

УДК 616.126.32

DOI 10.17802/2306-1278-2018-7-2-71-78

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЫХОДНОГО ОТДЕЛА ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА ВО ВРЕМЯ ПРОЦЕДУРЫ РОССА: СРАВНЕНИЕ ЛЕГОЧНЫХ АЛЛОГРАФТОВ И КСЕНОПЕРИКАРДИАЛЬНЫХ КОНДУИТОВ

Р.М. Шарифулин , А.В. Богачев-Прокофьев, И.И. Демин, А.Б. Опен,
М.А. Овчаров, А.М. Караськов

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Центр новых хирургических технологий, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Россия, 630055

Основные положения

- Проведено сравнение результатов применения легочных аллографтов и ксеноперикардальных кондуитов для реконструкции выходного отдела правого желудочка во время процедуры Росса.
- Выявлено, что легочные аллографты демонстрируют лучшие гемодинамические характеристики, однако в среднеотдаленном периоде отсутствуют различия по частоте дисфункций при использовании обоих видов кондуитов.
- Сделан вывод, что легочные аллографты являются кондуитами выбора для реконструкции выходного отдела правого желудочка во время процедуры Росса, однако в случае недоступности последних возможно использование эпоксиобработанных перикардальных кондуитов.

Цель

Сравнить результаты применения легочных аллографтов и эпоксиобработанных ксеноперикардальных кондуитов во время процедуры Росса.

Материалы и методы

В период с 1998 г. по 2015 г. 793 взрослым пациентам (≥ 18 лет) выполнена процедура Росса. В 185 случаях для реконструкции выходного отдела правого желудочка использовались легочные аллографты, в 402 – эпоксиобработанные ксеноперикардальные кондуиты. С помощью методики «propensity score matching» были сформированы две сопоставимые группы по 122 пациента: группа ЛА (легочный аллографт) и группа КГ (ксенографт). Проведен сравнительный анализ результатов оперативного лечения в обеих группах.

Результаты

Ранняя летальность составила 2,5% в обеих группах. Средний срок наблюдения для группы ЛА составил $5,1 \pm 2,6$ лет, для группы КГ – $5,2 \pm 2,8$ лет ($p = 0,692$). Группы не различались по показателю отдаленной выживаемости: $93,7 \pm 2,6\%$ и $94,02 \pm 2,4\%$ через 5 лет после операции, для групп ЛА и КГ соответственно ($p = 0,748$). Пиковый градиент на выходном отделе правого желудочка в раннем и среднеотдаленном послеоперационном периодах был статистически значимо выше в группе КГ. В группе КГ выполнено 2 повторные операции по поводу дисфункции ксенокондуита, в группе ЛА повторных операций не было ($p = 0,176$). Свобода от реопераций на выходном отделе правого желудочка в группе КГ составила $96,3 \pm 2,7\%$.

Заключение

Эпоксиобработанные ксеноперикардальные кондуиты демонстрируют удовлетворительные гемодинамические показатели в среднеотдаленном периоде и могут быть использованы в качестве альтернативы легочным аллографтам при реконструкции выходного отдела правого желудочка во время процедуры Росса у взрослых. Необходим анализ отдаленных результатов.

Ключевые слова

Аортальный клапан • Процедура Росса • Биологические протезы • Аллографт • Ксенокондуит

Поступила в редакцию: 07.05.18; принята к печати: 07.06.18

Для корреспонденции: Шарифулин Равиль Махарамович, e-mail: ravil-sharifulin@rambler.ru; адрес: 630055, Россия, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Corresponding author: Sharifulin Ravil M., e-mail: ravil-sharifulin@rambler.ru; address: Russian Federation, 630055, Novosibirsk, 15, Rechkunovskaya St.

RIGHT VENTRICULAR OUTFLOW TRACT RECONSTRUCTION DURING THE ROSS PROCEDURE: COMPARISON OF PULMONARY ALLOGRAFTS AND PERICARDIAL XENOGRAFTS

R.M. Sharifulin ✉, A.V. Bogachev-Prokophiev, I.I. Demin, A.B. Open,
M.A. Ovcharov, A.M. Karaskov

E. Meshalkin National Medical Research Centre, 15, Rechkunovskaya Street, Novosibirsk, Russian Federation 630055

Highlights

- The comparative assessment of pulmonary allografts and pericardial xenografts for right ventricular outflow tract reconstruction during the Ross procedure has been performed.
- Pulmonary allografts show better hemodynamic characteristics. However, rates of graft dysfunction were similar in both study groups in the mid-term follow-up.
- Pulmonary allografts are the conduit of choice for right ventricular outflow tract reconstruction during the Ross procedure, but if they are inaccessible, epoxy-treated pericardial grafts may be used as an alternative.

