harrington K.B., Goodenow T., Rawitscher C., Schaffer J.M., et al. Long-term outcomes of the Ross procedure in adults. *Ann Cardiothorac Surg.* 2021;10:499–508. DOI: 10.21037/acs-2021-rp-fs-28
- 20 Fujita B., Aboud A., Sievers H.H., Ensminger S. State-of-the-art: Insights from the Ross Registry. *JTCVS Tech.* 2021;10:396–400. DOI: 10.1016/j.xjtc.2021.05.027
- 21 Nappi F., Jervolino A., Avtaar Singh S.S. The effectiveness and safety of pulmonary autograft as living tissue in Ross procedure: a systematic review. *Transl Pediatr.* 2022;11(2):280–97. DOI: 10.21037/tp-21-351
- 22 Hanke T, Charitos E.L., Stierle U., Robinson D.R., Hemmer W., Moritz A., et al. The Ross operation — a feasible and safe option in the setting of a bicuspid aortic valve? *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2010;38:333–9. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.01.064
- 23 Sharifulin R., Bogachev-Prokophiev A., Zheleznev S., Demin I., Pivkin A., Afanasyev A., et al. Factors impacting long-term pulmonary autograft durability after the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:134–41.e3. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.05.046
- 24 Girdauskas E., Disha K., Raisin H.H., Secknus M.-A., Borger M.A., Kuntze T. Risk of late aortic events after an isolated aortic valve replacement for bicuspid aortic valve stenosis with concomitant ascending aortic dilation. *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2012;42:832–8. DOI: 10.1093/ejcts/ezs137
- 25 Girdauskas E., Disha K., Rouman M., Espinoza A., Borger M.A., Kuntze T. Aortic events after isolated aortic valve replacement for bicuspid aortic valve root phenotype: echocardiographic follow-up study. *Eur J Cardio-Thoracic Surg.* 2015;48:e71–6. DOI: 10.1093/ejcts/ezv259
- 26 Chernov I.I., Enginoyev S.T., Kondratiev 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(54):4767 (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4767
- 27 Skillington P.D., Mokhles M.M., Takkenberg J.J.M., Larobina M., O'Keefe M., Wynne R., et al. The Ross procedure using autologous support of the pulmonary autograft: techniques and late results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;149:S46–52. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.08.068
- 28 Slater M., Shen I., Welke K., Komanapalli C., Ungerleider R. Modification to the Ross procedure to prevent autograft dilatation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu* 2005;181–4. DOI: 10.1053/j.pcsu.2005.01.022
- 29 Starnes V.A., Elsayed R.S., Cohen R.G., Olds A.P., Bojko M.M., Mack W.J., et al. Long-term outcomes with the pulmonary autograft inclusion technique in adults with bicuspid aortic valves undergoing the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;165(1):43–52.e2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.01.101
- 30 Nappi F., Spadaccio C., Castaldo C., Di Meglio F., Nurzynska D., Montagnani S., et al. Reinforcement of the pulmonary artery autograft with a polyglactin and polydioxanone mesh in the Ross operation: experimental study in growing lamb. *J Heart Valve Dis.* 2014 Mar;23(2):145–8. PMID: 25076542.

REFERENCES

- 1 Tsaroev B., Chernov I., Enginoyev S., Mustaev M. Survival and freedom from reoperation after the Ross procedure in a Russian adult population: A single-center experience. *JTCVS Open.* 2022;10:140–7. DOI: 10.1016/j.xjon.2022.04.026
- 2 Flynn C.D., Bono J.H., De, Muston B., Rattan N., Tian D.H., Larobina M., et al. Systematic review and meta-analysis of long-term outcomes in adults undergoing the Ross procedure. *Ann Cardiothorac Surgery.* 2021;10(4):411–9. DOI: 10.21037/acs-2021-rp-30
- 3 David T.E., Ouzounian M., David C.M., Lafreniere-Roula M., Manlhiot C. Late results of the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:201–8. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.06.037
- 4 Buratto E., Shi W.Y., Wynne R., Poh C.L., Larobina M., O'Keefe M., et al. Improved survival after the Ross procedure compared with mechanical aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71:1337–44. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.01.048
- 5 Mazine A., Rocha R.V., El-Hamamsy I., Ouzounian M., Yanagawa B., Bhatt D.L., et al. Ross procedure vs mechanical aortic valve replacement in adults: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Cardiol.* 2018;3:978–87. DOI: 10.1001/jamacardio.2018.2946
- 6 Gofus J., Fila P., Drabkova S., Zacek P., Ondrasek J., Nemecek P., et al. Ross procedure provides survival benefit over mechanical valve in adults: a propensity-matched nationwide analysis. *Eur J Cardio-Thorac Surg.* 2022;61:1357–65. DOI: 10.1093/ejcts/ezac013
- 7 Otto C.M., Nishimura R.A., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Gentile F., et al. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation.* 2021;143:e35–71. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000932
- 8 Chambers J.C., Somerville J., Stone S., Ross D.N. Pulmonary autograft procedure for aortic valve disease: long-term results of the pioneer series. *Circulation.* 1997;96:2206–14. DOI: 10.1161/01.cir.96.7.2206
- 9 Elkins R.C., Lane M.M., McCue C. Pulmonary autograft reoperation: incidence and management. *Ann Thorac Surg.* 1996;62:450–5. PMID: 8694604.
- 10 Abeln K.B., Ehrlich T., Souko I., Brenner F., Schäfers H.J. Autograft reoperations after the Ross procedure. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2023;63(5):ezad117. DOI: 10.1093/ejcts/ezad117