

DOI: 10.15825/1995-1191-2021-1-101-111

ПОВТОРНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ РОССА: ПРИЧИНЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Р.М. Муратов, М.И. Федосейкина, Д.А. Титов, Д.В. Бритиков, Г.А. Хугаев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Введение. Повторные операции после протезирования аортального клапана легочным аутографтом (операция Росса) могут быть связаны с дисфункцией неоаортального, неолегочного или обоих оперированных клапанов. Поздняя дисфункция, кроме инфекционного эндокардита, связана с исходной патологией, техническими ошибками и неподходящими материалами для замещения легочного ствола. Повторные операции технически сложны, а тактические подходы окончательно не сформулированы. **Цель:** анализ повторных вмешательств у больных после операции Росса, технические подходы и непосредственные результаты. **Материал и методы.** В период 2001–2019 гг. реоперированы 14 пациентов в сроки от 2 дней до 21 года после первичной операции Росса. Показанием к реоперации в раннем послеоперационном периоде явились ранний протезный эндокардит (2) и технические ошибки (1). Причинами реопераций в позднем периоде явились недостаточность неоаортального клапана (7), в том числе – с дисфункцией легочного клапана (2), дегенерация легочного клапана (2), протезный эндокардит клапана легочной артерии (1), эндокардит аортального, легочного и митрального клапанов (1). В соответствии с объемом поражения выполнены: репротезирование аортального клапана (3), репротезирование восходящей аорты (6), в том числе с заменой клапана/ствола легочной артерии (8), стентирование легочного ствола (2). **Результаты.** Госпитальная летальность составила 7,1%. Один пациент умер от раннего эндокардита после первичной операции. Остальные пациенты перенесли неосложненный послеоперационный период. Микроскопическое исследование неоаорты выявило фрагментацию эластических волокон и перестройку гистоархитектоники ткани. В легочной позиции аортальный аллографт и бескаркасный ксенографт имели тяжелый кальциноз и стенозирование клапана. **Выводы.** Причинами повторных вмешательств после операции Росса могут быть дисфункция (недостаточность) неоаортального клапана, связанная с пролапсом створок и дилатацией корня аорты. Второй причиной реопераций является дисфункция клапанного трансплантата в позиции легочного ствола. Плановые повторные операции на неоаортальном корне и/или легочном трансплантате, несмотря на большой объем, могут выполняться с низкой летальностью и частотой осложнений. Имплантация аортальных аллографтов и ксенографтов для реконструкции ВОПЖ неоправдана по причине развития их более ранней и тяжелой дисфункции по сравнению с легочным аллографтом.

Ключевые слова: операция Росса, аутографт, аллографт, аортальный клапан, реоперация.

RE-INTERVENTIONS AFTER THE ROSS PROCEDURE: REASONS, TECHNICAL APPROACHES, IMMEDIATE OUTCOMES

R.M. Muratov, M.I. Fedoseykina, D.A. Titov, D.V. Britikov, G.A. Khugaev

Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

Re-interventions after pulmonary autograft aortic valve replacement (Ross procedure) may be associated with dysfunction of the neo-aortic, neopulmonary, or both operated valves. Late dysfunction, other than infective endocarditis, is associated with underlying conditions, technical errors, and unsuitable pulmonary trunk replacement materials. Re-interventions are technically complex, while tactical approaches have not been definitively formulated. **Objective:** to analyze re-interventions in patients after Ross procedure, technical approaches and immediate outcomes. **Material and methods.** Between 2001 and 2019, 14 patients were reoperated upon within 2 days to

Для корреспонденции: Федосейкина Мария Ильинична. Адрес: 121552, Москва, Рублевское ш., 135. Тел. (977) 387-50-55. E-mail: maryilinishna@yandex.ru

Corresponding author: Maria Fedoseykina. Address: 135, Rubliovskoe sh., Moskva, 121552, Russian Federation. Phone: (977) 387-50-55. E-mail: maryilinishna@yandex.ru

21 years after primary Ross procedure. Early prosthetic endocarditis (2) and technical errors (1) were the reasons for early postoperative re-intervention. Neoaortic valve insufficiency (7), including pulmonary valve dysfunction (2), pulmonary valve degeneration (2), pulmonary prosthetic valve endocarditis (1), aortic, pulmonary and mitral valve endocarditis (1) were the reasons for late postoperative re-intervention. Based on the lesion volume, neoaortic valve replacement (3), neoaortic root replacement (6), including pulmonary valve/trunk replacement (8), and pulmonary trunk stenting (2) were performed. **Results.** In-hospital mortality was 7.1%. One patient died of early endocarditis after primary procedure. The postoperative period for the remaining patients was uneventful. Microscopic examination of the neoaorta revealed fragmentation of elastic fibers and rearrangement of tissue histoarchitectonics. In the pulmonary position, the aortic allograft and stentless xenograft had severe calcification and valve stenosis. **Conclusions.** Neoaortic valve insufficiency associated with cusp prolapse and neoaortic root dilatation may be the reasons for re-interventions after the Ross procedure. The second reason for re-interventions is valve graft dysfunction in the pulmonary trunk position. Elective reoperations on the neoaortic root and/or lung graft, despite the large volume, can be performed with low mortality and morbidity. Aortic allografts and xenografts for reconstruction of the right ventricular outflow tract (RVOT) is unjustified due to early and more severe dysfunction compared to pulmonary allograft.

Keywords: Ross procedure, autograft, allograft, aortic valve, reoperation.

ВВЕДЕНИЕ

При замене аортального клапана (АК) у молодых пациентов хирурги сталкиваются с проблемой выбора протеза. Биологические протезы имеют ограниченную долговечность; механические протезы серьезно меняют образ жизни пациента, привязывая его к пожизненной антикоагулянтной терапии, которая у ряда больных не предупреждает развитие тромбоэмболических и геморрагических осложнений [1–5]. Кроме того, у детей при малом диаметре имплантируемого протеза со временем развивается «протез-пациент»-несоответствие с формированием высоких трансклапанных градиентов и необходимостью в реимплантации клапана большего размера [6]. Альтернативой имплантации механического протеза является протезирование аортального клапана легочным аутографтом (операция Росса). Легочный аутографт обеспечивает длительную стабильность результатов, низкую вероятность дисфункции и реоперации, отличные показатели гемодинамики даже при узком фиброзном кольце (ФК) и высокое качество жизни пациентов; не требует приема антикоагулянтов, способен к росту по мере роста организма, что актуально для детей [7, 9]. Причинами сдержанного отношения к операции Росса является более сложная техника имплантации, а также возможная необходимость в выполнении реоперации по поводу дисфункции неаортального клапана и/или протезов в выводном отделе правого желудочка (ВОПЖ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отделение неотложной хирургии приобретенных пороков сердца ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ обладает опытом 80 операций Росса, выполненных в период с ноября 2001-го по март 2019 г. За этот период после операции Росса выполнено 14 повторных вмешательств: 8 пациентов первично оперированы в других учреждениях и 6 – в нашей серии из 80 операций (7,5%). Из реоперированных