Aim	The aim of this study was to compare the results of right ventricular outflow tract reconstruction during the Ross procedure with pulmonary allografts versus diepoxide-treated pericardial xenografts.
Methods	Between 1998 and 2015, 793 adult patients underwent the Ross procedure. The right ventricular outflow tract reconstruction was performed with pulmonary allografts in 185 patients, diepoxide-treated pericardial xenografts in 402 patients. Two groups of patients (122 patients in each group) were allocated using «propensity score matching»: the allograft group (pulmonary allograft) and the xenograft group (xenograft). Surgical results in two groups were assessed.
Results	The overall early mortality rate in both groups was 2.5%. The mean follow-up was 5,1±2,6 years in the allograft group and 5,2±2,8 years in xenograft group (p = 0,692). The 5-year survival rate did not differ between the study groups (93,7±2,6% in the allograft group versus 94,02±2,4% in the xenograft group, p = 0.748). The peak pressure gradients across the right ventricular outflow tract in early and mid-term follow-up were significantly higher in the xenograft group. Two patients in the xenograft group underwent redo surgeries due to the graft failure. There were no reoperations in the allograft group (p = 0,176). The freedom from right ventricular outflow tract reoperations was 96,3±2,7% for the xenograft group.
Conclusion	The diepoxide-treated pericardial xenografts demonstrates acceptable haemodynamic results at the mid-term follow-up and could be considered as an alternative to allografts for right ventricular outflow tract reconstruction during the Ross procedure in adults. Further study focused on the assessment of the long-term results are required.
Keywords	Aortic valve • Ross procedure • Biological prostheses • Allograft • Xenograft

Список сокращений

АОК – аортальный клапан	ИЭ – инфекционный эндокардит
ВОПЖ – выходной отдел правого желудочка	ЛЖ – левый желудочек
ИКДО – индекс конечного диастолического объема	ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения
ИКДР – индекс конечного диастолического размера	ФК – функциональный класс
	ХСН – хроническая сердечная недостаточность

Введение

Процедура Росса – альтернативный метод протезирования аортального клапана, демонстрирующий

великолепную отдаленную выживаемость, свободу от антикоагулянтной терапии, низкий риск тромбоэмболических осложнений [1, 2]. Согласно недав-

ним исследованиям, выживаемость после процедуры Росса превышает таковую после протезирования аортального клапана механическим протезом [1]. Несмотря на это, методика широко не распространена, и применяется преимущественно в специализированных клиниках. Это, с одной стороны, связано со сложностью методики, с другой – необходимостью протезирования во время процедуры Росса двух клапанов сердца. В настоящее время легочные аллографты является «золотым стандартом» реконструкции выходного отдела правого желудочка (ВОПЖ). Однако в многих странах существует проблема дефицита легочных аллографтов, в связи с чем были предложены различные альтернативные кондуиты для восстановления пути оттока из правого желудочка, включая кондуиты, изготовленные из ксенотканей. Существующие данные о результатах применения ксенографтов для реконструкции ВОПЖ противоречивы. Целью данного исследования было сравнение результатов применения легочных аллографтов и эпоксиобработанных ксеноперикардальных кондуитов во время

процедуры Росса.

Материалы и методы

В период с декабря 1998 г. по декабрь 2015 г. в центре Новых хирургических технологий «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» выполнено 793 процедуры Росса взрослым пациентам (≥ 18 лет). В 185 (23,3%) случаях для реконструкции ВОПЖ использовались легочные аллографты, в 588 (74,1%) – различные типы ксенокондуитов, 20 (2,5%) пациентам имплантированы синтетические кондуиты из политетрафторэтилена. В данное исследование были включены пациенты, которым легочная артерия была замещена аллографтами (185 пациентов) и эпоксиобработанными ксеноперикардальными кондуитами (402 пациента). Общая характеристика пациентов представлена в Табл. 1.

Как видно из таблицы, возраст пациентов в группе аллографтов был статистически значимо меньше. Группы также значимо различались по антропометрическим показателям, следствием чего являются различия по размеру имплантированных кондуитов.

Таблица 1. Дооперационная характеристика пациентов
Table 1. Baseline patient characteristics

