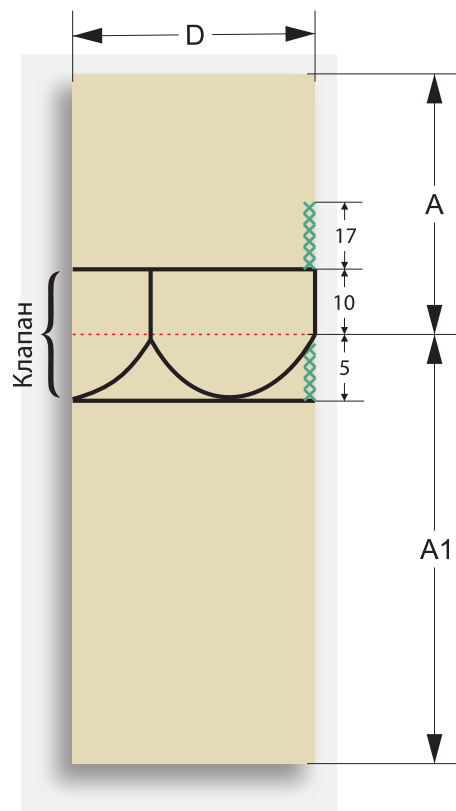


Ксеноперикардальный клапансодержащий конduit

- Натуральный и универсальный, изготавливается из бычьего перикарда
- Моделируется путем формирования искусственных синусов, имитируя нормальную анатомию легочного клапана¹
- Швы накладываются на внешнюю поверхность кондуита с целью снижения рисков тромбообразования¹
- Большая площадь оттока улучшает гемодинамические характеристики¹
- Свобода в формировании соединительных анастомозов благодаря незашитым свободным краям верхней и нижней юбок кондуита



Ксеноперикардальный клапансодержащий конduit предназначен для использования у пациентов старше года и взрослых для коррекции и реконструкции выводного тракта правого желудочка (RVOT) при следующих врожденных пороках сердца:

- коррекция тетрады Фалло;
- коррекция артериального ствола;
- транспозиция магистральных артерий (ТМА) с дефектом межжелудочковой перегородки (операция Раствелли);
- атрезия легочной артерии 1-2 типа;
- стеноз легочной артерии;
- замена легочного клапана при стенозе или регургитации легочного клапана;
- аневризма легочной артерии или аневризмэктомия.

Кроме того, конduit показан при следующих хирургических вмешательствах:

- процедура Росса;
- процедура Росса-Конно;
- процедура Ross-PEARS;
- повторные операции у пациентов, ранее перенесших замену или восстановление легочного клапана, включая дегенерацию биопротеза легочного клапана.

Информация для заказа

A, mm	A1, mm	D, mm
50,0	70,0	8,0 / 10,0 / 12,0 / 14,0 / 16,0 / 18,0 / 21,0 / 23,0 / 25,0 / 27,0 / 29,0

Ксеноперикардальный клапансодержащий конduit изготавливается по индивидуальному заказу

1. Патент на изобретение РФ № 2363425 от 10.08 2009 г. Способ изготовления протеза для реконструкции желудочкового и клапанного отделов оттока



АО «НеоКор»

Россия, Кемеровская область - Кузбасс,
г. Кемерово

neocor.ru

+7 (923) 526 8616
sales@neocor.ru



УДК 616.131-004.6. 611.131.616.12-089
DOI 10.17802/2306-1278-2024-13-4-13-25-34

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНДУИТОВ ДЛЯ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ У ДЕТЕЙ

Ю.Ю. Кулябин¹, Н.Р. Ничай^{1,2}, И.А. Сойнов¹, А.А. Докучаева¹, И.Ю. Журавлева¹,
А.В. Богачев-Прокофьев¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Российская Федерация, 630055; ² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация, Красный проспект, 52, Новосибирск, Российская Федерация, 630091

Основные положения

- Выполнен анализ отдаленных результатов имплантации наиболее распространенных типов кондуитов у пациентов педиатрической группы. Представлены предикторы развития дисфункции и протезного инфекционного эндокардита.

ORIGINAL STUDIES

Цель

Проанализировать функционирование доступных типов кондуитов в педиатрической группе пациентов, перенесших протезирование пути оттока из правого желудочка (ПЖ) в легочную артерию.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ клинических данных педиатрических пациентов (от 0 до 18 лет), которым выполнена реконструкция пути оттока из ПЖ за период с 2000 по 2017 г.

Результаты

В общей сложности 400 пациентам имплантировано 495 кондуитов: обработанная глутаровым альдегидом бычья яремная вена Contegra (n = 181); обработанный глутаровым альдегидом ксеноперикардальный кондуит «Био-ЛАБ» (n = 84); обработанный диэпоксидом ксеноперикардальный кондуит, содержащий свиной аортальный корень, «АБ-Композит» (n = 65); обработанный диэпоксидом ксеноперикардальный кондуит «Пилон» (n = 32) и криосохраненный легочный гомографт (n = 135). Было проведено 383 первичных (77,3%) и 112 повторных (22,7%) имплантаций кондуитов. Медиана периода наблюдения составила 79,9 (42,6; 110,7) мес. Повторные вмешательства выполнены 41 (8,5%) пациенту по поводу дисфункции кондуита, при этом тромбоз выявлен у 6 (2,1%) больных, инфекционный эндокардит – у 14 (4,8%) и не различался между группами. Отдаленная летальность зарегистрирована в 15 (4,8%) случаях. Риск реинтервенций на кондуите увеличивался при имплантации в более молодом возрасте (отношение рисков (ОР) 0,97, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,96–0,99, p = 0,03), но не зависел от типа кондуита по данным многофакторного анализа (ОР 0,86, 95% ДИ 0,64–1,15, p = 0,64). Выраженный кальциноз был основным предиктором кондуит-ассоциированной летальности (ОР 0,02, 95% ДИ 0,002–0,34, p = 0,005).

Заключение

Частота повторных вмешательства остается высокой независимо от типа выбранного кондуита при протезировании пути оттока из ПЖ у детей. Все виды анализируемых кондуитов показали сравнимую частоту дисфункции. Риск развития кондуит-ассоциированного инфекционного эндокардита также не зависел от типа имплантируемого графта.