было 11 мужчин, средний возраст составил 22,5 года (8–47). Из анамнеза и выписок из предыдущих историй болезни следует, что основной причиной первичного хирургического вмешательства был врожденный двустворчатый АК – 13, в том числе активный инфекционный эндокардит (ИЭ) АК у 3 пациентов. По морфологии поражения у большинства пациентов изначально имелась аортальная недостаточность (АН) – 13, изолированный аортальный стеноз (АС) – 1. В 13 случаях легочный аутографт был имплантирован по методике свободного корня с реимплантацией устьев коронарных артерий, в 1 – по субкоронарной методике. У 8 больных для восстановления целостности выводного тракта правого желудочка (ВТ ПЖ) был использован криосохраненный легочный аллогraft, у 3 – аортальный аллогraft и 3 – бескаркасный ксенобиопротез (2 ксеноаортальных, 1 – ксеноперикардальный). Среднее время от первичной операции до повторного хирургического вмешательства по всем причинам составило $8 \pm 1,9$ года (табл. 1).

В ходе подготовки к операции всем пациентам было проведено комплексное обследование, включающее эхокардиографию, мультиспиральную компьютерную томографию с контрастированием (МСКТ) и трехмерной реконструкцией сердца и сосудов. Определяли диаметр аорты, легочного кондуита на разных уровнях, зоны анастомозов, степень прилегания структур сердца к груди, что позволило планировать операционное обеспечение и безопасный доступ. Всем пациентам старше 40 лет выполняли коронароангиографию.

Техника повторных операций

12 операций выполнялись в условиях полной стернотомии, гипотермического ($26–28\text{ }^{\circ}\text{C}$) искусственного кровообращения и фармакохолодовой кардиopleгии. У 10 пациентов использована центральная канюляция аорты и обеих полых вен. В двух случаях сначала канюлировали и начинали ИК че-

рез бедренные сосуды, затем артериальную канюлю перемещали в восходящую аорту. Выполняли кардиолиз правых отделов сердца, выделяли аорту и легочный ствол. Для репротезирования аортального и легочного клапанов использовали общепринятую технику. Для протезирования корня аорты иссекали стенку легочного аутографта до фиброзного кольца с мобилизацией устьев коронарных артерий (КА). Использовали дакроновый конduit с механическим протезом и прямой имплантацией устьев КА в стенку кондуита. В случае инфекционного эндокардита легочного клапана и/или кальциноза легочного ствола последний полностью иссекали и имплантировали клапаносодержащий конduit (дакроновый с механическим протезом или легочный аллогraft).

Эндоваскулярное вмешательство для коррекции дегенеративного стеноза кондуита легочной артерии (ЛА) у двух пациентов выполнялось в условиях рентгенооперационной и заключалось в стентировании ствола ЛА.

Причины реопераций в раннем послеоперационном периоде

В ранние сроки после первичной операции выполнено 3 реоперации. У одной пациентки на 2-е сутки после первичной операции на ЭКГ возникли признаки ишемии миокарда. При коронароангиографии был выявлен «перекрыт» ствол левой коронарной артерии (ЛКА) в зоне имплантации в аутографт. На экстренной реоперации распущен и повторно наложен анастомоз и превентивно выполнено аортокоронарное шунтирование ПМЖВ. У второго пациента в раннем послеоперационном периоде отмечался длительный подъем температуры без эффекта от антибактериальной терапии. По данным ЭхоКГ обнаружены вегетации на легочном аллогraftе. Больному было выполнено репротезирование легочного аллогraftа, однако пациент умер от некупируемой системной инфекции и эрозивного кровотечения из стенки аорты. У третьего пациента, оперированного в активной стадии инфекционного эндокардита аортального клапана с абсцессом фиброзного кольца, показанием к повторной операции явился ранний протезный эндокардит легочного аутографта и легочного аллогraftа через месяц после операции Росса. Больному было выполнено репротезирование корня аорты синтетическим клапаносодержащим конduitом и репротезирование легочной артерии легочным аллогraftом.

Причины и объем реопераций в отдаленном периоде

Недостаточность неоаортального клапана 3-й степени выявлена у 3 пациентов. Причиной регургитации был пролапс одной или всех трех створок без

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов на момент первой операции

Clinical characteristics of patients during the first surgery

Возраст на момент первой операции (лет)	22,5 ± 4 (8–47)
≤18 лет	8 пациентов
Пол	
Мужчины	11 (79%)
Женщины	3 (21%)
Гемодинамические изменения на АК во время первой операции	
Стеноз	1
Недостаточность	13
Этиология порока АК на первой операции	
Двустворчатый АК/трехстворчатый	13/1
ИЭ АК первичный	1
ИЭ АК вторичный	2
Протез в ВОПЖ	
Легочный аллогraft	8
Аортальный аллогraft	3
Бескаркасный ксенографт	3
Методика имплантации аутографта	
Субкоронарная методика	1 (7%)
Свободный корень	13 (93%)

дилатации неоаортального корня. Среднее время от первичной операции до повторного вмешательства составило 10,3 года (9–12 лет).

Дилатация неокорня ≥45 мм с выраженной регургитацией на АК явилась показанием к реоперации у 4 пациентов (рис. 1). Среднее время от первичной до повторной операции составило 12,2 года (5–21).

Причиной замены протеза в ВТ ПЖ у 7 пациентов с дисфункцией аутографта явилась умеренная недостаточность легочного аллогraftа (3 пациента), стеноз аортального аллогraftа на уровне проксимального и дистального анастомоза (2 пациента), кальциноз и стеноз бескаркасного аортального ксенографта (1 пациент) – табл. 2.

У 2 пациентов показанием к повторному оперативному вмешательству явился поздний протезный ИЭ. В одном случае, через три года после операции Росса, имелось изолированное поражение легочного аллогraftа. Во втором случае показанием к повторному вмешательству явилось расслоение аутографта и активный ИЭ неоаортального, аортального аллогraftа в ВТ ПЖ и митрального клапанов через 14 лет после операции (рис. 2).

Двум пациентам с бескаркасными ксенографтами в позиции ВОПЖ и отсутствием дисфункции неоаортального клапана было выполнено стентирование суженных проксимального и дистального анастомозов ксенографта (рис. 3). В результате стентирования

отмечено снижение давления в ПЖ, градиентов систолического давления между ПЖ и ЛА и увеличение диаметра стентированного сегмента более чем на 75%.

