


© Коллектив авторов, 2026
УДК 616.124.2-053.1-089.28

А.А. Ляпин , Р.С. Тарасов, А.А. Ивкин

Протезирование клапана легочной артерии у детей с врожденными пороками сердца: опыт одного центра

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация

 Ляпин Антон Александрович, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-1661-1135, e-mail: lyapin11@mail.ru;

Тарасов Роман Сергеевич, д-р мед. наук, доцент, заведующий лабораторией; orcid.org/0000-0003-3882-709X

Ивкин Артем Александрович, канд. мед. наук, заведующий лабораторией; orcid.org/0000-0002-3899-1642

Резюме

Цель. Оценить результаты протезирования клапана легочной артерии (ЛА) у педиатрической группы на госпитальном и отдаленном послеоперационном этапах.

Материал и методы. В ретроспективное исследование включены 25 детей (15 мальчиков и 10 девочек, медиана возраста составила 139,92±53,39 мес) с хронической недостаточностью клапана ЛА в результате перенесенного оперативного вмешательства по поводу врожденного порока сердца с вовлечением клапана ЛА.

Результаты. Было имплантировано 25 кондуитов (Contegra – 5, «Пилон» – 7, аллографт – 13). Среднее время искусственного кровообращения составило 77 мин, среднее время окклюзии аорты – 42 мин. Острое нарушение мозгового кровообращения возникло у 1 (4%) ребенка. Максимальный градиент давления на кондуите при выписке из стационара составил 15 мм. рт. ст. Госпитальной летальности не наблюдалась. Продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии составила 2 дня, а пребывание в стационаре продолжалось 12 дней.

Заключение. Протезирование клапана ЛА – «золотой стандарт» лечения хронической легочной регургитации у детей с врожденными пороками сердца, сопровождается низкой госпитальной летальностью и периоперационными осложнениями, снижая выраженность проявлений сердечной недостаточности. За полугодичный период наблюдения нами не было обнаружено существенных различий в результатах при использовании трех различных кондуитов.

Ключевые слова: врожденные пороки сердца, регургитация на клапане легочной артерии, протезирование клапана легочной артерии

Для цитирования: Ляпин А.А., Тарасов Р.С., Ивкин А.А. Протезирование клапана легочной артерии у детей с врожденными пороками сердца: опыт одного центра. *Креативная кардиология*. 2026; 20 (1): 137–146. DOI: 10.24022/1997-3187-2026-20-1-137-146

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания (тема № 0419-2024-0002 «Периоперационные нейропротективные стратегии в хирургии врожденных пороков сердца»)

Поступила 23.01.2026

Поступила после доработки 27.02.2026

Принята к печати 05.03.2026

А.А. Lyapin , R.S. Tarasov, A.A. Ivkin

Prosthetics of the pulmonary artery valve in children with congenital heart defects: the experience of one center

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation

 Anton A. Lyapin, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1661-1135, e-mail: lyapin11@mail.ru

Roman S. Tarasov, Dr. Med. Sci., Associate Professor, Head of Laboratory; orcid.org/0000-0003-3882-709X

Artem A. Ivkin, Cand. Med. Sci., Head of Laboratory; orcid.org/0000-0002-3899-1642

Abstract

Objective. To evaluate the outcomes of pulmonary valve replacement in the pediatric group during the hospital and remote postoperative periods.

Material and methods. The retrospective study included 25 children (15 boys and 10 girls; median age 139.92±53.39 months) with chronic pulmonary valve insufficiency following prior surgical intervention for congenital heart disease involving the pulmonary valve.

Results. Twenty-five conduits were implanted (5 Contegra, 7 Shelhigh/Pylon, 13 allograft). Mean cardiopulmonary bypass time was 77 minutes, and mean aortic cross-clamp time was 42 minutes. Acute cerebral blood flow disturbance occurred in one child (4%). The maximum pressure gradient across the conduit at discharge was 15 mm Hg. No in-hospital mortality was observed. The length of stay in the intensive care unit was 2 days, and the total hospital stay was 12 days.