Ключевые слова

Врожденные пороки сердца • Протезирование легочной артерии • Ксенокондуит • Легочный гомографт • Кальцификация

Поступила в редакцию: 06.07.2024; поступила после доработки: 31.07.2024; принята к печати: 19.08.2024

Для корреспонденции: Юрий Юрьевич Кулябин, ju_kuljabin@meshalkin.ru; адрес: ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Российская Федерация, 630055

Corresponding author: Yuriy Yu. Kulyabin, ju_kuljabin@meshalkin.ru; address: 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

COMPARATIVE ANALYSIS OF PULMONARY ARTERY CONDUITS IN CHILDREN

Yu.Yu. Kulyabin¹, N.R. Nichay^{1,2}, I.A. Soynov¹, A.A. Dokuchaeva¹, I.Yu. Zhuravleva¹,
A.V. Bogachev-Prokophiev¹

¹ Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055; ² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Novosibirsk State Medical University”, 52, Krasny Prospect, Novosibirsk, Russian Federation, 630091

Highlights

• The review presents the analysis of long-term outcomes of implantation of the most common types of conduits in children. Predictors of the development of dysfunction and infective endocarditis are presented.

Aim	To analyze the function of the available types of conduits in pediatric group of patients who underwent right ventricular outflow tract (RVOT) reconstruction.
Methods	The retrospective study included patients between 0 and 18 years old who underwent RVOT reconstruction using conduits between 2000 and 2017. Clinical records and imaging data were analyzed.
Results	A total of 400 patients underwent implantation of 495 conduits including glutaraldehyde (GA)-treated bovine jugular vein (contegra) (n = 181); GA-treated xenopericardial conduit (BioLAB) (n = 84); diepoxyde (DE)-treated xenopericardial conduit with porcine aortic root (AB-composite) (n = 65); DE-treated xenopericardial conduit (Pilon) (n = 32) and cryopreserved pulmonary homograft (n = 135). Primary implantation was made in 383 cases (77.3%) and conduit reimplantation was made in 112 cases (22.5%). Median follow-up was 79.9 (42.6; 110.7) months. Redo surgery with conduit replacement was made in 41 (8.5%) cases, of these, 6 (2.1%) conduits were replaced due to thrombosis, endocarditis was diagnosed in 14 patients (4.8%), there were no statistical differences between the groups. Younger age was associated with high risk of early dysfunction (OR 0.97; 95% CI 0.96–0.99, p = 0.03). Multivariate analysis revealed that the type of conduit was not a risk factor (OR 0.86; 95% CI 0.64–1.15; p = 0.64). Severe calcification was the main predictor of conduit-associated mortality (OR 0.02; 95% CI 0.002–0.34; p = 0.005).
Conclusion	Incidence of reintervention due to conduit dysfunction is still high in pediatric group and is not associated with type of conduit. All types of available conduits showed comparable rates of dysfunction. Risk of developing conduit-associated infective endocarditis also does not depend on the type of implanted graft.
Keywords	Congenital heart disease • Pulmonary valve replacement • Xenograft • Pulmonary homograft • Calcification

Received: 06.07.2024; received in revised form: 31.07.2024; accepted: 19.08.2024

Список сокращений

ЛА – легочная артерия ПЖ – правый желудочек

Введение

Использование клапаносодержащих кондуитов для реконструкции пути оттока из правого желудочка (ПЖ) необходимо при коррекции сложных врожденных пороков сердца. «Золотым стандартом» в протезировании легочной артерии (ЛА) считается легочный гомографт [1, 2]. К сожалению, ограниченная доступность детских легочных гомографтов вынуждает использовать в большинстве случаев ксенокондуиты для формирования пути оттока из ПЖ в ЛА. Однако ксенографты неизбежно

подвергаются дегенеративным изменениям, что приводит к потребности в реинтервенциях или замене кондуита, особенно у детей более младшего возраста [3–5]. К основным причинам дисфункции ксенокондуитов в педиатрической группе пациентов относят кальцификацию, неоинтимальную пролиферацию, эндокардит и тромбоз кондуита [6–9]. На анализе частоты развития этих осложнений, как правило, основывается оценка того или иного типа кондуитов. При поиске оптимального кондуита для имплантации в детской популяции обязательно

должны быть учтены особенности биоматериала и способ его обработки.

Целью данного исследования была оценка риска повторных оперативных вмешательств и причин дисфункции различных типов кондуитов, используемых в педиатрической группе пациентов для формирования пути оттока из ПЖ в ЛА.

Материалы и методы

Ретроспективное исследование включало анализ данных пациентов педиатрической группы (в возрасте от 0 до 18 лет), которым было выполнено протезирование клапана и ствола легочной артерии с применением биологических кондуитов в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России с 2000 по 2017 г. Все пациенты были разделены на следующие группы в зависимости от типа кондуита: бычья яремная вена, обработанная глутаровым альдегидом, Contegra (Medtronic, США); клапаносодержащий ксеноперикардиальный кондуит, консервированный глутаровым альдегидом с дополнительной антикальциевой обработкой додецилсульфатом натрия, «БиоЛАБ» («БиоЛАБ КК/Б», ФГБУ НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России, Россия); свиной аортальный корень, обработанный диглицидиловым эфиром этиленгликоля, «АБ-Моно» («АБ-Композит», ЗАО «НеоКор», Кемерово, Россия); ксеноперикардиальный клапаносодержащий кондуит, обработанный диэпоксидом, «Пилон» (ЗАО «НеоКор», Кемерово, Россия); криоохраненный легочный гомографт (рис. 1).

Тип имплантируемого кондуита выбирал оперирующий хирург.

Сбор данных

Данное исследование было одобрено локальным этическим комитетом НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина (протокол № 9 от 18.09.2023). Демографические данные пациентов, а также характеристика хирургических вмешательств и раннего послеоперационного периода собраны ретроспективно на основе медицинской документации. Данные в пе-

риоде наблюдения были получены как в результате повторных обследований, так и на основании записей лечащих кардиологов по месту жительства и телефонных интервью с пациентами и их семьями.

Сбор данных и описание результатов проводили в соответствии с рекомендациями по отчетности о смертности и заболеваемости после вмешательств на клапанах сердца (Guidelines for Reporting Mortality and Morbidity after Cardiac Valve Interventions) [10].

Ранняя летальность определена как наступление летального исхода в течение госпитализации пациента или 30 дней после операции. Кондуит-обусловленная летальность включала любую смерть, вызванную дисфункцией кондуита, его тромбозом, развитием эндокардита; связанную с прогрессирующей сердечной недостаточностью после имплантации кондуита или повторного вмешательства на нем, а также любую внезапную сердечную смерть [10].

Реинтервенция на графте определена как необходимость в повторной хирургической замене кондуита или любых эндоваскулярных вмешательствах на кондуите. Показаниями для повторного хирургического вмешательства являлись развитие выраженной дисфункции кондуита с пиковым градиентом более 50 мм рт. ст., тромбоз кондуита, явления правожелудочковой недостаточности на фоне умеренной дисфункции кондуита [11–13].