	До «propensity matching» / Before propensity matching			После «propensity matching» / After propensity matching		
	Аллографты / Allografts	Ксенографты / Xenografts	p	Группа ЛА / allograft group	Группа КГ / xenograft group	p
Количество / Number	185	402		122	122	
Пол (муж) / Gender (male), n (%)	133 (71,9)	309 (76,9)	0,194	89 (72,9)	90 (73,7)	1,0
Возраст, лет / Age, years	39,6 \pm 11,1	52,9 \pm 10,6	<0,001	43,8 \pm 11,3	42,8 \pm 12,4	0,146
Индекс массы тела, кг/м ² / body mass index, kg/m ²	25,4 \pm 4,2	27,0 \pm 4,7	<0,001	25,9 \pm 4,3	26,6 \pm 4,6	0,231
Гемодинамический вариант порока АОК / Hemodynamic pattern of AVD, n (%):						
Стеноз / Stenosis	65 (35,1)	209 (51,9)	0,001	53 (43,4)	51 (41,8)	0,922
Недостаточность / Regurgitation	92 (49,7)	133 (33,1)	0,002	51 (41,8)	54 (44,3)	0,845
Сочетанный / Combined	28 (15,1)	60 (14,9)	0,947	18 (14,8)	17 (13,9)	1,0
ХСН III-IV ФК (NYHA) / NYHA class III-IV CHF, n (%) /	107 (57,8)	277 (68,9)	0,009	74 (60,6)	78 (63,9)	0,808
Активный ИЭ / Active IE, n (%)	15 (8,1)	27 (6,7)	0,543	8 (7,6)	9 (9,8)	1,0
Предшествующие операции на сердце / Prior cardiac surgeries, n (%)	8 (4,3)	13 (3,2)	0,509	6 (5,4)	9 (9,8)	0,606
Фракция выброса ЛЖ / LV ejection fraction, %	63,6 \pm 12,0	62,1 \pm 12,1	0,196	64,7 \pm 12,5	64,1 \pm 13,0	0,751
ИКДР ЛЖ (см/м ²) / LVEDDI (cm/m ²)	3,1 \pm 0,6	2,9 \pm 0,6	0,002	2,9 \pm 0,6	2,9 \pm 0,6	0,577
ИКДО ЛЖ (мл/м ²) / LVEDVI (ml/m ²)	91,6 \pm 36,9	82,8 \pm 40,5	0,015	87,6 \pm 40,7	85,5 \pm 39,1	0,720

Примечания: АОК – аортальный клапан, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ФК – функциональный класс, ИЭ – инфекционный эндокардит, ЛЖ – левый желудочек, ИКДР – индекс конечного диастолического размера, ИКДО – индекс конечного диастолического объема;
Note: AVD – aortic valve disease, CHF – chronic heart failure, IE – infective endocarditis, LV – left ventricle, EDDI – end-diastolic dimension index, EDVI – end-diastolic volume index;

Для преодоления различий в исходных характеристиках групп, которые могли оказать существенное влияние на результаты исследования, была применена методика «propensity score matching». В результате, получены две группы по 122 пациентов в каждой, сопоставимые по наиболее важным исходным параметрам: группа ЛА (легочные аллографты), группа КГ (эпоксидобработанные ксеноперикардальные кондуиты). В дальнейшем проведен сравнительный анализ этих двух групп

Хирургические технологии

Использовалась стандартная срединная стернотомия. Для защиты миокарда применяли кристаллоидную фармакоологовую кардиоплегию («Custodiol», «Dr. Kohler Pharma», «Alsbach-Nahnlein», Германия). Во всех случаях имплантация легочного аутографта выполнена с использованием техники total root replacement. Для реконструкции ВОПЖ в группе ЛА использовались криосохраненные и свежие легочные аллографты, в группе КГ – эпоксидобработанные ксеноперикардальные кондуиты «Пилон» («Неокор», г. Кемерово) (Табл. 2).

Средний размер имплантированных кондуитов не различался между группами ($p = 0,201$). Не было различий по характеру сопутствующих операций.

В послеоперационном периоде в качестве антитромботической терапии пациентам в группе ЛА назначалась ацетилсалициловая кислота, в группе КГ – варфарин на срок 3 - 6 месяцев, в дальнейшем, при условии сохранения синусового ритма, вместо варфарина назначались дезагреганты.

Обследование в послеоперационном периоде

Интраоперационно, после отключения от искусственного кровообращения, всем пациентам проводилось чреспищеводное ультразвуковое исследование для оценки гемодинамики на аутографте и кондуите в позиции ВОПЖ. В послеоперационном периоде выполняли трансторакальную эхокардиографию перед выпиской из стационара и в дальнейшем при ежегодном обследовании. В случае, если визит пациента в клинику был невозможен, анализировались данные эхокардиографии, полученные с места жительства. Ультразвуковое исследование после выписки выполнено 102 пациентам (85,7% от выписанных) в группе ЛА и 98 (82,4%) в группе КГ. Транспротезный градиент на кондуите в позиции легочной артерии измерялся при помощи доплерографии с использованием уравнения Бернулли. Выраженность регургитации оценивалась с использованием цветной доплерографии согласно рекомендациям Европейской ассоциации эхокардиографии [3] и классифицировалась следующим образом: отсутствие регургитации, незначительная, умеренная или выраженная регургитация.