У 4 пациентов при дилатации неоаорты и недостаточности неоаортального клапана повторное хирургическое вмешательство включало репротезирование корня аорты синтетическим клапаносодержащим кондуитом с механическим протезом (операция Бенталла–Де Боно) и репротезирование клапана или ствола легочной артерии. Имплантация механического протеза в позицию АК и ВОПЖ выполнена у 2 пациентов. В двух случаях с выраженным стенозом и кальцинозом протеза в ВОПЖ для его замены использовали также синтетический кондуит с механическим протезом (табл. 3).

При репротезировании неоаортального клапана и корня аорты в позднем периоде независимо от функции неолегочного клапана мы придерживаемся тактики его замены. Имплантация механических

протезов в позицию аортального и легочного клапана в нашем отделении является методом выбора.

Одной пациентке 31 года через 1 год после первичной операции Росса с дилатацией неоаортального корня с его выраженной недостаточностью и расширением проксимальной части дуги аорты без дисфункции легочного аллографта в ВОПЖ в связи с планируемой беременностью было выполнено репротезирование восходящего отдела аорты и части дуги синтетическим кондуитом с каркасным биологическим протезом без вмешательства на протезе (легочный аллографт) в ВОПЖ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среднее время ИК составило 278 (160–429) мин, среднее время пережатия аорты – 156 мин (120–265). Интраоперационная кровопотеря составила 400 мл (350–550). Сроки пребывания в отделении реанимации составили $1,9 \pm 0,53$. Продолжительность искусственной вентиляции легких $19 \pm 5,9$ ч. Сроки госпитализации составили $21 \pm 3,1$ суток.

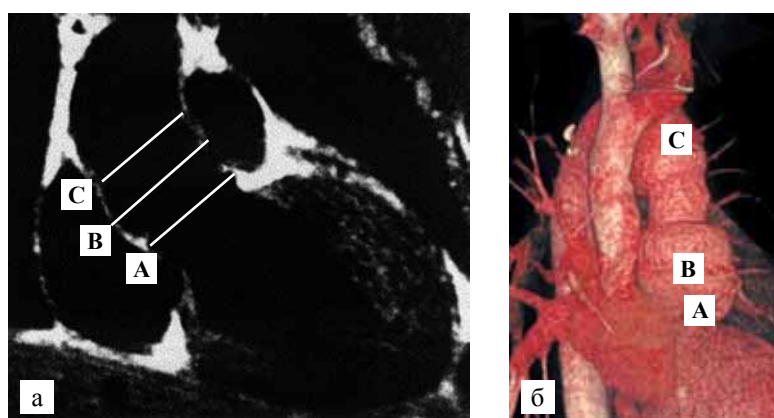


Рис. 1. Компьютерная томография: а – пациент Ф., 21 год после операции (А – фиброзное кольцо АК – 50 мм, В – синусы Вальсальвы – 55 мм, С – синотубулярное соединение – 49 мм); б – пациентка А., 5 лет после операции (А – фиброзное кольцо – 26 мм, В – синусы Вальсальвы – 47 мм, С – восходящий отдел аорты – 37 мм)

Fig. 1. Cardiac computed tomography: а – patient F., 21 years after surgery (A – aortic annulus – 50 mm, B – sinuses of Valsalva – 55 mm, C – sinotubular junction – 49 mm); б – patient A., 5 years after surgery (A – aortic annulus – 26 mm, B – sinuses of Valsalva – 47 mm, C – ascending aorta – 37 mm)

Таблица 2

Гемодинамические показатели протезов в ВОПЖ у больных с заменой аутографта и протеза в ВОПЖ

Hemodynamic parameters of RVOT prostheses in patients with autograft and prosthesis replacement in RVOT

	Легочный аллографт	Аортальный аллографт	Аортальный ксенографт
Пиковый градиент давления, мм рт. ст.	19	25	40
Средний градиент давления, мм рт. ст.	11	12	18
Регургитация, степень	До 1	До 2	3
Диаметр на уровне проксимального анастомоза, мм	21	15	16
Диаметр на уровне дистального анастомоза, мм	26	19	21

На госпитальном этапе зарегистрирован 1 летальный исход (7,1%) на фоне эрозивного кровотечения из аорты и некупируемой генерализованной инфекции.

Ранний послеоперационный период у 13 пациентов протекал без осложнений. В отдаленные сроки после операции ($7 \pm 3,2$ года) пациенты с механическими протезами в позиции аортального клапана и в позиции легочной артерии ($n = 10$) соблюдают антикоагулянтную терапию с целевыми значениями МНО от 2,0 до 3,5. Тромбоза протеза/ов и тромбоэмболических осложнений не было. Все выписанные пациенты живы и ведут активный образ жизни.

У пациентов, перенесших стентирование, проводится динамическое наблюдение. Учитывая отсутствие клапана в стенке, прицельно оценивается функция правого желудочка. В сроки до 2 лет тромбоза, перелома стента или рестеноза не отмечено. Гемодинамические и объемные показатели ПЖ удовлетворительные.

Гистологическая картина эксплантированных протезов

Проведено гистологическое исследование всех эксплантированных биопротезов. Для легочного аутографта характерны следующие изменения: в

Таблица 3
Типы выполненных реопераций
Types of reoperations performed

Операция Бенталла–Де Боно	реПЛК легочным аллографтом	2
	реПЛК механический протез	2
	реПЛК конduit	1
	ревизия легочного клапана	1
реПАК + реПЛК (механический протез)		2
реПАК + реПЛК конduit (механический протез)		1
реПЛК легочным аллографтом		2
Стентирование ВОПЖ		2
АКШ ПМЖВ		1

Примечание. реПЛК – репротезирование легочного клапана; реПАК – репротезирование аортального клапана; ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; АКШ ПМЖВ – аортокоронарное шунтирование передней межжелудочковой ветви.

Note. реПЛК – pulmonary valve replacement; реПАК – aortic valve replacement; ВОПЖ – right ventricular outflow tract; АКШ ПМЖВ – coronary artery bypass grafting of the anterior interventricular artery.