Conclusion. Pulmonary valve replacement is the “gold standard” for treating chronic pulmonary regurgitation in children with congenital heart disease, associated with low in-hospital mortality and perioperative complications, reducing heart failure severity. No significant differences in outcomes were found among the three conduit types over a six-month follow-up.

Keywords: congenital heart defect, pulmonary valve regurgitation, pulmonary valve replacement

For citation: Lyapin A.A., Tarasov R.S., Ivkin A.A. Prosthetics of the pulmonary artery valve in children with congenital heart defects: the experience of one center. *Creative Cardiology*. 2026; 20 (1): 137–146 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2026-20-1-137-146

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

Funding: the work was carried out within the framework of the state assignment (topic No. 0419-2024-0002 “Perioperative neuroprotective strategies in the surgery of congenital heart defects”).

Received January 23, 2026

Revised February 27, 2026

Accepted March 05, 2026

Введение

Изолированная врожденная недостаточность клапана легочной артерии (ЛА) крайне редка и чаще возникает вследствие коррекции других врожденных пороков сердца (ВПС) [1]. В работе Y. Shimazaki et al. проанализировано 72 случая врожденной недостаточности клапана ЛА, описанных в литературе. В возрасте 20 лет симптомы были только у 6% пациентов, но к 40 годам заболеваемость увеличилась до 29%. Более того, смерть наступила после появления симптомов у трех пациентов в среднем через 39 мес. Анализ степени риска показал, что у пациентов с остаточной регургитацией на клапане ЛА ежегодная вероятность развития симптомов сердечной недостаточности экспоненциально возрастает с течением времени, в первую очередь после 40 лет [2]. Факторы, определяющие степень легочной регургитации, включают размер клапана ЛА, градиент диастолического давления между стволом ЛА и правым желудочком (ПЖ), объем легочного русла и продолжительность регургитации. После проведения радикальной коррекции тетрады Фалло (ТФ) ПЖ остается гипертрофирован, а его эластичность снижена; магистральные ЛА гипоплазированы, и их объем снижен; частота сердеч-

ных сокращений относительно высокая, что приводит к относительно короткой продолжительности диастолы. Таким образом, несмотря на большое отверстие регургитации сразу после радикальной коррекции ТФ, сочетание факторов, описанных выше, ограничивает степень легочной регургитации. Однако со временем увеличение ударного объема ПЖ приводит к прогрессирующему увеличению размера и эластичности магистральных ЛА, а также к повышению эластичности ПЖ. В сочетании с увеличением продолжительности диастолы, поскольку частота сердечных сокращений снижается с возрастом, эти изменения приводят к постепенному увеличению степени легочной регургитации с течением времени [3].

В настоящее время имеется большое количество пациентов педиатрической группы со значимой регургитацией на клапане ЛА, которая закономерно приводит к правожелудочковой дисфункции, отражающейся на клиническом статусе пациента. Чаще всего это ранее уже оперированные дети по поводу ВПС с вовлечением клапана ЛА. Оптимальные сроки протезирования клапана ЛА до сих пор являются предметом дискуссий. Своевременное протезирование клапана ЛА ведет к обратному ремоделированию ПЖ и в целом к значи-

тельному клиническому улучшению пациента [4]. Однако если выполнить протезирование клапана ЛА слишком поздно, то правожелудочковая дисфункция становится необратимой [5].

Также на сегодняшний день не существует идеального кондуита для протезирования клапана ЛА. Все существующие кондуиты имеют те или иные недостатки, но главной нерешенной задачей остается то, что у протезов отсутствует потенциал к росту в соответствии с ростом организма ребенка.

Поэтому целью исследования стала оценка результатов протезирования клапана ЛА у педиатрической группы на госпитальном и отдаленном послеоперационном этапах при использовании трех видов кондуитов.

Материал и методы

Данное ретроспективное исследование включило анализ данных пациентов педиатрической группы (с медианой возраста $139,92 \pm 53,39$ мес), которым было выполнено протезирование клапана ЛА с применением биологических кондуитов в Научно-исследовательском институте комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ) г. Кемерово с 2021 по 2024 г. Все пациенты были разделены на три группы в зависимости от типа кондуита: 1-я группа ($n=5$) – бычья яремная вена, об-

работанная глутаровым альдегидом, Contegra (Medtronic, США); 2-я группа ($n=7$) – ксеноперикардиальный клапаносодержащий кондуит, обработанный диглицидил эфиром этиленгликоля, «Пилон» (ЗАО «НеоКор», Кемерово, Россия); 3-я группа ($n=13$) – криосохраненный легочный гомографт (см. рисунок).