Статистический анализ данных

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы «Stata/MP 13.0 для Windows» (StataCorp LP, США). Методика «propensity score matching» выполнялась с применением алгоритма «ближайший сосед» при соотношении «случай–контроль» 1:1. Для проверки гипотезы о нормальном распределении применялся критерий Шапиро–Уилка. Результаты предс-

Таблица 2. Данные интраоперационного и раннего послеоперационного периодов
Table 2. Data of operative and early postoperative periods

Показатель / Parameter	Группа ЛА / Allograft group n = 122	Группа КГ / Xenograft group n = 122	p
Время окклюзии аорты, мин / Aortic cross-clamp time, min	129,5±26,8	133,7±30,4	0,501
Время искусственного кровообращения, мин / Cardiopulmonary bypass time, min	160,1±48,6	165,4±51,1	0,461
Средний размер кондуита, мм / Mean graft size, mm	25,9±0,8	26,3±0,9	0,201
Сопутствующие вмешательства / Concomitant procedures, n (%):			
Коронарное шунтирование / Coronary artery bypass grafting	5 (4,1)	4 (3,3)	1,0
Пластика митрального клапана / Mitral valvuloplasty	8 (6,6)	10 (8,2)	0,814
Пластика трикуспидального клапана / Tricuspid valvuloplasty	6 (4,9)	5 (4,1)	1,0
Радиочастотная фрагментация предсердий / Radiofrequency segmentation of the atria	2 (1,6)	1 (0,8)	1,0
Осложнения раннего послеоперационного периода / Early postoperative complications, n (%)			
Госпитальная летальность / In-hospital mortality	3 (2,5)	3 (2,5)	0,683
Сердечная недостаточность / Heart failure	35 (28,7)	31 (25,4)	0,711
Рестернотомия, гемостаз / Resternotomy, hemostasis	2 (1,6)	4 (3,3)	0,683
Нарушения ритма сердца / Heart rhythm disturbances	36 (29,5)	40 (32,8)	0,731
Имплантация кардиостимулятора / Cardiac pacemaker Implantation	2 (1,6)	0	0,480
ОНМК / ACVA	0	1 (0,8)	1,0

Примечания: ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения
Note: ACVA – acute cerebrovascular accident

тавлены как среднее и стандартное отклонение или абсолютных и относительных частот (для качественных признаков). Межгрупповое сравнение параметров до проведения «propensity matching» выполнялось с помощью t-критерия для независимых групп, критериев Манна–Уитни (для непрерывных и порядковых данных) и хи-квадрат (для номинальных данных). Для сравнения групп после «propensity matching» использовались критерии для двух зависимых переменных: t-критерий для зависимых переменных, Уилкоксона (для количественных признаков) и МакНемара (для номинальных данных). Выживаемость, свобода от повторных операций вычислялись по методике Каплан–Мейера и представлены в виде % и 95% доверительного интервала (95% ДИ). Сравнение выживаемости и свободы от повторных операций производилась с помощью Log-rank теста. Статистически значимыми считались различия данных при $p < 0,05$.

Результаты

Ранняя летальность (в течение 30 суток после операции) составила 2,5% в обеих группах (по 3 пациента, $p = 0,683$). Все летальные случаи не были связаны с реконструкцией ВОПЖ и использованием исследуемых кондуитов. Между группами также не выявлено статистически значимой разницы по характеру осложнений в послеоперационном периоде (Табл. 2).

Средний срок наблюдения для группы ЛА был $5,1 \pm 2,6$ лет, для группы КГ – $5,2 \pm 2,8$ лет ($p = 0,692$). В отдаленном периоде известно о 9 летальных исходах: 4 в группе ЛА и 5 в группе КГ. Выживаемость через 5 лет после операции (с учетом госпитальной летальности) для группы ЛА составила 93,7% (95% ДИ, 83,8–96,4%), для группы КГ – 94,0% (95% ДИ, 86,9–97,3%) и статистически значимо не различалась ($p = 0,748$, Рис. 1).

На момент выписки пиковый транспротезный градиент в группе ЛА был статистически значимо меньше ($10,1 \pm 1,8$ мм рт. ст. в группе ЛА и $12,1 \pm 2,6$ мм рт. ст. в группе КГ, $p = 0,024$). В обеих группах

отмечено статистически значимое увеличение градиента в отдаленном периоде в сравнении со значениями при выписке. В течение всего периода наблюдения транспротезные градиенты в группе КГ были значимо выше. Динамика транспротезного пикового градиента в обеих группах представлена на Рис. 2.