Рис. 2. МСКТ больного Р. через 14 лет после операции. Диаметр ФК АК составил 34 мм, на уровне синусов Вальсальвы – 80 мм, на уровне ствола легочной артерии – 64 мм

Fig. 2. MSCT of patient R., 14 years after surgery. 34 mm diameter of the AV fibrous ring, 80 mm at the level of the sinuses of Valsalva, 64 mm at the level of the pulmonary artery trunk

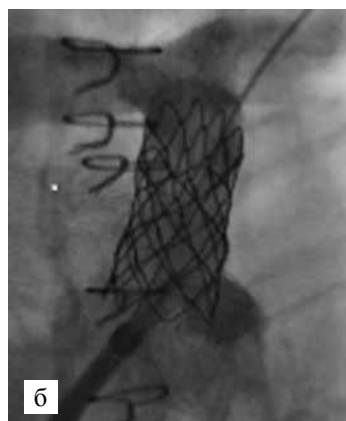
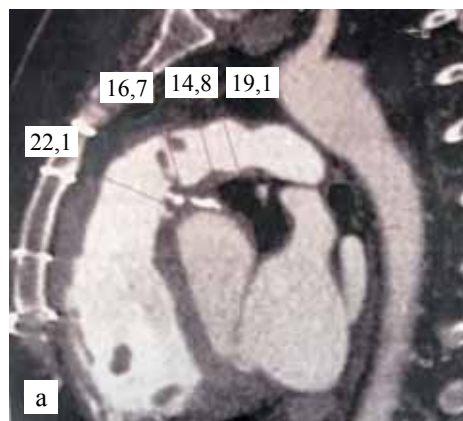


Рис. 3. Пациентка Т., 11 лет после операции Росса: а – МСКТ протеза в ВОПЖ (стенки кальцинированы, стенозы в проекции анастомозов); б – ангиография имплантированного стента в позицию протеза в ВОПЖ (ксенографта)

Fig. 3. Patient T., 11 years after Ross procedure: a – MSCT of the RVOT prosthesis (walls are calcified, stenosis in the anastomosis projection); б – Angiogram of the implanted stent in the RVOT prosthesis position (xenograft)

створках имеются участки дезорганизации и фрагментации эластических волокон, разрушение гладкомышечных клеток с очаговой базофилией основного вещества и фиброзом (рис. 4). В стенке аутографта развивается фиброз средней оболочки с увеличением количества мелких кровеносных сосудов капиллярного типа в наружной оболочке. В некоторых случаях в аутографте обнаружено формирование атеросклеротических бляшек и участков острого воспаления.

Гистологическая картина эксплантированных легочных и аортальных аллографтов отличается. Легочный аллографт представлен более тонкой стенкой, отсутствием клеток и правильным расположением коллагеновых и эластических волокон.

Для аортального аллографта характерна более плотная стенка, с участками петрификации, которые создают высокие градиенты на уровне клапана, дистального и проксимального анастомозов (рис. 5).

Для бескаркасных ксенографтов характерны обширные петрификаты с развитием оссификации ткани (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ

Главные достоинства операции Росса – отличная отдаленная выживаемость, низкий риск тромбоэмболических и геморрагических осложнений [1–5] (табл. 4).

Однако по сравнению со стандартным протезированием аортального клапана каркасным протезом операция остается технически более сложной. Правильность наложения анастомоза между аутографтом и ВОЛЖ, анастомозов с коронарными артериями, продолжительность пережатия аорты, время искусственного кровообращения влияют на непосредственную летальность и выживаемость пациентов. Еще D. Ross отмечал, что с увеличением опыта проблемы сдавления, перегиба, перекрытия коронарных артерий

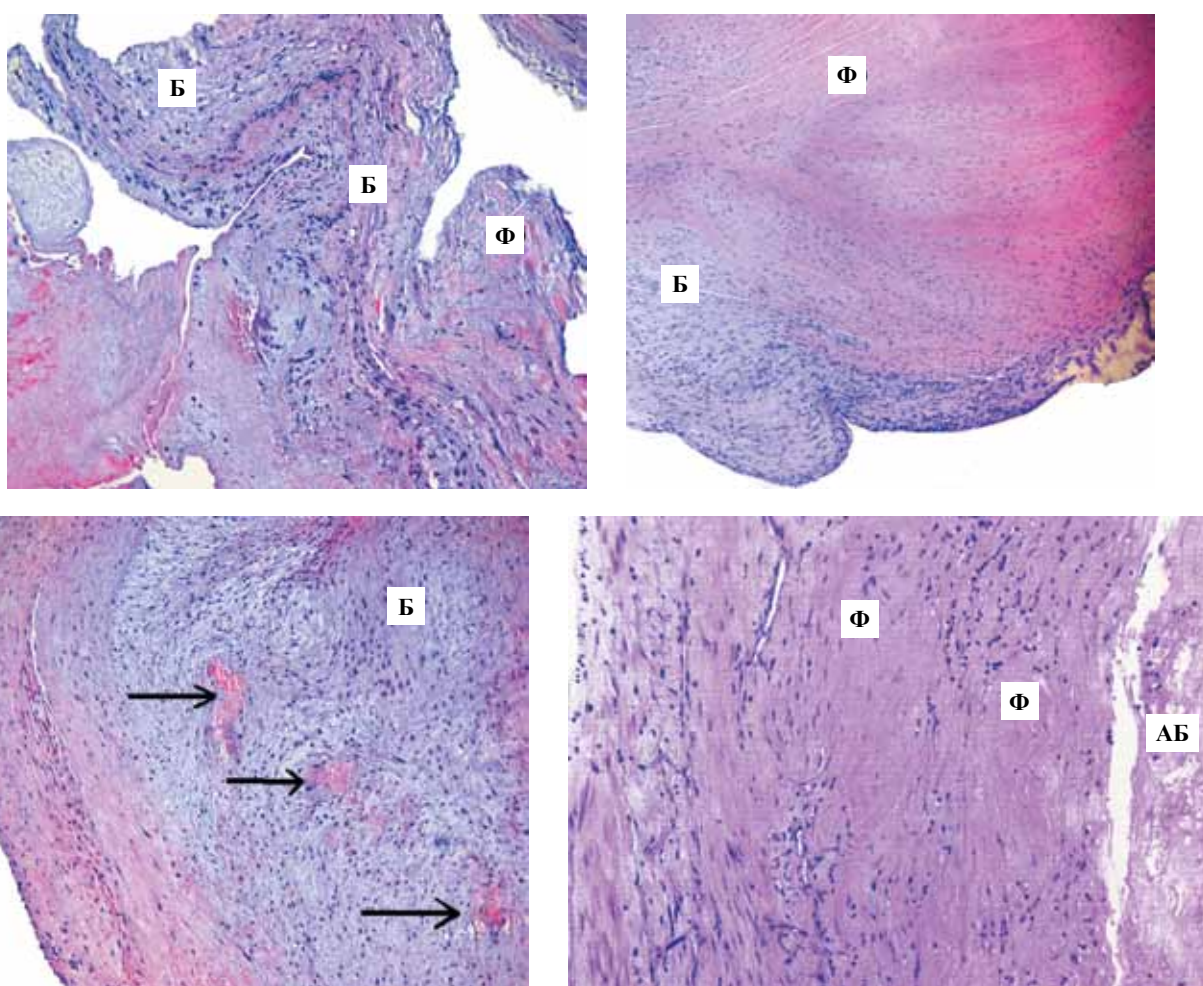


Рис. 4. Створки аутографта. Микрофотография. В створках аутографта – картина очаговой базофилии (Б), фиброза (Ф). Участки деструкции ткани створок аутографта в зонах базофилии с эозинофилией ткани (указано стрелкой). АБ – атеросклеротическая бляшка. Окраска гематоксилином-эозином. $\times 100$