Ксеноперикардиальный клапаносодержащий кондуит «Пилон», обработанный диглицидил эфиром этиленгликоля, является отечественным биопротезом, который появился на рынке в 2003 г. Данный кондуит активно используется в кардиохирургии при операции Росса, имеет очень хорошие гемодинамические показатели при сравнении с самыми популярными протезами в данную позицию [6].

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации по правам человека. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом НИИ КПССЗ (№ 220 от 31.10.2020 г.). Один из родителей пациентов в качестве законного представителя подписал информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Персональные данные пациентов и характеристики хирургических вмешательств, а также особенности послеоперационного периода были собраны ретроспективно из медицинской документации. Особенности отдаленного послеоперационного периода были получены на основании данных повторных



а



б



в

Виды используемых кондуитов при коррекции недостаточности клапана легочной артерии у детей с ВПС:

а – аллографт; б – «Пилон»; в – Contegra

Types of conduits used for pulmonary valve insufficiency correction in children with congenital heart defects:

a – allograft; b – Shelhigh/Pylon; c – Contegra

инструментальных исследований, а также на основании установленных телефонных контактов с пациентами, их ближайшими родственниками или законными представителями через 6 мес после имплантации кондуита.

При оценке степени регургитации с помощью трансторакальной эхокардиографии использовался наиболее распространенный способ мультипараметрический цветовой доплер-шкалы по степеням (I–IV), включающий качественные, полуколичественные и количественные параметры, такие как размер струи регургитации, площадь струи регургитации, объем регургитации и фракция регургитации.

Клинические наблюдения и методы исследования

В анализ включен опыт одного центра по протезированию клапана ЛА. В него вошли 25 пациентов, подвергающихся ранее в возрасте до одного года хирургической коррек-

ции ВПС одним хирургом. У всех больных, вошедших в исследование, присутствовала клиника сердечной недостаточности. Всем пациентам до проведения вмешательства проводился тест 6-минутной ходьбы, по результатам которого дистанция соответствовала менее чем 300 м (у 76% III функциональный класс (ФК) хронической сердечной недостаточности (ХСН) по NYHA, у 24% – IV ФК). Диагноз ТФ был у 21 ребенка, клапанный и надклапанный стеноз клапана ЛА – у 4, общий артериальный ствол (I тип) – у 1, атрезия ЛА (тип А) с дефектом межжелудочковой перегородки – у 1 ребенка.

Тип имплантируемого кондуита выбирал оперирующий хирург. Contegra имплантировали 5 пациентам (4 девочкам и 1 мальчику, средний возраст – $112,20 \pm 82,78$ мес); «Пилон» – 7 больным (3 мальчикам и 4 девочкам, средний возраст – $174,29 \pm 33,36$ мес); аллографт – 13 детям (11 мальчикам и 2 девочкам, средний возраст – $132,08 \pm 42,24$ мес) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика пациентов с ВПС перед оперативным лечением в зависимости от вида используемого кондуита

Table 1. Characteristics of congenital heart defects patients before surgical treatment, depending on the type of conduit