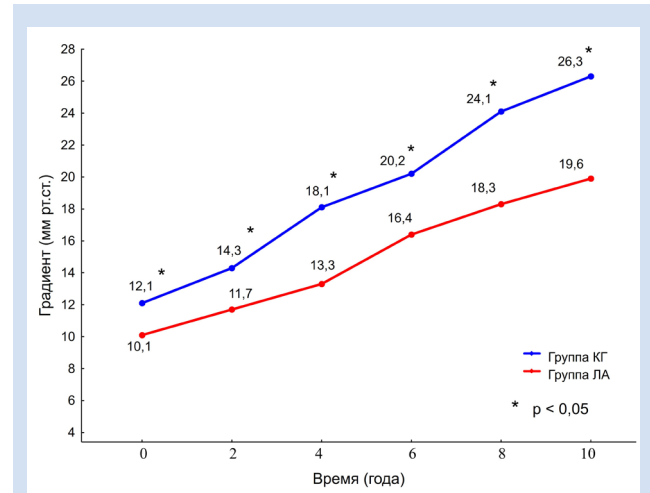


Рисунок 2. Динамика пикового градиента на кондуитах в позиции выходного отдела правого желудочка
Figure 2. Dynamics of the RVOT peak pressure gradient across the graft

Note: RVOT – right ventricular outflow tract

Регургитация на кондуите в позиции легочной артерии ≥ 2 степень зафиксирована у 1 пациента в группе ЛА и у 3 в группе КГ ($p = 0,617$). У остальных пациентов регургитация была незначительной либо отсутствовала.

У 2 пациентов в отдаленном периоде выявлены признаки дисфункции ксенокондуита (средний транспротезный градиент ≥ 40 мм рт. ст.). В обоих случаях было выполнено репротезирование легочной артерии с использованием легочных аллографтов. В группе ЛА повторных операций не было. Свобода от реопераций составила 100% и 96,3% (95% ДИ, 84,9–99,2%) для групп ЛА и КГ соответственно ($p = 0,176$, Рис. 3). Случаев тромбоза и инфекционного эндокардита кондуитов не отмечено.

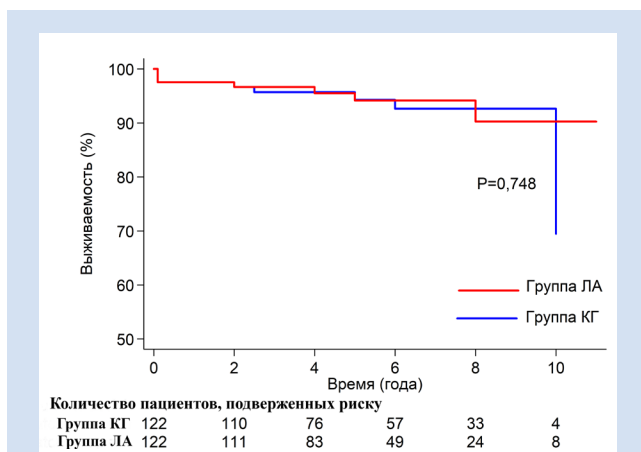


Рисунок 1. Сравнение выживаемости
Figure 1. Comparison of survival

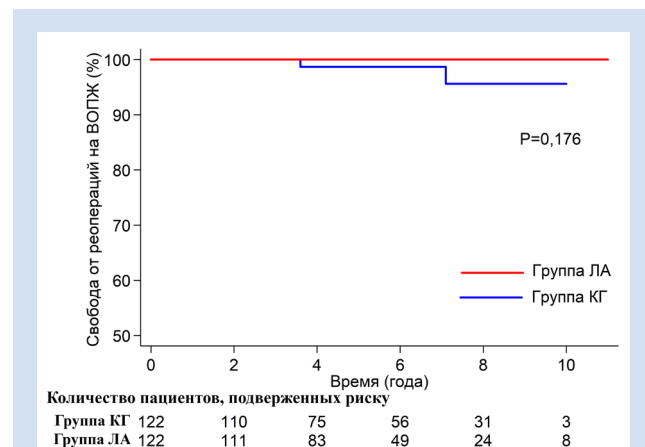


Рисунок 3. Сравнение свободы от повторных операций на выходном отделе правого желудочка
Figure 3. Comparison of freedom from right ventricular outflow tract reoperations