Fig. 4. Autograft leaflets. Micrograph. In the valves of the pulmonary autografts, there is a picture of focal basophilia (Б), fibrosis (Ф). Area of tissue destruction and eosinophilia (indicated by an arrow). Atherosclerotic plaque (АБ). H&E stain. $100\times$

и поперечной блокады сердца преодолеваются [10]. У нас наблюдался один случай «перекрута» устья ЛКА, который был вовремя диагностирован и ликвидирован.

Повторные операции отличаются длительными сроками пережатия аорты, кровопотерей, высоким риском травмирования структур сердца, коронарных артерий и должны быть обеспечены адекватным анестезиологическим и перфузионным пособием, выполняться в специализированном центре с широким арсеналом способов и средств для устранения внезапных фатальных осложнений.

Одной из причин реопераций на неоаортальном клапане является дилатация легочного аутоаутографта. Дилатация синотубулярного перехода вызывает натяжение створок неоклапана с развитием центральной регургитации. Данное явление нами

было обнаружено у 5 пациентов, у одного из которых возникло даже расслоение стенки аутографта. Исследования показывают, что дилатация аутографта наступает независимо от метода имплантации и обусловлена неспособностью легочного ствола и клапана адаптироваться к системному артериальному давлению [10, 11]. Продемонстрирован процесс ремоделирования в эксплантированных легочных аутографтах, которые более десятилетия подвергались системному кровообращению [12]. При гистологическом исследовании эксплантатов было обнаружено разрушение эластических волокон, гладкомышечных клеток с замещением внеклеточного матрикса соединительной тканью. Аналогичные данные получены при исследовании нашего материала. Для профилактики дилатации неоаорты некоторые авторы предлагают использовать аутологичные ткани или синтетические

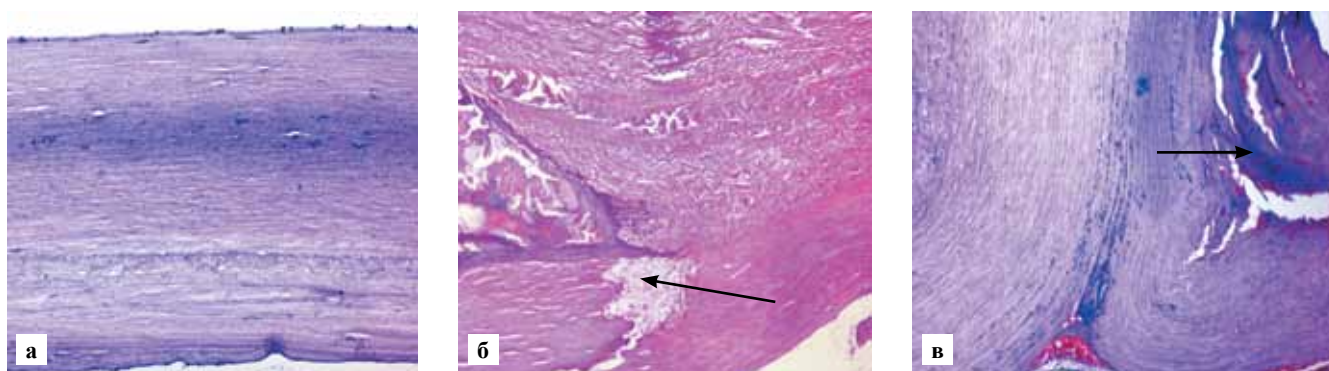


Рис. 5. Стенка трансплантатов в позиции легочной артерии. Микрофотография: а – легочный аллографт, построен из коллагеновых и эластических волокон; б, в – аортальный аллографт с очагом петрификации ткани (указано стрелкой). Окраска гематоксилином-эозином. $\times 100$

Fig. 5. Wall of grafts in the pulmonary artery position. Micrograph: а – pulmonary allograft, built from collagen and elastic fibers; б, в – aortic allograft with a tissue petrification focus (indicated by an arrow). H&E stain. $100\times$

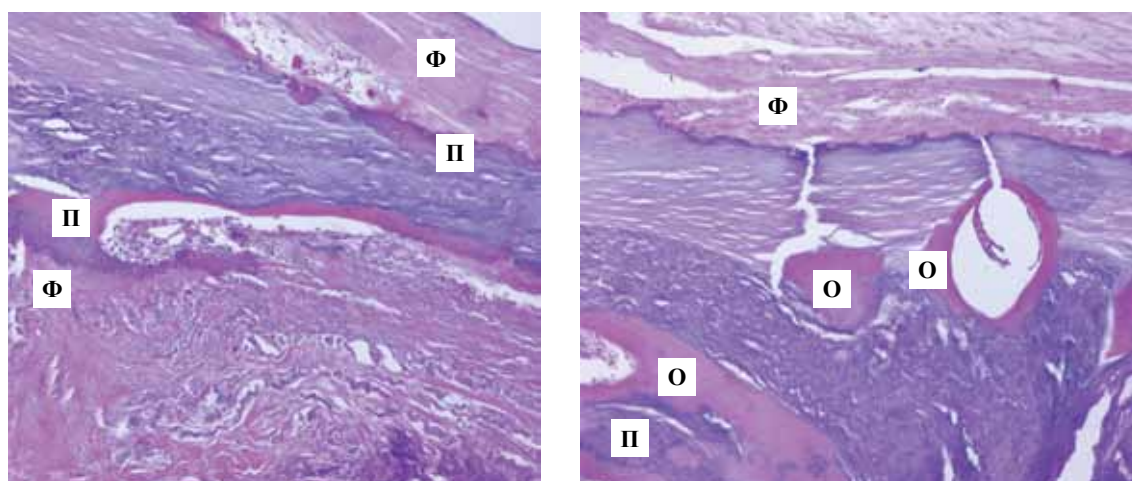


Рис. 6. Стенка ксенографта в позиции легочной артерии. Микрофотография. Ксенографт с участками фиброза (Ф), петрификатов (П), оссификации (О) ткани. Окраска гематоксилином-эозином. $\times 100$

Fig. 6. Xenograft wall in the pulmonary artery position. Micrograph. Xenograft with areas of fibrosis (Ф), petrification (П), tissue ossification (О). H&E stain. $100\times$

материалы, которые выполняют функцию внешнего футляра для аутографта [5, 13, 14].