Пациенты

В анализ включены данные 400 пациентов, из которых 95 перенесли более одного хирургического вмешательства (табл. 1). Спектр врожденных пороков, потребовавших протезирования клапана и ствола ЛА: аномалии развития конотрункуса (тетрада Фалло, атрезия легочной артерии, двойное отхождение магистральных артерий от ПЖ, общий артериальный ствол, транспозиция магистральных сосудов), изолированный клапанный/комбинированный стеноз ЛА, процедура Росса/Росса – Конно (см. табл. 1).

Операционная техника описана нами ранее и не менялась [12].

Статистический анализ

Анализ данных выполнен с использованием пакета прикладных программ STATA, версия 13.0 (StataCorp, США). Для проверки нормальности распределения непрерывных переменных использован W-тест Шапиро – Уилка. Непрерывные данные описаны как медиана (median, Me) и межквартильный интервал (interquartile range, IQR), категориальные данные – как числовые значения и проценты. Группы сравнивали с использованием тестов χ^2 и Краскела – Уоллиса.

Свобода от кондуит-обусловленной летальности и дисфункции кондуита представлена с помощью

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ



графиков Каплана – Майера. Для сравнения между группами показателей свободы от реинтервенций и свободы от реинтервенций по причине кальцификации кондуита применен log-rank тест. Влияние типа кондуита на риск повторного оперативного вмешательства, частоту реинтервенций оценивали с помощью регрессионного Соx-анализа. Значения факторов риска выражены в виде отношения риска (ОР) и 95% доверительного интервала (95% ДИ). При летальном исходе время функционирования кондуита цензурировали в момент смерти пациента. Статистически достоверным считалось значение $p < 0,05$.

Результаты

За исследуемый период было имплантировано 495 кондуитов, из которых 112 (22,7%) – повторно. Распределение типов кондуитов отображено в табл. 1. Медиана возраста на момент имплантации кондуита составила 65,4 (13,2; 152,7) мес. 319 (64,6%) кондуитов были имплантированы в экстраанатомическую позицию. Общая госпитальная летальность составила 9,1% (табл. 2) и была обусловлена синдромом малого сердечного выброса ($n = 22$), инфекционными осложнениями (не ассоциированными с кондуитом по данным патологоанатомического

Таблица 1. Характеристика пациентов на момент имплантации клапаносодержащих кондуитов
Table 1. Characteristics of patients at the time of conduit implantation

Параметр / Characteristic	Всего / Total, $n = 495$	Contegra, $n = 181$	«БиоЛАБ» / BioLAB, $n = 82$	«АБ-Моно» / AB-mono, $n = 65$	«Пилон» / Pilon, $n = 32$	Гомографт / Homograft, $n = 135$	p
Пол, мужской/женский / Sex male/female, n (%)	340/155 (68,8/31,3)	117/64 (64,6/35,4)	53/29 (64,2/35,8)	47/18 (72,3/27,7)	21/11 (65,6/34,4)	102/33 (75,6/24,4)	0,14
Вес, кг / Weight, kg Me (IQR)	18 (8,4; 42)	8,3 (5,6; 12)	15 (8,6; 29)	33,5 (19; 46)	44,7 (12; 60)	40 (24,5057)	< 0,01
Возраст на момент имплантации кондуита, мес / Age at the time of implantation, months, Me (IQR)	65,4 (13,2; 152,7)	12,4 (6; 28)	48,5 (13,4; 109,8)	138,7 (71,7; 167,2)	172,2 (30,8; 187,4)	150,2 (99,5; 188,9)	< 0,01
Диагноз / Diagnosis, n (%):							
корригированная ТМС / ccTGA	15 (3)	7 (3,9)	6 (7,3)	1 (1,5)	0	1 (0,7)	
ДОМС / DORV	9 (1,8)	5 (2,8)	1 (1,2)	1 (1,5)	2 (6,3)	0	
Росс / Ross	140 (28,2)	20 (11)	19 (23,2)	44 (67,7)	15 (46,9)	41 (30,4)	
АЛА с ДМЖП / PA VSD	60 (12,1)	44 (24,3)	11 (13,4)	2 (3,1)	3 (9,4)	0	
ТМС / TGA	35 (7)	17 (9,4)	10 (12,2)	6 (9,2)	2 (6,3)	0	
Тетрада Фалло / Tetralogy of Fallot	31 (6,2)	22 (12,2)	3 (3,7)	1 (1,5)	4 (12,5)	1 (0,7)	
ОАС / CAT	57 (11,5)	35 (19,3)	14 (17,1)	3 (4,6)	1 (3,1)	4 (3)	
Дисфункция кондуита / Conduit dysfunction	108 (21,7)	22 (12,2)	14 (17,1)	7 (10,8)	3 (9,4)	62 (45,9)	
Другие / Others	42 (8,5)	9 (5)	4 (4,9)	0	2 (6,3)	26 (19,3)	

Примечание: АЛА с ДМЖП – атрезия легочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки; ДОМС – двойное отхождение магистральных сосудов от правого желудочка; ОАС – общий артериальный ствол; ТМС – транспозиция магистральных артерий; IQR – межквартильный интервал; Me – медиана; Sm – площадь поверхности тела.

Note: CAT – common arterial trunk; ccTGA – congenitally corrected transposition of the great arteries; DORV – double outlet right ventricle; IQR – interquartile range; Me – median; PA VSD – pulmonary atresia with ventricular septal defect; Sm – body surface area.

Таблица 2. Операционные и послеоперационные данные в группах

Table 2. Intraoperative and postoperative outcomes in groups

Параметр / Characteristic	Всего / Total, $n = 495$	Contegra, $n = 181$	«БиоЛАБ» / BioLAB, $n = 82$	«АБ-Моно» / AB-mono, $n = 65$	«Пилон» / Pilon, $n = 32$	Гомографт / Homograft, $n = 135$	p
Имплантация кондуита / Conduit implantation, n (%)							
Первичная / Primary	383 (77,3)	158 (87,3)	64 (78,8)	58 (89,1)	28 (87,5)	74 (54,8)	
Повторная / Repeat	112 (22,7)	23 (12,7)	17 (21,3)	7 (10,9)	4 (12,5)	61 (45,2)	0,068
Позиция имплантации кондуита / Conduit position, n (%):							
анатомическая / anatomical	176 (35,2)	23 (12,7)	22 (25,0)	47 (71,9)	17 (53,1)	66 (48,9)	
экстраанатомическая / extraanatomical	319 (64,6)	157 (86,7)	60 (75,0)	18 (28,1)	15 (46,9)	69 (51,1)	0,08
Размер кондуита, мм / Conduit size, mm, Me (IQR)	20 (15–23)	14 (12–16)	19 (17–23)	25 (21–25)	24 (17–27)	23 (22–24)	0,032
Время ИК, мин / CPB time, min, Me (IQR)	163 (120–210)	136 (105,5–179,5)	191 (158,5–228)	235 (184–294)	197 (164–218)	149 (96–185)	0,01
Госпитальная летальность / Hospital mortality, n (%)	45 (9,1)	26 (14,4)	8 (9,8)	6 (9,2)	3 (9,4)	2 (1,5)	0,011

Примечание: ИК – искусственное кровообращение; IQR – межквартильный интервал; Me – медиана.