Обсуждение

Криосохраненные легочные аллографты являются наиболее часто используемыми кондуитами для реконструкции ВОПЖ во время процедуры Росса. По данным литературы, данные графты демонстрируют низкую частоту дисфункций в отдаленном периоде. В исследовании Немецкого регистра процедуры Росса, в котором были проанализированы данные 1779 взрослых пациентов, свобода от реопераций через 15 лет была 92,3% [4], а по данным Т. David через 20 лет этот показатель составил 93,6% [5]. Кроме того, с целью уменьшения иммунологического ответа и увеличения срока службы кондуитов были предложены децеллюляризованные аллографты. В нескольких исследованиях были продемонстрированы преимущества децеллюляризованных графтов в сравнении со стандартными в виде уменьшения степени кальцификации и частоты дисфункции в отдаленном послеоперационном периоде [6, 7]. И хотя преимущества легочных гомографтов над другими кондуитами не вызывают сомнения, они имеют серьезный недостаток – ограниченная доступность во многих странах. Это послужило причиной разработки и внедрения в практику альтернативных кондуитов для реконструкции ВОПЖ. В ряде исследований были получены обнадеживающие результаты применения различных ксенокондуитов во время процедуры Росса. J. Neschad и соавторы не выявили различий между ксеноаортальными кондуитами (17 пациентов) и легочными аллографтами (37 пациентов) по гемодинамическим показателям в среднеотдаленном периоде (средний срок наблюдения 8,2 года), однако, по данным компьютерной томографии, отмечена более быстрая кальцификация ксенографтов [8]. В исследовании F. Juthier (61 пациент со средним сроком наблюдения 4 года) ксеноаортальные свиные графты продемонстрировали хорошие гемодинамические результаты, и авторы пришли к выводу, что данные кондуиты могут быть использованы в качестве альтернативы аллографтам, когда последние недоступны [9]. По данным мета-анализа, в который было включено 137 пациентов, частота повторных операций по поводу дисфункции ксенокондуитов составила 2,1%, однако средний срок послеоперационного наблюдения был всего 45 месяцев [10].

Опубликованы и противоположные результаты применения ксенокондуитов для восстановления пути оттока из правого желудочка во время процедуры Росса. По данным А. Miskovic (73 пациента с ксеноаортальными кондуитами), дисфункции встречались в 10 раз чаще при использовании ксенокондуитов [11]. В исследовании Weimar T. (33 пациента) ксенографты значительно уступали гомографтам по гемодинамическим показателям и их применение было связано с более высокой частотой

повторных операций [12]. Аналогичные результаты были получены в исследовании Немецкого регистра процедуры Росса, в которое было включено 149 пациентов с различными типами ксенокондуитов в позиции ВОПЖ [4].

Таким образом, имеющиеся в литературе данные об использовании ксенокондуитов для реконструкции ВОПЖ основаны на небольшом количестве наблюдений и весьма противоречивы. Ранее нами были опубликованы результаты применения различных типов ксенографтов во время процедуры Росса [13, 14]. Было выявлено, что модели, содержащие в своем составе ксеноаортальные ткани, а также глютаральдегидобработанный ксеноперикард, демонстрируют неудовлетворительные гемодинамические показатели и высокий уровень дисфункций. По этой причине в настоящее время мы отказались от использования этих протезов. В данном исследовании были проанализированы результаты применения кондуита «Пилон», изготовленного из бычьего перикарда, обработанного эпокси соединениями. Результаты исследования показали, что в среднеотдаленном послеоперационном периоде эпоксиобработанные ксеноперикардальные кондуиты демонстрируют более высокие транспротезные градиенты в сравнении с легочными аллографтами, при этом свобода от реопераций не различается при использовании обоих кондуитов. В настоящее время в нашем центре легочные аллографты остаются кондуитами выбора для реконструкции ВОПЖ во время процедуры Росса, однако в случае недоступности последних в качестве альтернативы считаем возможным использование эпоксиобработанных перикардальных кондуитов, особенно у пациентов старшей возрастной группы. Следует отметить, что ограничениями данного исследования являются относительно непродолжительный срок наблюдения и ретроспективный характер. Для формирования окончательного представления о роли ксенокондуитов в реконструкции пути оттока из правого желудочка необходим анализ отдаленных результатов.

Заключение

Эпоксиобработанные ксеноперикардальные кондуиты демонстрируют удовлетворительные гемодинамические показатели в среднеотдаленном периоде и могут быть использованы в качестве альтернативы легочным аллографтам при реконструкции выходного отдела правого желудочка во время процедуры Росса у взрослых. Необходим анализ отдаленных результатов.

Конфликт интересов

Р.М. Шарифулин заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Богачев-Прокофьев заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.И. Демин

заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Б. Опен заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.А. Овчаров заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.М. Караськов заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

Шарифулин Равиль Махарамович, кандидат медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург отделения приобретенных пороков сердца ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Богачев-Прокофьев Александр Владимирович, доктор медицинских наук, руководитель Центра новых хирургических технологий ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Демин Игорь Иванович, кандидат медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург отделения приобретенных пороков сердца ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Опен Александр Борисович, кандидат медицинских наук, врач-сердечно-сосудистый хирург отделения приобретенных пороков сердца ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Овчаров Михаил Александрович, стажер-исследователь Центра новых хирургических технологий ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Караськов Александр Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Вклад авторов в статью

ШРМ – статистический анализ данных, написание статьи

Б-ПАВ – концепция и дизайн исследования, написание статьи, редактирование статьи

ДИИ – написание статьи

ОАБ – написание статьи

ОМА – сбор и анализ данных

КАМ – утверждение окончательного варианта статьи

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Information about authors

Sharifulin Ravil M., PhD, cardiovascular surgeon at the Department of Acquired Heart Disease, E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation

Bogachev-Prokophiev Alexander V., PhD, Head of the Center for Novel Surgical Technologies, E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation

Demin Igor I., PhD, cardiovascular surgeon at the Department of Acquired Heart Disease, E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation

Open Aleksandr B., PhD, cardiovascular surgeon at the Department of Acquired Heart Disease, E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation

Ovcharov Michael A., research assistant at the Center for Novel Surgical Technologies, E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation

Karaskov Aleksandr M., PhD, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation

Authors contribution

ShRM – statistical analysis, manuscript writing

B-PAV – concept and study design, manuscript writing, approval of the final version of the manuscript

DII – manuscript writing

OAB – manuscript writing

OMA – data collection and analysis

KAM – approval of the final version of the manuscript

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Buratto E., Shi W.Y., Wynne R., Poh C.L., Larobina M., O'Keefe M., Goldblatt J., Tatoulis J., Skillington P.D. Improved survival after the Ross procedure compared with mechanical aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol.* 2018; 71(12): 1337-1344. doi: 10.1016/j.jacc.2018.01.048.

2. Караськов А.М., Демин И.И., Шарифулин Р.М., Железнев С.И., Богачев-Прокофьев А.В., Опен А.Б., Кулумбеков О.И. Различные типы кондуитов для реконструкции пути оттока из правого желудочка при процедуре Росса у взрослых: сравнительный анализ. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2013; 2: 23-27.

3. Lancellotti P., Tribouilloy C., Hagendorff A., Moura L., Popescu B.A., Agricola E., Monin J.L., Pierard L.A., Badano

L., Zamorano J.L. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 1: aortic and pulmonary regurgitation (native valve disease). *Eur J Echocardiogr.* 2010; 11(3): 223-244. doi: 10.1093/ejehocardi/jeq030.

4. Sievers H.H., Stierle U., Charitos E.I., Takkenberg J.J., Hörer J., Lange R., Franke U., Albert M., Gorski A., Leyh R.G., Riso A., Sachweh J., Moritz A., Hetzer R., Hemmer W. A multicentre evaluation of the autograft procedure for young patients undergoing aortic valve replacement: update on the German Ross Registry. *Eur J Cardiothorac. Surg.* 2016; 49(1): 212-218. doi: 10.1093/ejcts/ezv001

5. David T.E., David C., Woo A., Manlhiot 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

6. Costa F.D.A., Etnel J.R.G., Charitos E.I., Sievers H.H., Stierle U., Fornazari D., Takkenberg J.J.M., Bogers A.J.J.C., Mokhles M.M. 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.

7. Bibeovski S., Ruzmetov M., Fortuna R.S., Turrentine M.W., Brown J.W., Ohye R.G. 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.

8. Hechadi J., Gerber B.L., Coche E., Melchior J., Jashari R., Glineur D., Noirhomme P, Rubay J., El Khoury G., De Kerchove L. Stentless xenografts as an alternative to pulmonary homografts in the Ross operation. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013; 44(1): 32-39. doi: 10.1093/ejcts/ezt147

9. Juthier F., Vincentelli A., Hysi I., Pinçon C., Rouse N., Banfi C., Prat A. Stentless porcine bioprosthesis in pulmonary position after Ross procedure: midterm results. *Ann Thorac Surg.* 2015; 99(4):1255-1259. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.10.033.

10. Dunne B, Suthers E, Xiao P, Xiao J, Litton E, Andrews

D. The freestyle valve as a right ventricle to pulmonary artery conduit. A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung.* 2015; 7(4): 304-310.

11. Miskovic A., Monsefi N., Doss M., Özasan F., Karimian A., Moritz A. Comparison between homografts and Freestyle bioprosthesis for right ventricular outflow tract replacement in Ross procedures. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012; 42(6): 927-33. doi: 10.1093/ejcts/ezs185.

12. Weimar T., Roser D., Liebrich M., Horke A., Doll N., Hemmer W.B. Strategies for biological heart valve replacement: stentless xenografts fail to evolve into an alternative pulmonary valve substitute in a Ross procedure. *Biotechnol J.* 2013; 8(3): 345-351. doi: 10.1002/biot.201200288.

13. Караськов А.М., Шарифулин Р.М., Богачев-Прокофьев А.В., Демин И.И., Железнев С.И., Опен А.Б. Коррекция аортальных пороков в сочетании с расширением восходящей аорты у взрослых пациентов: сравнение процедуры Росса и операции Бенталла-Де Боно. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2015; 19(3): 50-57.

14. Karaskov A., Sharifulin R., Zheleznev S., Demin I., Lenko E., Bogachev-Prokophiev A. Results of the Ross procedure in adults: a single-centre experience of 741 operations. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016; 49(5): 97-104. doi:10.1093/ejcts/ezw047.