М. Yacoub для предотвращения дилатации неоаорты предлагает имплантировать аутоотрансплантат субаннулярно для проксимальной поддержки фиброзным кольцом аорты, а дистальный анастомоз выполнять на уровне или немного выше синотубулярного гребня [15].

Одним из факторов расширения и расслоения неоаорты может явиться техническая ошибка, когда используют длинный аутоотрансплантат легочной артерии и без укрепления зон проксимального и дистального анастомозов. В нашей практике для поддержки аутографта, имплантируемого по методике свободный корень, мы приводим диаметры фиброзного кольца и нативной аорты в полное соответствие, дистальный анастомоз создаем на 1 см выше синотубулярного гребня аутографта, а также выполняем стабилизацию проксимального и дистального анастомоза с помощью синтетических полосок (ПТФЭ, тефлон).

Ряд исследователей считают, что возможными предикторами дилатации неоаорты являются мужской пол, несоответствие размера корня аорты и легочного аутографта, диаметр кольца аорты более 25 мм и аортальная недостаточность (АН). T. David предлагает для профилактики дилатации уменьшать диаметр ФК и восходящей аорты до размера легочной артерии. Тем не менее это не всегда предупреждает дисфункцию в отдаленном периоде у пациентов с врожденными аномалиями АК. Дилатация легочного аутографта была у 9 из 10 пациентов, у всех до операции было широкое ФК АК (≥ 27 мм).

В сроки до 15 лет реопераций на неоаорте у пациентов с аортальным кольцом менее 27 мм и у женщин не было. Автор пришел к выводу, что идеальными кандидатами на операцию являются женщины с аортальным стенозом (АС), во-вторых, расширенное аортальное кольцо является маркером дисплазии соединительной ткани, которая может присутствовать и на легочном клапане, что может вызывать преждевременную дисфункцию неоаорты [16, 17]. Аналогичные данные сообщают Elkins и коллеги. Операция Росса в этом исследовании была выполнена у 487 пациентов, причем 197 были моложе 18 лет. Через 16 лет после операции у 164 пациентов с АН свобода от дисфункции неоаорты составила 59%, что было значительно меньше, чем у 304 пациентов с АС, у которых этот показатель составил 82%. Риск дисфункции аутографта у мужчин был в 3 раза выше, чем у женщин. Уменьшение ФК АК у пациентов с АН с использованием синтетического материала или аутоперикарда (ФК > 27 мм) выполнено у 96 пациентов, и свобода от дисфункции аутографта составила 87% через 10 лет [7]. T. Weimar и коллеги показали, что реоперации у мужчин выполняются в 6 раз чаще, чем у женщин. Многофакторный анализ показал, что АН и диаметр ФК АК более 26 мм являются предикторами повторной операции [18].

Врожденный порок АК с его недостаточностью и аневризмой восходящего отдела аорты мы считаем одним из противопоказаний для операции Росса.

Развитие недостаточности с пролабированием створок аутографта в нашем материале наблюдалось в 3 случаях. При гистологическом исследовании створок аутографта мы обнаружили базофилию

Таблица 4

Свобода от повторных вмешательств на неоаортальном клапане и протезах ВОПЖ в отдаленном послеоперационном периоде

Freedom from re-interventions on the neo-aortic valve and RVOT prostheses in the long-term postoperative period

Автор	Количество наблюдений	Аутографт	Протезы в ВОПЖ
Bogers A.J., 2004	123	89% (10 лет)	91% (10 лет)
Kouchoukos N.T., 2007	119	75% (10 лет)	86% (10 лет)
Elkins R.C., 2008	489	90% (10 лет) 83% (16 лет)	90% (10 лет) 82% (16 лет)
Mokhles M.M., 2012	161	84% (10 лет) 51% (18 лет)	90% (10 лет) 81% (18 лет)
Da Costa F., 2014	414	90,7% (15 лет)	92,5% (15 лет)
Weimar T., 2014	645	91,6% (12 лет)	95% (12 лет)
Martin E., 2017	310	96% (10 лет) 90% (15 лет) 76% (20 лет)	96,6% (10 лет) 92,1% (15 лет) 82,3% (20 лет)
Sharifulin R., 2018	793	91,4 (10 лет)	91,4% (10 лет)
Sievers H.H., 2018	630	96,4%(10 лет) 89,8% (20 лет)	96,5% (10 лет) 91,0% (20 лет)
David T.E., 2018	212	83,2% (20 лет)	91,8% (20 лет)

основного вещества, отражающую процессы синтеза межклеточного вещества. С одной стороны, эти изменения могут быть обусловлены неспецифической реакцией соединительно-тканых структур легочного клапана на системное артериальное давление, с другой – могут быть связаны с дисплазией соединительной ткани клапанного аппарата у пациентов с аортальным пороком. Нельзя исключить ишемическую природу дегенерации, так как в момент пересадки нарушается кровоснабжение стенки и створок. Базофилия основного вещества приводит к утолщению, пролапсу створок и дисфункции клапана. Кроме этого, легочный аутографт может подвергаться таким же изменениям (атеросклероз, инфекционный эндокардит), как и нативный АК.

Для реконструкции ВОПЖ при операции Росса большинство авторов используют криосохраненные легочные аллографты, однако некоторые хирурги допускают использование бескаркасных аортальных аллографтов, ксеноаортальных, ксеноперикардальных кондуитов и сконструированных кондуитов из ПТФЭ. В нашем материале у 6 больных были имплантированы аортальный аллографт и бескаркасный ксенографт. Мы не используем аортальный аллографт для правых отделов сердца, поскольку он значительно чаще, чем легочный, подвергается дегенерации. По данным J. Albert, свобода от дисфункции через 5 лет после операции для аортального аллографта в ВОПЖ составила 76% по сравнению с 94% для легочного аллографта [19]. Аналогичные данные представлены A. Yankah. При сравнении функции аортальных и легочных аллографтов свобода от дегенерации составила 18 и 75%, свобода от дисфункции – 62 и 93% соответственно [20]. Возможно, это связано с более толстой стенкой аортальных аллографтов, которая при ремоделировании и замещении соединительной тканью создает более узкий просвет и высокие градиенты на ВОПЖ.