Note: CPB – cardiopulmonary bypass; IQR – interquartile range; Me – median.

исследования) с прогрессированием полиорганной недостаточности (n = 17), некротизирующим энтероколитом (n = 6).

Медиана периода наблюдения составила 79,9 (42,6; 110,7) мес. Повторные вмешательства выполнены 41 (8,5%) пациенту по поводу дисфункции кондуита, при этом тромбоз выявлен у 6 (2,1%) больных. Конduit-ассоциированный инфекционный эндокардит определен у 14 (4,8%) пациентов, в 12 случаях выполнена замена инфицированного кондуита, остальным проведена медикаментозная терапия. В отдаленном периоде признаки кальциноза кондуита выявлены у 163 (89%) пациентов во время замещения кондуита или при выполнении инструментальных исследований (табл. 3). Отдаленная летальность составила 15 (4,8%) пациентов.

Общая свобода от повторных вмешательств при дисфункции кондуита составила 76% [95% доверительный интервал 73,1–79,3%] к 5 годам наблюдения и 42% [95% доверительный интервал 39,9–46,6%] через 10 лет и не различалась между группами (p = 0,07) (рис. 2).

При проведении однофакторного регрессионного анализа риск реинтервенций на графте увеличился в более молодом возрасте при использовании малых размеров протезов (p = 0,63, p = 0,10 и p = 0,11 соответственно). Кальциноз был единственным фактором, увеличивающим риск conduit-ассоциированной летальности, при этом тип кондуита не влиял на любой из неблагоприятных исходов (табл. 4).

Обсуждение

Несмотря на широкое применение криосохраненных легочных гомографтов в зарубежных странах, основным ограничением их использования является низкая доступность для пациентов педиатрической группы. Легочные гомографты малого диаметра в настоящее время недоступны для применения в российской кардиохирургической практике, и, таким образом, их использование наибо-

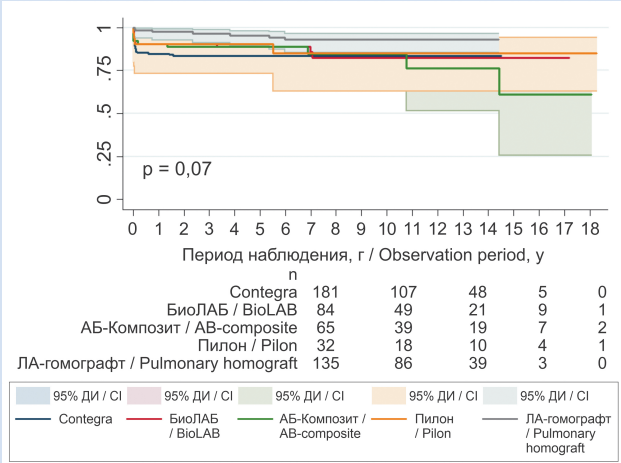


Рисунок 2. Дисфункция кондуитов в периоде наблюдения, свобода от замены кондуитов в группах
Примечание: * от числа кондуитов, доступных для анализа в указанный период наблюдения; ДИ – доверительный интервал; ЛА – легочная артерия.
Figure 2. Conduit dysfunction in the follow-up period, freedom from conduit reimplantation in the groups
Note: * according to the conduits assessed during follow-up period; CI – confidence interval; PA – pulmonary artery.

Таблица 3. Данные отдаленного периода наблюдения
Table 3. Follow-up period

Параметр / Characteristic	Всего / Total, n = 495	Contegra, n = 181	«Био.ЛАБ» / BioLAB, n = 82	«АБ-Моно» / AB-mono, n = 65	«Пилон» / Pilon, n = 32	Гомографт / Homograft, n = 135	p
Кондуиты, доступные для анализа в периоде наблюдения / Conduit in follow-up, n (%)	411 (83)	145 (94,0)	66 (89,6)	51 (86,2)	27 (89,5)	122 (90,3)	0,11
Период наблюдения, мес. / Follow-up period, months, Me (IQR)	79,9 [42,6; 110,7]	79,8 [41,4; 113,4]	85,3 [57,7; 114,1]	66,3 [46,2; 95,7]	82 [50; 115,2]	79,5 [37; 108]	
Тромбоз кондуита / Conduit thrombosis, n (%)	6 (1,4)	0	3 (4,5)	2 (3,9)	0	1 (0,8)	0,063
Кальциноз кондуита / Conduit calcification, n (%)	162 (39,4)	50 (34,4)	35 (53,0)	38 (74,5)	11 (40,7)	28 (22,9)	0,08
Эндокардит / Endocarditis, n (%)	14 (3,4)	3 (2,0)	3 (4,5)	3 (5,8)	3 (11,1)	2 (1,6)	0,21
Эндоваскулярные процедуры / Catheter reinterventions, n (%)	12 (2,9)	5 (3,4)	2 (3,0)	2 (3,9)	1 (3,7)	1 (0,8)	0,32
Реоперации / Surgical reoperations, n (%)	41 (9,9)	20 (13,7)	7 (10,6)	5 (9,8)	3 (11,1)	6 (4,9)	0,09
Период реоперации, мес. / period of reintervention, months, Me (IQR)	75 [49; 105]	72 [40; 97]	84 [52; 114]	65 [51; 88]	78,5 [50; 111]	92 [62; 119]	
Отдаленная летальность / Long-term mortality, n (%) *	15 (4,8)	2 (1,7)	3 (4,8)	3 (6,8)	1 (4,8)	6 (9)	0,15

Примечание: * без учета госпитальной летальности; IQR – межквартильный интервал; Me – медиана.
Note: * without hospital mortality; IQR – interquartile range; Me – median.