REFERENCES

1. Buratto E., Shi W.Y., Wynne R., Poh C.L., Larobina M., O'Keefe M., Goldblatt J., Tatoulis J., Skillington P.D. Improved survival after the Ross procedure compared with mechanical aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol.* 2018; 71(12): 1337-1344. doi: 10.1016/j.jacc.2018.01.048.

2. Karaskov A.M., Demin I.I., Sharifulin R.M., Zheleznev S.I., Bogachev-Prokofiyev A.V., Open A.B., Kulumbegov O.I. Different conduits for the right ventricular outflow tract reconstruction in adults during the Ross procedure. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2013; 2: 23-27. (in Russian).

3. Lancellotti P., Tribouilloy C., Hagendorff A., Moura L., Popescu B.A., Agricola E., Monin J.L., Pierard L.A., Badano L., Zamorano J.L. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 1: aortic and pulmonary regurgitation (native valve disease). *Eur J Echocardiogr.* 2010; 11(3): 223-244. doi: 10.1093/ejehocardiography/jeq030.

4. Sievers H.H., Stierle U., Charitos E.I., Takkenberg J.J., Hörer J., Lange R., Franke U., Albert M., Gorski A., Leyh R.G., Riso A., Sachweh J., Moritz A., Hetzer R., Hemmer W. A multicentre evaluation of the autograft procedure for young patients undergoing aortic valve replacement: update on the German Ross Registry. *Eur J Cardiothorac. Surg.* 2016; 49(1): 212-218. doi: 10.1093/ejcts/ezv001

5. David T.E., David C., Woo A., Manlhiot 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

6. Costa F.D.A., Etnel J.R.G., Charitos E.I., Sievers H.H., Stierle U., Fornazari D., Takkenberg J.J.M., Bogers A.J.J.C., Mokhles M.M. 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.

7. Bibeovski S., Ruzmetov M., Fortuna R.S., Turrentine M.W., Brown J.W., Ohye R.G. 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.

8. Hechadi J., Gerber B.L., Coche E., Melchior J., Jashari R., Glineur D., Noirhomme P, Rubay J., El Khoury G., De Kerchove L. Stentless xenografts as an alternative to pulmonary homografts in the Ross operation. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013; 44(1): 32-39. doi: 10.1093/ejcts/ezt147

9. Juthier F., Vincentelli A., Hysi I., Pinçon C., Rouse N., Banfi C., Prat A. Stentless porcine bioprosthesis in pulmonary position after Ross procedure: midterm results. *Ann Thorac Surg.* 2015; 99(4):1255-1259. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.10.033.

10. Dunne B, Suthers E, Xiao P, Xiao J, Litton E, Andrews D. The freestyle valve as a right ventricle to pulmonary artery conduit. A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung.* 2015; 7(4): 304-310.

11. Miskovic A., Monsefi N., Doss M., Özasan F., Karimian A., Moritz A. Comparison between homografts and Freestyle bioprosthesis for right ventricular outflow tract replacement in Ross procedures. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012; 42(6): 927-33. doi: 10.1093/ejcts/ezs185.

12. Weimar T., Roser D., Liebrich M., Horke A., Doll N., Hemmer W.B. Strategies for biological heart valve replacement: stentless xenografts fail to evolve into an alternative pulmonary valve substitute in a Ross procedure. *Biotechnol J.* 2013; 8(3): 345-351. doi: 10.1002/biot.201200288.

13. Karaskov A.M., Sharifulin R.M., Bogachev-Prokofiyev A.V., Demin I.I., Zheleznev S.I., Open A.B. Results of surgical treatment in patients with aortic valve disease and concomitant ascending aorta dilatation: a comparison of the Ross procedure and the Bentall-deBono operation. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2015; 19(3): 50-57. (in Russian).

14. Karaskov A., Sharifulin R., Zheleznev S., Demin I., Lenko E., Bogachev-Prokophiev A. Results of the Ross procedure in adults: a single-centre experience of 741 operations. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016; 49(5): 97-104. doi:10.1093/ejcts/ezw047.

Для цитирования: Р.М. Шарифулин, А.В. Богачев-Прокофьев, И.И. Демин, А.Б. Опен, М.А. Овчаров, А.М. Караськов. Реконструкция выходного отдела правого желудочка во время процедуры Росса: сравнение легочных аллографтов и ксеноперикардальных кондуитов. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2018; 7 (2): 71-78. DOI:10.17802/2306-1278-2018-7-2-71-78

To cite: R.M. Sharifulin, A.V. Bogachev-Prokophiev, I.I. Demin, A.B. Open, M.A. Ovcharov, A.M. Karaskov. Right ventricular outflow tract reconstruction during the Ross procedure: comparison of pulmonary allografts and pericardial xenografts. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2018; 7 (2): 71-78. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-2-71-78