Параметр	Общая группа n=25	1-я группа (Contegra, n=5)	2-я группа («Пилон», n=7)	3-я группа (аллографт, n=13)	P
Пол мужской	15 (60)	1 (20)	3 (42,9)	11 (84,6)	0,024 $p_{1-2}=0,028$
Масса тела, кг	40,0 [26,0; 40,0]	26,00 [17,30; 33,00]	46,00 [44,25; 55,50]	40,00 [26,00; 43,70]	0,037 $p_{1-2}=0,031$
<i>Диагноз</i>					
Атрезия ЛА	1 (4)	1 (20)	0	0	–
Общий артериальный ствол	1 (4)	1 (20)	0	0	–
Клапанный стеноз ЛА	3 (12)	2 (40)	1 (14,3)	0	–
ТФ	16 (64)	1 (20)	4 (57,2)	11 (84,6)	–
Агенезия клапана ЛА	1 (4)	0	0	1 (7,6)	–
ДОМС	3 (12)	0	2 (28,6)	1 (7,6)	–
Возраст на момент первого вмешательства на клапане ЛА, мес	6,0 [2,0; 13,0]	1,60 [1,50; 6,00]	8,00 [4,00; 9,00]	7,00 [3,00; 15,00]	0,514
Возраст на момент имплантации, мес	139,92±53,39	112,20±82,78	174,29±33,36	132,08±42,24	0,100
<i>Вид первичного вмешательства на клапане ЛА</i>					
Contegra	2 (8)	1 (20)	0	1 (7,6)	–
ТЛБАП	2 (8)	1 (20)	1 (14,3)	0	–
Трансаннулярная пластика	21 (84)	3 (60)	6 (85,7)	12 (92,3)	p=0,243

Примечание. ДОМС – двойное отхождение магистральных сосудов; ТЛБАП – транслуминальная баллонная ангиопластика клапана легочной артерии. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, M±SD, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – Me [Q1; Q3].

У общей когорты пациентов, включенных в исследование, на этапе поступления в клинику для проведения протезирования клапана ЛА по данным транссторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ) фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) оставалась сохранной – $65,52 \pm 6,29\%$, фракционное изменение площади (ФИП) ПЖ составило $45,41 \pm 9,61\%$, а расчетное систолическое давление в ПЖ (СДПЖ) – $41,72 \pm 17,93$ мм рт. ст. (табл. 2).

Хирургическая тактика

До начала оперативного вмешательства всем пациентам (при достаточном для канюляции размере сосудов нижних конечностей) в бедренную артерию и вену справа устанавливались периферические катетеры, по которым в случае неконтролируемого кровотечения можно было экстренно завести проводник и пункционно канюлировать для проведения периферического искусственного кровообращения (ИК). Всем пациентам оперативное вмешательство проводилось через

срединную стернотомию, с пережатием аорты на время основного этапа операции, для профилактики острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК) из-за возможных недиагностированных шунтов на внутрисердечных перегородках. После тотального кардиолиза выполнялась центральная канюляция магистральных сосудов, подключался аппарат ИК и проводилась антеградная кардиopleгия. Ствол ЛА отсекали в зоне бифуркации и на уровне клапана ЛА. Используемый протез обрезали таким образом, чтобы створчатый аппарат был максимально близко к зоне бифуркации. Верхнюю юбку протеза отсекали на 5 мм дистальнее верхушек комиссур, это позволяло обеспечить оптимальные условия для работы замыкательного элемента. Далее выполнялось протезирование клапана ЛА. После завершения основного этапа оперативного вмешательства в обязательном порядке выполняли контрольную чреспищеводную ЭхоКГ, оценивали регургитацию, а также градиент давления на протезе. Далее – плановое завершение операции.

Таблица 2

Данные инструментальных исследований до оперативного вмешательства в зависимости от вида используемого кондукта у пациентов с ВПС

Table 2. Preoperative instrumental examination data depending on the type of conduit used in congenital heart defect patients

Параметр	Общая группа (n=25)	1-я группа (Contegra, n=5)	2-я группа («Пилон», n=7)	3-я группа (аллографт, n=13)	P
QRS, мс	0,10 [0,08; 0,12]	0,08 [0,08; 0,09]	0,1 [0,08; 0,12]	0,12 [0,10; 0,14]	0,046 P ₁₋₂ =0,048
ФВ ЛЖ, %	65,52 ± 6,29	68,00 ± 8,12	66,57 ± 5,91	64,00 ± 5,82	0,438
ВОПЖ прокс., см	2,53 ± 0,65	1,96 ± 0,46	3,01 ± 0,53	2,49 ± 0,59	0,013 P ₁₋₃ =0,010
ФИП ПЖ, %	45,41 ± 9,61	45,33 ± 24,58	47,86 ± 9,04	44,00 ± 3,98	0,720
СДПЖ, мм рт. ст.	41,72 ± 17,93	61,8 ± 23,82	41,00 ± 14,24	34,38 ± 12,42	0,011 P ₁₋₃ =0,008
TAPSE, см	1,47 ± 0,46	1,50 ± 0,44	1,25 ± 0,41	1,56 ± 0,51	0,574
Клапан ЛА, степень регургитации	4,00 [3,00; 4,00]	3,00 [2,50; 4,00]	4 [4; 4]	4,00 [3,00; 4,00]	0,054
Клапан ЛА, максимальный градиент давления, мм рт. ст.	20,00 [12,00; 43,00]	50,00 [44,00; 53,00]	17,00 [13,50; 33,50]	16,50 [10,50; 29,50]	0,161
Размер ствола ЛА, см	2,10 [1,85; 2,4]	1,90 [1,75; 2,10]	2,5 [2,1; 2,6]	2,20 [1,80; 2,40]	0,258