лее распространено среди пациентов школьного и более старшего возраста. Многие авторы указывают на тот факт, что меньший диаметр гомографта служит непосредственным фактором риска ранней дисфункции [14]. Некоторые авторы сообщают о том, что частота реопераций у детей первого года жизни значительно выше, чем у лиц старшей группы. Это связано как с различием в скорости кальциевого метаболизма у детей, так и выраженностью реакции иммунного ответа [15]. Кривообработка позволила значительно улучшить свойства кондуитов при имплантации, несмотря на это, часть донорских клеток продолжает оставаться в тканях, вызывая тем самым иммунный ответ в организме реципиента. Аллографты провоцируют выработку анти-HLA антигенов, вызывая тем самым механизм пролиферации неоинтимы, в которой накапливаются клетки иммунной воспалительной реакции. Данный механизм является основным в процессе развития дисфункции легочного гомографта у детей [16].

Доступной альтернативой легочным гомографтам являются ксенокондуиты. В нашем исследовании мы анализировали свойства ксеноперикардальных кондуитов с различной технологией изготовления и обработки. До 2009 г. в НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина широко применялись ксенопери-

кардиальные кондуиты, содержащие свиной корень (АБ-Композит), изготовленные из ксеноперикарда с обработкой глутаральдегидом («БиОЛАБ») или диэпоксидом («Пилон») [10, 11]. Начиная с 2009 г. основным материалом для протезирования пути оттока из ПЖ являются Contegra и легочный гомографт. Мы выявили, что общая свобода от повторного вмешательства по поводу дисфункции графта составила 76% через 4 года и 42% через 6 лет, что соответствует результатам других исследований [1, 6].

В связи с тем что большая часть ксенокондуитов изготовлены из ксеноперикарда, его ранняя дегенерация и последующая дисфункция графта являются основным отрицательным качеством [3, 4]. В зависимости от периода наблюдения различным типам ксеноперикардальных кондуитов свойственны разные причины развития дисфункции [2, 6, 8]. Большая часть исследований включают когорту пациентов разной возрастной категории, что не позволяет дать четкую сравнительную характеристику ксенокондуитам именно в детской популяции [1, 2, 5, 6, 17, 18]. Результаты многофакторного регрессионного анализа не показали достоверного влияния типа ксенокондуита на частоту реинтервенций. Наиболее частой причиной повторного вмешательства на кондуите был кальциноз кондуита с одинаковой

Таблица 4. Анализ факторов риска повторного оперативного вмешательства на кондуите и реинтервенций по причине кальцификации графта и неоинтимальной пролиферации

Table 4. Risk analysis for repeat surgical procedures and reinterventions due to conduit calcification and neointimal proliferation

Предиктор / Predictor	Однофакторный анализ / Univariate analysis		Многофакторный анализ / Multivariate analysis	
	ОР (95% ДИ) / OR (95% CI)	P	ОР (95% ДИ) / OR (95% CI)	P
Дисфункция ксенокондуита / Conduit dysfunction				
Пол, мужской/женский / Sex, male/female	1,02 (0,66–2,5)	0,45		
Вес на момент операции / Weight at the time of implantation	0,97 (0,96–0,99)	0,03	0,98 (0,95–1,01)	0,26
Тип кондуита / Conduit type	0,80 (0,64–0,99)	0,042	0,86 (0,64–1,15)	0,64
Размер кондуита / Conduit size	0,93 (0,87–1,00)	0,073	1,02 (0,90–1,15)	0,74
Анатомическая или экстраанатомическая позиция / Anatomical or extraanatomical position	1,54 (0,75–3,1)	0,23		
Конduit-ассоциированная летальность / Conduit-related mortality				
Возраст на момент имплантации кондуита / Age at the time of implantation	1,01 (0,99–1,02)	0,075	1,01 (0,99–1,03)	0,16
Первичная/повторная имплантация кондуита / Primary or repeat conduit implantation	0,33 (0,04–2,62)	0,29		
Анатомическая или экстраанатомическая позиция / Anatomical or extraanatomical position	0,54 (0,19–1,54)	0,25		
Тип ксенокондуита / Conduit type	1,27 (0,89–1,79)	0,17	0,22 (0,03–1,31)	0,09
Кальциноз / Calcification	0,043 (0,004–0,43)	0,008	0,02 (0,002–0,34)	0,005
Тромбоз кондуита / Conduit thrombosis				
Возраст на момент имплантации кондуита / Age at the time of implantation	0,99 (0,98–1,01)	0,97		
Первичная/повторная имплантация кондуита / Primary or repeat conduit implantation	0,88 (0,10–7,71)	0,91		
Анатомическая или экстраанатомическая позиция / Anatomical or extraanatomical position	1,08 (0,19–5,86)	0,92		
Тип ксенокондуита / Conduit type	1,25 (0,74–2,11)	0,39		
Кальциноз / Calcification	0,14 (0,008–2,42)	0,18		

Примечание: ДИ – доверительный интервал; ОР – отношение рисков.

Note: CI – confidence interval; RR – risk ratio.

частотой встречаемости между типами материала, что соотносится с ранее опубликованными работами, в которых обструкция кондуитов наблюдалась в 67–89% случаев [4–7]. Мы также продемонстрировали, что стеноз проксимального участка кондуита в большинстве случаев был обусловлен кальцификацией стенок и створок ксенографта, в то время как изолированный дистальный стеноз кондуита был связан с выраженной пролиферацией неинтимы в этом отделе. В большинстве случаев мы наблюдали диффузную кальцификацию как стенок, так и створок кондуита. Однако вовлечение в патологический процесс разных компонентов кондуита варьировало в зависимости от типа ксенографта. В группе «АБ-Моно» были преимущественно кальцинированы как свиная аортальная стенка, так и створки, в то время как для группы «БиоЛАБ» наиболее типичным был кальциноз створок кондуита. Отличительной особенностью Contegra являются характерная пролиферация неинтимального слоя с последующей кальцификацией стенки и крайне редкий кальциноз створок [19–22].

Ксенокондуиты, содержащие свиной корень, имели высокую частоту кальциноза и дисфункции, несмотря на использование диэпоксида в качестве обработки. В ранних исследованиях мы указывали на аналогичный результат при использовании свиных аортальных клапаносодержащих кондуитов у взрослых пациентов [19]. Высокая скорость кальцификации данного типа кондуита обусловлена структурными особенностями аортальной стенки: большое количество эластиновых волокон и гладкомышечных клеток способствует отложению кальция в тканях [20, 23].