Использование ксенографтов для реконструкции легочной артерии у молодых пациентов нежелательно. Дегенерация ксенографтов развивается в 10 раз чаще легочных аллографтов [21–24]. У взрослых пациентов дисфункция ксенографтов происходит реже, и их допустимо использовать при отсутствии аллоклапанов. Тем более в эпоху быстрого развития чрескожных технологий при дисфункции эндоваскулярное вмешательство может стать малотравматичным временным решением проблемы. У двух наших пациентов в условиях кальциноза и стеноза легочного ксенографта использование стентов привело к значительному снижению систолического градиента и клиническому улучшению.

Реоперации по причине ИЭ выполнены 4 пациентам, 2 пациентам на госпитальном этапе, 1 – в средне-отдаленные (ИЭ аллографта в ВОПЖ через 3 г.),

1 – в отдаленные сроки после операции (расслоение неоаорты и ИЭ через 14 лет).

Инфекционный эндокардит АК с формированием абсцессов и деструкцией корня аорты представляет трудности при хирургическом лечении и сопровождается высоким уровнем летальности [25, 26]. В случае ИЭ с распространением инфекции на параклапанные структуры (ФК, митрально-аортальный контакт), предпочтение отдается аллографтам или аутографтам [25–29]. С другой стороны, показано, что частота рецидива инфекции у пациентов с активным ИЭ не зависит от типа используемого протеза, а определяется радикальностью удаления пораженных инфекцией тканей [26, 27, 30, 31]. Как показывает и наш опыт, при обширном разрушении структур корня аорты или при инфекции средостения, даже учитывая структурную дисфункцию в отдаленном послеоперационном периоде, предпочтение следует отдавать аллографтам, поскольку структурная дегенерация является гораздо менее сложной проблемой, чем рецидивирующий ИЭ.

Важным при повторной операции после процедуры Росса остается вопрос выбора протеза легочного клапана. Этот вопрос обходят вниманием большинство авторов. Любой биологический клапан может подвергнуться поздней дегенерации. Если операция Росса дает возможность отказаться от антикоагулянтов, то при повторной операции чаще всего в аортальную позицию имплантируется механический протез и назначается терапия варфарином. По нашему мнению, сохранение при этом любого клапанного трансплантата в легочной позиции несет риск еще одной реоперации. Поэтому 4 больным в позицию аортального и легочного клапанов имплантированы механические двустворчатые протезы. Последующее наблюдение показало нормальную функцию протезов при стандартном уровне МНО (2,0–3,5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисфункция аутографта в отдаленном послеоперационном периоде является следствием пролапса створок и/или ремоделированием аутографта с расширением его на разных уровнях. Для увеличения срока службы аутографта необходимо добиваться соответствия диаметра легочного ствола и аорты, что достигается использованием методики свободного корня, использованием наружной поддержки проксимального и дистального анастомозов. Плановые повторные операции на неоаортальном корне и/или легочном трансплантате, несмотря на большой объем, могут выполняться с низкой летальностью и частотой осложнений. Имплантация аортальных аллографтов и ксенографтов у молодых пациентов для реконструкции ВОПЖ неоправдана по причине развития их более ранней и тяжелой дисфункции в сравнении с легочными аллографтами. Примене-

ние эндоваскулярного пособия при изолированной дисфункции протезов ВОПЖ позволяет отсрочить повторную операцию. Нужно стремиться, чтобы повторная операция была «последней», и имплантация механических протезов в позицию аортального и легочного клапана является наиболее оправданной.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Tanaka H, Okita Y, Kasegawa H, Takamoto S, Tabayashi K, Yagihara T et al. The fate of bioprostheses in middle-aged patients: the Japanese experience. *J Heart Valve Dis.* 2010; 19 (5): 561–567.
2. Chan V, Malas T, Lapierre H, Boodhwani M, Lam BK, Rubens FD et al. Reoperation of left heart valve bioprostheses according to age at implantation. *Circulation.* 2011; 124 (11 Suppl): 75–80. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.011973.
3. Klieverik LM, Noorlander M, Takkenberg JJ, Kapteijn AP, Bekkers JA, van Herwerden LA et al. Outcome after aortic valve replacement in young adults: is patient profile more important than prosthesis type? *J Heart Valve Dis.* 2006; 15 (4): 479–487.
4. Andreas M, Wiedemann D, Seebacher G, Rath C, Aref T, Rosenhek R et al. The Ross procedure offers excellent survival compared with mechanical aortic valve replacement in a real-world setting. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014; 46 (3): 409–414. doi: 10.1093/ejcts/ezt663.
5. Brown JW, Patel PM, Ivy Lin JH, Habib AS, Rodefeld MD, Turrentine MW. Ross Versus Non-Ross Aortic Valve Replacement in Children: A 22-Year Single Institution Comparison of Outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2016; 101 (5): 1804–1810. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2015.12.076.
6. Etnel JR, Elmont LC, Ertekin E, Mokhles MM, Heuvelman HJ, Roos-Hesselink JW et al. Outcome after aortic valve replacement in children: A systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 151 (1): 143–152. e1–3. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.09.083.
7. Elkins RC, Thompson DM, Lane MM, Elkins CC, Peyton MD. Ross operation: 16-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136 (3): 623–630. e1–5. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.02.080.
8. Aicher D, Holz A, Feldner S, Kollner V, Schafers HJ. Quality of life after aortic valve surgery: replacement versus reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 142 (2): 19–24. doi: 10.1016/j.jtcvs.2011.02.006.
9. Караськов АМ, Богачев-Прокофьев АВ, Ленко ЕВ, Демин ИИ. Предикторы летальности у взрослых пациентов при операции Росса: анализ 760 операций. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2017; 21 (1): 73–80. Karaskov AM, Bogachev-Prokophiev AV, Lenko EV, Demin II. Lethality predictors in adults undergoing Ross procedure: analysis of 760 operations. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya.* 2017; 21 (1): 73–80. doi: 10.21688-1681-3472-2017-1-73-80. (In Russ. English abstrac).
10. Somerville J, Ross D. Homograft replacement of aortic root with reimplantation of coronary arteries. Results after one to five years. *Br Heart J.* 1982; 47 (5): 473–482. doi: 10.1136/hrt.47.5.473.
11. Nappi F, Fraldi M, Spadaccio C, Carotenuto AR, Montagnani S, Castaldo C et al. Biomechanics drive histological wall remodeling of neo-aortic root: A mathematical model to study the expression levels of ki 67, metalloprotease, and apoptosis transition. *J Biomed Mater Res A.* 2016; 104: 2785–2793. doi: 10.1002/jbm.a.35820.
12. Mookhoek A, Krishnan K, Chitsaz S, Kuang H, Ge L, Schoof PH et al. Biomechanics of failed pulmonary autografts compared with normal pulmonary roots. *Ann Thorac Surg.* 2016; 102 (6): 1996–2002. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2016.05.010.
13. Skillington PD, Mokhles MM, Takkenberg JJ, 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: 46–52. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.08.068.
14. Carrel T, Kadner A. Long-term clinical and imaging follow-up after reinforced pulmonary autograft Ross procedure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2016; 19: 59–62. doi: 10.1053/j.pcsu.2015.11.005.
15. Carr-White GS, Afoke A, Birks EJ, Hughes S, O'Halloran A, Glennen S et al. Aortic root characteristics of human pulmonary autografts. *Circulation.* 2000; 102 (19 Suppl 3): III15–21.
16. David TE, Woo A, Armstrong S, Maganti M. When is the Ross operation a good option to treat aortic valve disease? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010; 139 (1): 68–73; discussion 73–75. doi: 10.1016/j.jtcvs.2009.09.053.
17. David TE, David C, Woo A, Manthot C. The Ross procedure: outcomes at 20 years *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014; 147 (1): 85–93. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.08.007.
18. Weimar T, Charitos EI, Liebrich M, Roser D, Tzanavaros I, Doll N et al. Quo vadis pulmonary autograft-the ross procedure in its second decade: a single-center experience in 645 patients. *Ann Thorac Surg.* 2014; 97 (1): 167–174. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2013.07.078.
19. Albert JD, Bishop DA, Fullerton DA, Campbell DN, Clarke DR. Conduit reconstruction of the right ventricular outflow tract: lessons learned in a twelve-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993; 106 (2): 228–236.
20. Yankah AC, Alexi-Meskishvili V, Weng Y, Berger F, Lange P, Hetzer R. Performance of aortic and pulmonary homografts in the right ventricular outflow tract in children. *J Heart Valve Dis.* 1995; 4 (4): 392–395.
21. Andreas M, Seebacher G, Reida E, Wiedemann D, Pees C, Rosenhek R et al. A single-center experience with the ross procedure over 20 years. *Ann Thorac Surg.* 2014; 97 (1): 182–188. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2013.08.020.
22. Bell D, Prabhu S, Betts KS, Chen Y, Radford D, Whight C et al. Long-term performance of homografts versus stented bioprosthetic valves in the pulmonary position in pa-