Примечание. ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; TAPSE – систолическая экскурсия кольца трикуспидального клапана. Результаты представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – $Me [Q1; Q3]$.

Статистический анализ

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 4.8.1 (разработчик – ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка. Количественные показатели, выборочное распределение которых соответствовало нормальному, описывали с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы, нижнего и верхнего квартилей – Me [Q1; Q3]. Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна–Уитни. Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия χ^2 Пирсона. Апостериорные сравнения выполнялись с помощью критерия χ^2 Пирсона с поправкой Холма. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Длительность ИК составила 89,72 [65; 113] мин, ишемии миокарда – 48,6 [38; 51,5] мин (табл. 3). Размер имплантируемого протеза – 21,4 [18,5; 23] мм.

Было зарегистрировано одно ОНМК в раннем послеоперационном периоде. Пациентка С., 17 кг, ранее оперирована по поводу общего артериального ствола. По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) имело место интимное сращение кондуита Contegra с задней поверхностью грудины.

После стернотомии при помощи маятниковой пилы на начальных этапах кардиолиза произошла перфорация заплаты на выводном отделе правого желудочка (ВОПЖ), вследствие чего началось неконтролируемое кровотечение со всеми экстренными мерами его предотвращения. После поступления в отделение реанимации восстановления сознания не наблюдалось, ребенку проведена МСКТ головного мозга, по результатам которой выявлен ишемический инсульт в бассейне правой среднемозговой артерии. В динамике сознание восстановилось, у девочки наблюдался спастический тетрапарез. После окончания кардиологического этапа ребенок переведен в неврологический диспансер для дальнейшей реабилитации.

Ни в одном из случаев мы не наблюдали летальных исходов, а также рестернотомий, связанных с кровотечением, нарушений проводимости, требовавших установки искусственного водителя ритма, периоперационных повреждений миокарда, стернальных инфекций, инфекционных эндокардитов.

Среднее время нахождения пациентов на искусственной вентиляции легких составило 7 ч, медиана времени нахождения пациентов в отделении реанимации – 2 дня, период госпитализации – 12 дней. Максимальный градиент давления на протезе – $14,91 \pm 10,03$ мм рт. ст., регургитации на протезе с Me 0,5 степени (см. табл. 3).

Среднее время ИК составило 89,72 мин, время пережатия аорты составило 48,57 мин и статистически не различалось между группами. Гемотрансфузия потребовалась одному пациенту в связи с массивной кровопотерей в момент доступа. В рутинной практике в нашем центре не используется эритроцитарная масса для заполнения аппарата ИК с целью профилактики церебрального повреждения в послеоперационном периоде [7]. Также не было обнаружено разницы во времени нахождения детей на ИВЛ, времени нахождения в отделении реанимации и в клинике в целом.