Наиболее поздний срок замены кондуита вследствие кальциноза показан в группе с применением «Пилона». Первая реинтервенция была выполнена через 4 года, в то время как в других группах – через 1,5–2 года. Потенциально перспективной опцией может стать использование дополнительных методов антикальциевой обработки у ксеноперикардальных кондуитов для снижения кальциноза в педиатрической группе.

В представленном нами исследовании общим осложнением для всех групп был кондуит-ассоциированный эндокардит. В ранее опубликованных работах сообщалось о частоте развития эндокардита кондуита в позиции ПЖ-ЛА от 2,5 до 5,4% случаев [4, 9].

В некоторых исследованиях продемонстрировано, что кондуиты, изготовленные из бычьей яремной вены, более восприимчивы к инфекционному эндокардиту, чем другие типы ксенокондуитов и гомографты [6, 17]. Однако среди всех выявленных случаев мы не обнаружили разницы между группами по частоте развития кондуит-ассоциированного инфекционного эндокардита.

Ограничения

Данное исследование имеет ограничения, связанные с его ретроспективным дизайном. В исследование включены гетерогенные группы с неодинаковым числом пациентов, разными исходными характеристиками (возраст, вес, диагноз, размеры используемых кондуитов, позиция имплантации) и периодом наблюдения.

Заключение

Протезирование пути оттока из ПЖ у детей сопровождается удовлетворительными непосредственными и отдаленными результатами, однако частота повторных вмешательств высокая и не зависит от типа выбранного кондуита. Несмотря на различную частоту встречаемости кальциноза, который являлся основным предиктором кондуит-ассоциированной летальности, все виды анализируемых кондуитов показали сравнимую частоту дисфункции. Риск развития кондуит-ассоциированного инфекционного эндокардита также не зависел от типа имплантируемого графта.

Конфликт интересов

Ю.Ю. Кулябин заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.Р. Ничай заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.А. Соинов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.А. Докучаева заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.Ю. Журавлева заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Богачев-Прокофьев заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках проекта № 22-25-20102 (соглашение № 22-25-20102 от 22.03.2022 с Российским научным фондом и соглашение № р-29 от 13.03.2023 с министерством науки и инновационной политики Новосибирской области).

Информация об авторах

Кулябин Юрий Юрьевич, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, научный сотрудник Центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-2361-5847

Author Information Form

Kulyabin Yuriy Yu., PhD, Cardiovascular Surgeon at the Cardiac Surgery Department of Congenital Heart Defects, Researcher at the Center for New Surgical Technologies, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; ORCID 0000-0002-2361-5847

Ничай Наталия Романовна, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, младший научный сотрудник Центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; ассистент кафедры сердечно-сосудистой хирургии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки врачей федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1763-9535

Сойнов Илья Александрович, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения врожденных пороков сердца, старший научный сотрудник Центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3691-2848

Докучаева Анна Андреевна, младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной хирургии и морфологии института экспериментальной биологии и медицины федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-3260-6491

Журавлева Ирина Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор заведующая лабораторией биопротезирования Центра новых технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1935-4170

Богачев-Прокофьев Александр Владимирович, доктор медицинских наук руководитель Центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-4625-4631

Nichay Nataliya R., PhD, Cardiovascular Surgeon at the Cardiac Surgery Department of Congenital Heart Defects, Junior Researcher at the Center for New Surgical Technologies, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; Assistant Professor at the Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Doctors, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Novosibirsk State Medical University”, Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1763-9535

Soynov Ilya A., PhD, Cardiovascular Surgeon at the Cardiac Surgery Department of Congenital Heart Defects, Senior Researcher at the Center for New Surgical Technologies, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3691-2848

Dokuchaeva Anna A., Junior Researcher at the Laboratory of Experimental Surgery and Morphology, Institute of Experimental Biology and Medicine, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-3260-6491

Zhuravleva Irina Yu., PhD, Professor, Head of the Bioprosthesis Laboratory at the Center for New Technologies, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1935-4170

Bogachev-Prokophiev Alexander V., PhD, Head of the Center for New Surgical Technologies, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-4625-4631

Вклад авторов в статью

КЮЮ – анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ННР – анализ и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

СИА – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ДАА – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ЖИЮ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

KYuYu – data analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

NNR – data analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

SIA – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

DAA – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ZhIYu – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

БПАВ – интерпретация данных исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

BPAV – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Homann M., Haehnel J.C., Mendler N., Paek S.U., Holper K., Meisner H., Lange R. Reconstruction of the RVOT with valved biological conduits: 25 years experience with allografts and xenografts. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17(6):624-30. doi: 10.1016/s1010-7940(00)00414-0.
2. Urso S., Rega F., Meuris B., Gewillig M., Eyskens B., Daenen W., Heying R., Meyns B. The Contegra conduit in the right ventricular outflow tract is an independent risk factor for graft replacement. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;40(3):603-9. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.11.081.
3. Lee C., Park C.S., Lee C.H., Kwak J.G., Kim S.J., Shim W.S., Song J.Y., Choi E.Y., Lee S.Y. Durability of bioprosthetic valves in the pulmonary position: long-term follow-up of 181 implants in patients with congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142(2):351-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.12.020.
4. Ong K., Boone R., Gao M., Carere R., Webb J., Kiess M., Grewal J. Right ventricle to pulmonary artery conduit reoperations in patients with tetralogy of fallot or pulmonary atresia associated with ventricular septal defect. *Am J Cardiol*. 2013;111(11):1638-43. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.01.337.
5. Dave H., Mueggler O., Comber M., Enodien B., Nikolaou G., Bauersfeld U., Jenni R., Bettex D., Prêtre R. Risk factor analysis of 170 single-institutional contegra implantations in pulmonary position. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(1):195-302. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2010.07.058.
6. Mery C.M., Guzmán-Pruneda F.A., De León L.E., Zhang W., Terwelp M.D., Bocchini C.E., Adachi I., Heinle J.S., McKenzie E.D., Fraser C.D.Jr. Risk factors for development of endocarditis and reintervention in patients undergoing right ventricle to pulmonary artery valved conduit placement. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;151(2):432-9. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.10.069.
7. Alferis G.M., Swartz M.F., Lehoux J., Bove E.L. Long-term survival and freedom from reoperation after placement of a pulmonary xenograft valved conduit. *Ann Thorac Surg*. 2016;102(2):602-7. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2016.02.045.
8. Flameng W., Jashari R., De Visscher G., Mesure L., Meuris B. Calcification of allograft and stentless xenograft valves for right ventricular outflow tract reconstruction: an experimental study in adolescent sheep. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(6):1513-21. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.082.
9. Soor G.S., Leong S.W., Butany J., Shapero J.L., Williams W.G. Pulmonary site bioprostheses: morphologic findings in 40 cases. *Arch Pathol Lab Med*. 2009;133(5):797-802. doi: 10.1043/1543-2165-133.5.797.
10. Piazza N., Onuma Y., de Jaegere P., Serruys P.W. Guidelines for reporting mortality and morbidity after cardiac valve interventions - need for a reappraisal? *Ann Thorac Surg*. 2009;87(2):357-8; discussion 359-60. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2008.11.054.
11. Warnes C.A., Williams R.G., Bashore T.M., Child J.S., Connolly H.M., Dearani J.A., Del Nido P., Fasules J.W., Graham T.P.Jr, Hijazi Z.M. et al. ACC/AHA 2008 Guidelines for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: Executive Summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of adults with congenital heart disease). *Circulation*. 2008;118(23):2395-451. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.190811.
12. Baumgartner H., Bonhoeffer P., De Groot N.M., de Haan F., Deanfield J.E., Galie N., Gatzoulis M.A., Gohlke-Baerwolf C., Kaemmerer H., Kilner P. et al.; Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of