- tients aged 10–20 years. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018; 54 (5): 946–952. doi: 10.1093/ejcts/ezy149.
23. Costa FD, Etnel JR, Charitos EI, Sievers HH, Stierle U, Fornazari D et al. Decellularized Versus Standard Pulmonary Allografts in the Ross Procedure: Propensity-Matched Analysis. *Ann Thorac Surg.* 2018; 105 (4): 1205–1213. doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.09.057.
 24. Bibeovski S, Ruzmetov M, Fortuna RS, Turrentine MW, Brown JW, Ohye RG. Performance of synergraft decellularized pulmonary allografts compared with standard cryopreserved allografts: results from multiinstitutional data. *Ann Thorac Surg.* 2017; 103 (3): 869–874. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.07.068.
 25. Мацонашвили ТР, Муратов РМ, Бабенко СИ, Сачков АС, Серов РА, Бритиков ДВ. Дегенеративные изменения в ткани аллогraftа в отдаленный срок после операции. Возможные причины дисфункции и пути удлинения срока службы аллогraftов. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН сердечно-сосудистые заболевания.* 2013; 14 (3): 131. Matsonashvili TR, Muratov RM, Babenko SI, Sachkov AS, Serov RA, Britikov DV. Degenerative changes in allograft the long term after the operation. Possible causes of dysfunction and ways of extending the length of calligraphy service. *Byulleten' nauchnogo tsentra serdechno-sosudistoy khirurgii im. A.N. Bakuleva (The Bulletin of A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery. Cardiovascular diseases, Russian journal).* 2013; 14 (3): 131. (in Russ. English abstrac).
 26. Jassar AS, Bavaria JE, Szeto WY, Moeller PJ, Maniaci J, Milewski RK et al. Graft selection for aortic root replacement in complex active endocarditis: does it matter? *Ann Thorac Surg.* 2012; 93 (2): 480–487. doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.09.074.
 27. Kim JB, Ejiofor JI, Yamine M, Camuso JM, Walsh CW, Ando M et al. Are homografts superior to conventional prosthetic valves in the setting of infective endocarditis involving the aortic valve? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 151 (5): 1239–1246, 1248. e1–2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.12.061.
 28. Сулейманов БР, Муратов РМ, Бритиков ДВ, Соболева НН, Титов ДА. Использование алло- и аутографтов (операция Росса) при активном инфекционном эндокардите с деструкцией корня аорты. *Анналы хирургии.* 2016; 21 (3): 180–186. Suleymanov BR, Muratov RM, Britikov DV, Soboleva NN, Titov DA. The use of allo- and autografts (Ross procedure) in active infective endocarditis with the aortic root destruction. *Annaly khirurgii (Annals of Surgery, Russian journal).* 2016; 21 (3): 180–186. (in Russ. English abstrac). doi: 10.18821/1560-9502-2016-21-3-180-186.
 29. Федосейкина МИ, Титов ДА, Бритиков ДВ, Бабенко СИ, Муратов РМ. Результаты протезирования корня аорты аортальным аллогraftом и легочным аутографтом (операция Росса) при активном инфекционном эндокардите аортального клапана у детей. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания.* 2019; 20 (11–12): 986–995. Fedoseykina MI, Titov DA, Britikov DV, Babenko SI, Muratov RM. Results of the use of allograft and pulmonary autograft (Ross procedure) in active infective aortic valve endocarditis in children. *Bulletin of A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery. Cardiovascular diseases.* 2019; 20 (11–12): 986–995. (in Russ. English abstrac). doi: 10.24022/1810-0694-2019-20-11-12-986-995.
 30. Klieverik L, Yacoub M, Edwards S, Bekkers J, Roos-Hesselink J, Kappetein A et al. Surgical treatment of active native aortic valve endocarditis with allografts and mechanical prostheses. *Ann Thorac Surg.* 2009; 88 (6): 1814–1821. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.08.019.
 31. Elgalad A, Arafat A, Elshazly T, Elkahwagy M, Fawzy H, Wahby E et al. Surgery for Active Infective Endocarditis of the Aortic Valve With Infection Extending Beyond the Leaflets. *Heart Lung Circ.* 2019; 28 (7): 1112–1120. doi: 10.1016/j.hlc.2018.05.200.

Статья поступила в редакцию 1.06.2020 г.
The article was submitted to the journal on 1.06.2020