Через 6 мес после операции детям в плановом порядке выполнялась трансторакальная ЭхоКГ, по результатам которой медиана мак-

Госпитальные данные в зависимости от вида используемого кондуита у пациентов с ВПС

Table 3. In-hospital data depending on the type of conduit used in congenital heart defect patients

Параметр	Общая группа (n=25)	1-я группа (Contegra, n=5)	2-я группа («Пилон», n=7)	3-я группа (аллографт, n=13)	P
Время ИК, мин	89,72±34,93	112,60±56,89	88,43±33,88	81,62±24,49	0,264
Время окклюзии аорты, мин	48,57±18,52	61,33±41,53	41,5±13,95	49,00±12,05	0,353
Размер имплантируемого протеза, мм	22,00 [18,00; 23,00]	18 [18; 18]	22 [20,05; 24]	22 [22; 23]	0,776
Кровопотеря, мл	50,00 [50,00; 100,00]	50,00 [50,00; 100,00]	50,00 [50,00; 75,00]	50,00 [50,00; 100,00]	0,776
Гемотрансфузия, мл	0,00 0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 230,00]	0,00 [0,00; 00,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,337
ИВЛ, ч	7,00 [6,00; 8,00]	10,00 [7,50; 45,75]	7,00 [7,00; 8,00]	7,00 [6,00; 7,00]	0,093
Дней нахождения в АРО	2,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 2,00]	2,00 [1,00; 2,00]	2,00 [1,00; 2,00]	0,798
Дней нахождения в КХО	12,00 [11,00; 13,00]	12,00 [11,50; 12,00]	12,00 [11,00; 13,00]	12,00 [11,00; 13,00]	0,848
Степень регургитации на клапане ЛА	0,50 [0,00; 1,00]	0,50 [0,50; 1,00]	1,00 [0,50; 1,00]	0,5 [0; 0,5]	0,156
Клапан ЛА, максимальный градиент, мм рт. ст.	14,91±10,03	15,80±4,21	20,86±14,94	11,08±6,60	0,117
Степень регургитации на ТК	1,00 [0,50; 1,00]	1,50 [1,00; 2,00]	1,00 [0,62; 1,00]	0,75 [0,12; 1,38]	0,804

Примечание. АРО – отделение анестезиологии и реанимации; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; КХО – кардиохирургическое отделение; СДПЖ – систолическое давление правого желудочка; ТК – трикуспидальный клапан. Результаты представлены в виде М±SD, где М – среднее значение, SD – стандартное отклонение, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – Ме [Q1; Q3].

симального градиента на клапане ЛА составила 16,5 мм рт. ст. Значимых различий в показателях стандартного протокола ЭхоКГ у детей в зависимости от используемого типа кондуита обнаружено не было (табл. 4). Также всем пациентам повторно выполнялся тест 6-минутной ходьбы, по результатам которого

III ФК сердечной недостаточности по NYHA отмечен у 48% детей, II ФК – у 52%.

Обсуждение

У детей, оперированных по поводу ВПС, которым требовалась трансаннулярная пла-

Отдаленные результаты данных эхокардиографии в зависимости от вида используемого кондуита у пациентов с ВПС

Table 4. Long-term echocardiography results in congenital heart defect patients depending on the type of conduit

Параметр	Общая группа (n=25)	1-я группа (Contegra, n=5)	2-я группа («Пилон», n=7)	3-я группа (аллографт, n=13)	P
КДО ЛЖ, мл	88,00 [72,25; 109,0]	54,00 [46,00; 62,00]	92,50 [84,25; 97,00]	98,00 [80,00; 125,75]	0,251
КСО ЛЖ, мл	27,00 [22,75; 32,00]	16,50 [13,75; 19,25]	28,50 [25,50; 31,50]	34,00 [26,25; 40,25]	0,212
ФВ ЛЖ, %	69,00 [66,25; 70]	70,00 [69,50; 70,50]	69,00 [67,50; 69,75]	67,00 [63,75; 69,50]	0,539
Клапан ЛА, макс. градиент, мм рт. ст.	16,5 [13,25; 21,75]	20,50 [12,25; 28,75]	21,50 [16,50; 38,50]	14,00 [13,25; 17,00]	0,237
Степень регургитации на клапане ЛА	0,50 [0,5; 1,00]	0,50 [0,00; 0,50]	1,00 [0,75; 1,00]	0,50 [0,00; 1,00]	0,187
Степень регургитации на ТК	1,00 [0,5; 1,0]	1,50 [1,00; 2,00]	1,00 [0,62; 1,00]	0,75 [0,12; 1,38]	0,804
СДПЖ, мм рт. ст.	34,09±7,80	37,4±12,44	34,00±5,23	33,38±7,69	0,651

Примечание. КДО – конечный диастолический объем; КСО – конечный систолический объем; ТК – трикуспидальный клапан. Результаты представлены в виде М±SD, где М – среднее значение, SD – стандартное отклонение, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – Ме [Q1; Q3].