Cardiology (ESC); Association for European Paediatric Cardiology (AEPC); ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J*. 2010;31(23):2915-57. doi: 10.1093/eurheartj/ehq249.

13. Sarris G.E., Balmer C., Bonou P., Comas J.V., da Cruz E., Di Chiara L., Di Donato R.M., Fragata J., Jokinen T.E., Kirvassilis G., Lytrivi I., Milojevic M., Sharland G., Siepe M., Stein J., Büchel E.V., Vouhé P.R. Clinical guidelines for the management of patients with transposition of the great arteries with intact ventricular septum. *Cardiol Young*. 2017;27(3):530-69. DOI: 10.1017/S1047951117000014.

14. Romeo J.L.R., Mokhles M.M., van de Woestijne P., de Jong P., van den Bosch A., van Beynum I.M., Takkenberg J.J.M., Bogers A.J.J.C. Long-term clinical outcome and echocardiographic function of homografts in the right ventricular outflow tract†. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019;55:518-26. doi: 10.1093/ejcts/ezy265.

15. Moroi M.K., Bacha E.A., Kalfa D.M. The Ross procedure in children: a systematic review. *Ann Cardiothorac Surg*. 2021;10:420-32. doi: 10.21037/acs-2020-rp-23.

16. Huyen Y., Chang Y., Song J. Application of Homograft Valved Conduit in Cardiac Surgery. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:740871. doi: 10.3389/fcvm.2021.740871.

17. Sandica E., Boethig D., Blanz U., Goerg R., Haas N.A., Laser K.T., Kececioglu D., Bertram H., Sarikouch S., Westhoff-Bleck M., Beerbaum P., Horke A. Bovine jugular veins versus homografts in the pulmonary position: an analysis across two centers and 711 patients-conventional comparisons and time status graphs as a new approach. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;64(1):25-35. doi: 10.1055/s-0035-1554962.

18. Holmes A.A., Co S., Human D.G., Leblanc J.G., Campbell A.I. The Contegra conduit: Late outcomes in right ventricular outflow tract reconstruction. *Ann Pediatr Cardiol*. 2012;5(1):27-33. doi: 10.4103/0974-2069.93706.

19. Zhuravleva I.Y., Nichay N.R., Kulyabin Y.Y., Timchenko T.P., Korobeinikov A.A., Polienko Y.F., Shatskaya S.S., Kuznetsova E.V., Voitov A.V., Bogachev-Prokophiev A.V., Karaskov A.M. In search of the best xenogeneic material for a paediatric conduit: an experimental study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2018;26(5):738-44. doi: 10.1093/icvts/ivx445.

20. Schoenhoff F.S., Loup O., Gahl B., Banz Y., Pavlovic M., Pfammatter J.P., Carrel T.P., Kadner A. The Contegra bovine jugular vein graft versus the Shelhigh pulmonic porcine graft for reconstruction of the right ventricular outflow tract: a comparative study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(3):654-61. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.06.068.

21. Meyns B., Van Garsse L., Boshoff D., Eyskens B., Mertens L., Gewillig M., Fieuws S., Verbeken E., Daenen W. The Contegra conduit in the right ventricular outflow tract induces supraventricular stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;128(6):834-40. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.08.015.

22. Журавлева И. Ю., Ничай Н. Р., Докучаева А. А., Соинов И. А., Иванцов С. М., Кейль И. М., Омельченко А. Ю., Горбатов Ю. Н., Горбатов А. В. Клинико-морфологический анализ дисфункции кондуита Contegra у пациентов первого года жизни. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016;20(1):56-61. doi:10.21688/1681-3472-2016-1-56-61.

23. Журавлева И.Ю., Карпова Е.В., Кузнецова Е.В., Юношев А.С., Коробейников А.А., Тимченко Т.П., Ничай Н.Р., Соинов И.А., Горбатов А.В. Клапаносодержащий ксеновенозный кондуит: terra incognita или tabula rasa? Сибирский научный медицинский журнал. 2016;36(2):90-101.

REFERENCES

1. Homann M., Haehnel J.C., Mendler N., Paek S.U., Holper K., Meisner H., Lange R. Reconstruction of the RVOT with valved biological conduits: 25 years experience with allografts

and xenografts. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17(6):624-30. doi: 10.1016/s1010-7940(00)00414-0.

2. Urso S., Rega F., Meuris B., Gewillig M., Eyskens B.,

Daenen W., Heying R., Meyns B. The Contegra conduit in the right ventricular outflow tract is an independent risk factor for graft replacement. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;40(3):603-9. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.11.081.

3. Lee C., Park C.S., Lee C.H., Kwak J.G., Kim S.J., Shim W.S., Song J.Y., Choi E.Y., Lee S.Y. Durability of bioprosthetic valves in the pulmonary position: long-term follow-up of 181 implants in patients with congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142(2):351-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.12.020.

4. Ong K., Boone R., Gao M., Carere R., Webb J., Kiess M., Grewal J. Right ventricle to pulmonary artery conduit reoperations in patients with tetralogy of fallot or pulmonary atresia associated with ventricular septal defect. *Am J Cardiol*. 2013;111(11):1638-43. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.01.337.

5. Dave H., Mueggler O., Comber M., Enodien B., Nikolaou G., Bauersfeld U., Jenni R., Bettex D., Prêtre R. Risk factor analysis of 170 single-institutional contegra implantations in pulmonary position. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(1):195-302. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.07.058.