стика ВОПЖ, происходит прогрессирующее повреждение миокарда ПЖ вследствие хронической объемной нагрузки, что закономерно приводит к его ремоделированию. На сегодняшний день стремительно развивается эндоваскулярная хирургия и в том числе стентирование ВОПЖ как вид паллиативной помощи, и такие дети, как правило, также в будущем нуждаются в протезировании клапана ЛА [8]. По данным литературы, протезирование клапана ЛА эффективно для уменьшения объема и улучшения функции ПЖ, снижая риск нежелательных событий, включая смерть [9].

По данным литературы, средний возраст пациентов, которым показано протезирование клапана ЛА, значительно различается в разных исследованиях. Это во многом зависит от существующих стандартов обследования пациентов в конкретном регионе [10]. В нашем исследовании медиана времени от радикальной коррекции ТФ до проведения протезирования клапана ЛА составила 11 лет.

Однако все еще нет крупных рандомизированных контролируемых исследований, сравнивающих консервативную терапию у пациентов с хронической легочной регургитацией после вмешательства на клапане ЛА, с результатами активной хирургической тактики в виде протезирования клапана ЛА. В метаанализе, в который вошли 657 пациентов, F.P. Mongeon et al. делают выводы, что после протезирования клапана ЛА общая частота летальных исходов составила 1% в год, общая частота устойчивых желудочковых аритмий – 1% в год, объемы ПЖ снизились, однако фракция выброса ПЖ не изменилась [11]. В нашем исследовании летальных исходов в отдаленном послеоперационном периоде не наблюдалось.

В метаанализ P.E. Ferraz Cavalcanti et al. вошло 48 исследований с участием 3118 пациентов, которым выполнялось протезирование клапана ЛА. Совокупная 30-дневная смертность составила 0,87%. Результаты этого метаанализа показывают, что протезирование клапана ЛА улучшает функцию ПЖ; улучшает функцию ЛЖ; уменьшает продолжительность QRS; улучшает качество жизни пациентов [12]. При долгосрочном наблюдении

30% пациентов, оперированных по поводу ТФ, имеют предсердную аритмию, а у 10% – сложные желудочковые аритмии, риск внезапной смерти у таких больных оценивается примерно в 0,2% в год [13]. У пациентов, включенных в наше исследование, на всех этапах наблюдения сохранялся синусовый ритм и одинаковый интервал QRS, по всей видимости, это обусловлено небольшим периодом послеоперационного наблюдения, который составил 6 мес.

В исследование INDICATOR были включены 1358 пациентов, из которых 440 выполнили протезирование клапана ЛА: 396 (90%) из них – открытое протезирование, 44 (10%) – эндоваскулярное вмешательство. Срок наблюдения составил 5,3 года. За это время оперативное вмешательство не было связано со снижением риска неблагоприятных клинических исходов, включая смерть и устойчивую желудочковую тахикардию по сравнению с группой пациентов, которую вели консервативно [14]. Но даже такого большого объема выборки, как в исследовании INDICATOR, недостаточно, чтобы предоставить убедительные доказательства в пользу активного, а не консервативного подхода к протезированию клапана ЛА. Вполне возможно, что при значительно большем количестве пациентов и более длительном наблюдении могут появиться доказательства пользы или вреда активной тактики лечения. Но было доказано, что после протезирования клапана ЛА у пациентов с длительно существующей регургитацией на клапане ЛА ФК сердечной недостаточности по NYHA и размер ПЖ значительно улучшились [15]. Таким образом, результаты, демонстрирующие улучшение ФК сердечной недостаточности и размеров ПЖ, подразумевают улучшение качества жизни данной когорты пациентов, что является причиной выполнения протезирования ВОПЖ в реальной клинической практике. У оперированных нами пациентов симптомы правожелудочковой недостаточности уменьшились.