6. Mery C.M., Guzmán-Pruneda F.A., De León L.E., Zhang W., Terwelp M.D., Bocchini C.E., Adachi I., Heinle J.S., McKenzie E.D., Fraser C.D.Jr. Risk factors for development of endocarditis and reintervention in patients undergoing right ventricle to pulmonary artery valved conduit placement. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;151(2):432-9, 441.e1-2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.10.069.

7. Alfieris G.M., Swartz M.F., Lehoux J., Bove E.L. Long-term survival and freedom from reoperation after placement of a pulmonary xenograft valved conduit. *Ann Thorac Surg*. 2016;102(2):602-7. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.02.045.

8. Flameng W., Jashari R., De Visscher G., Mesure L., Meuris B. Calcification of allograft and stentless xenograft valves for right ventricular outflow tract reconstruction: an experimental study in adolescent sheep. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(6):1513-21. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.082.

9. Soor G.S., Leong S.W., Butany J., Shapero J.L., Williams W.G. Pulmonary site bioprostheses: morphologic findings in 40 cases. *Arch Pathol Lab Med*. 2009;133(5):797-802. doi: 10.1043/1543-2165-133.5.797.

10. Piazza N., Onuma Y., de Jaegere P., Serruys P.W. Guidelines for reporting mortality and morbidity after cardiac valve interventions - need for a reappraisal? *Ann Thorac Surg*. 2009;87(2):357-8; discussion 359-60. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.11.054.

11. Warnes C.A., Williams R.G., Bashore T.M., Child J.S., Connolly H.M., Dearani J.A., Del Nido P., Fasules J.W., Graham T.P.Jr, Hijazi Z.M. et al. ACC/AHA 2008 Guidelines for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: Executive Summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of adults with congenital heart disease). *Circulation*. 2008;118(23):2395-451. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.190811.

12. Baumgartner H., Bonhoeffer P., De Groot N.M., de Haan F., Deanfield J.E., Galie N., Gatzoulis M.A., Gohlke-Baerwolf C., Kaemmerer H., Kilner P. et al.; Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC); Association for European Paediatric Cardiology (AEPCC); ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). ESC

Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J*. 2010;31(23):2915-57. doi: 10.1093/eurheartj/ehq249.

13. Sarris G.E., Balmer C., Bonou P., Comas J.V., da Cruz E., Di Chiara L., Di Donato R.M., Fragata J., Jokinen T.E., Kirvassilis G., Lytrivi I., Milojevic M., Sharland G., Siepe M., Stein J., Büchel E.V., Vouhé P.R. Clinical guidelines for the management of patients with transposition of the great arteries with intact ventricular septum. *Cardiol Young*. 2017;27(3):530-69. DOI: 10.1017/S1047951117000014.

14. Romeo J.L.R., Mokhles M.M., van de Woestijne P., de Jong P., van den Bosch A., van Beynum I.M., Takkenberg J.J.M., Bogers A.J.J.C. Long-term clinical outcome and echocardiographic function of homografts in the right ventricular outflow tract†. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019;55:518-26. doi: 10.1093/ejcts/ezy265.

15. Moroi M.K., Bacha E.A., Kalfa D.M. The Ross procedure in children: a systematic review. *Ann Cardiothorac Surg*. 2021;10:420-32. doi: 10.21037/acs-2020-rp-23.

16. Huyan Y., Chang Y., Song J. Application of Homograft Valved Conduit in Cardiac Surgery. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:740871. doi: 10.3389/fcvm.2021.740871.

17. Sandica E., Boethig D., Blanz U., Goerg R., Haas N.A., Laser K.T., Kececioglu D., Bertram H., Sarikouch S., Westhoff-Bleck M., Beerbaum P., Horke A. Bovine jugular veins versus homografts in the pulmonary position: an analysis across two centers and 711 patients-conventional comparisons and time status graphs as a new approach. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;64(1):25-35. doi: 10.1055/s-0035-1554962.

18. Holmes A.A., Co S., Human D.G., Leblanc J.G., Campbell A.I. The Contegra conduit: Late outcomes in right ventricular outflow tract reconstruction. *Ann Pediatr Cardiol*. 2012;5(1):27-33. doi: 10.4103/0974-2069.93706.

19. Zhuravleva I.Y., Nichay N.R., Kulyabin Y.Y., Timchenko T.P., Korobeinikov A.A., Polienko Y.F., Shatskaya S.S., Kuznetsova E.V., Voitov A.V., Bogachev-Prokophiev A.V., Karaskov A.M. In search of the best xenogeneic material for a paediatric conduit: an experimental study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2018;26(5):738-44. doi: 10.1093/icvts/ivx445.

20. Schoenhoff F.S., Loup O., Gahl B., Banz Y., Pavlovic M., Pfammatter J.P., Carrel T.P., Kadner A. The Contegra bovine jugular vein graft versus the Shelhigh pulmonary porcine graft for reconstruction of the right ventricular outflow tract: a comparative study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(3):654-61. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.06.068.

21. Meyns B., Van Garsse L., Boshoff D., Eyskens B., Mertens L., Gewillig M., Fieuws S., Verbeken E., Daenen W. The Contegra conduit in the right ventricular outflow tract induces supravalvular stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;128(6):834-40. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.08.015.

22. Zhuravleva, I., Nichai, N., Dokuchaeva, A., Soinov, I., Ivantsov, S., Keil, I., Omelchenko, A., Gorbatykh, Y., & Gorbatykh, A. (2016). Clinical morphological analysis of Contegra dysfunction in infants. *Patologiya Krovoobrashcheniya I Kardiokhirurgiya*, 20(1), 56–61. doi:10.21688/1681-3472-2016-1-56-61 (In Russian)

23. Zhuravleva I.Yu., Karpova E.V., Kuznetsova E.V., Yunoshev A.S., Korobeinikov A.A., Timchenko T.P., Nichay N.R., Soinov I.A., Gorbatykh A.V. Valve-containing xenovenous conduit: terra incognita или tabula rasa? *Siberian Scientific Medical Journal*. 2016;36(2):90-101. (In Russian)

Для цитирования: Кулябин Ю.Ю., Ничай Н.Р., Сойнов И.А., Докучаева А.А., Журавлева И.Ю., Богачев-Прокофьев А.В. Сравнительный анализ кондуитов для протезирования легочной артерии у детей. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024;13(4): 25-34. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-4-25-34

To cite: Kulyabin Yu.Yu., Nichay N.R., Soinov I.A., Dokuchaeva A.A., Zhuravleva I.Yu., Bogachev-Prokophiev A.V. Comparative analysis of pulmonary artery conduits in children. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2024;13(4): 25-34. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-4-25-34