В исследование Ю.Ю. Кулябина и соавт. вошли 400 пациентов, которым было имплантировано 495 биологических кондуитов 5 раз-

личных видов. Авторы сделали выводы, что тип кондуита не влиял на любой из неблагоприятных исходов [16]. Так же в нашем исследовании мы не получили неблагоприятных событий, которые были бы связаны с видом имплантируемого протеза.

В исследовании Н. Cochet et al. при анализе особенностей ремоделирования сердца у 103 пациентов отмечено, что размер рубца при проведении трансаннулярной пластики влияет на систолическую дисфункцию ПЖ, а диффузный фиброз влияет на размеры, и все это связано с желудочковыми аритмиями [17]. Фиброз миокарда ПЖ у оперированных детей по поводу ТФ связан с нарушениями ритма сердца и внезапной сердечной смертью [18].

Влияние протезирования клапана ЛА на желудочковые аритмии и смерть остается до конца не ясным, что говорит о нашем ограниченном понимании влияния протезирования клапана ЛА на уровне тканей. Связь между гистологической нагрузкой фиброза и протезирования клапана ЛА у пациентов с корригированной ТФ была описана у небольшого числа пациентов. В исследовании К. Yamamura et al. вошли 53 взрослых пациента с корригированной ТФ, авторы заметили, что тенденция к увеличению сердечной недостаточности наблюдалась в группе тяжелого фиброза (15 против 0%, $p=0,057$) [19].

На сегодняшний день знания о том, как улучшить качество жизни у таких пациентов постепенно накапливаются, и все еще необходимы дальнейшие исследования у данной группы детей. Важно понять, может ли протезирование клапана ЛА запустить процесс полного обратного ремоделирования ПЖ или данное вмешательство только замедляет прогрессирование. Кроме того, предстоит изучить вопрос о существовании порога тяжести фиброза, за пределами которого не может быть более полного обратного ремоделирования

Заключение

Протезирование клапана ЛА является «золотым стандартом» лечения хронической легочной регургитации у детей с ВПС, сопрово-

ждается низкой госпитальной летальностью и периоперационными осложнениями, снижая проявления сердечной недостаточности. За полугодичный период наблюдения нами не было обнаружено существенных различий в результатах при использовании трех различных кондуитов.

Литература/References

1. Jwan A.N., Hossam I., Kartik A. et al. Prevalence, a etiology, and outcomes of native pulmonary regurgitation in the general adult population. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2025; 26 (4): 695–702. DOI: 10.1093/ehjci/jeaf011
2. Shimazaki Y., Blackstone E.H., Kirklin J.W. The natural history of isolated congenital pulmonary valve incompetence: surgical implications. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1984; 32: 257–259. DOI: 10.1055/s-2007-1023399
3. Geva T. Indications and timing of pulmonary valve replacement after tetralogy of Fallot repair. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. Pediatr. Card. Surg. Annu.* 2006; 11–22. DOI: 10.1053/j.pcsu.2006.02.009
4. Dobbels B., Herregods M.C., Troost E. et al. Early versus late pulmonary valve replacement in patients with transannular patch-repaired tetralogy of Fallot. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2017; 25: 427–433. DOI: 10.1093/icvts/ivx118
5. Baumgartner H., De Backer J., Babu-Narayan S.V. et al. ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (6): 563–645. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa554
6. Караськов А., Демин И., Шарифулин Р. и др. Различные типы кондуитов для реконструкции пути оттока из правого желудочка при процедуре Росса у взрослых: сравнительный анализ. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2013; 223–227. DOI: 10.21688/1681-3472-2013-2-23-27
Karas'kov A., Demin I., Sharifulin R. et al. Different types of conduits for right ventricular outflow tract reconstruction during the ross procedure in adults: a comparative analysis. *Circ. Patho. Card. Surg.* 2013; 223–227 (in Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2013-2-23-27
7. Ивкин А.А., Борисенко Д.В., Цепоккина А.В. и др. Отказ от эритроцитарной массы для заполнения аппарата искусственного кровообращения как основа периоперационной профилактики церебрального повреждения у детей при кардиохирургических операциях. *Анестезиология и реаниматология*. 2021; 4: 56–63. DOI: 10.17116/anaesthesiology202104156
Ivkin A.A., Borisenko D.V., Tsepokina A.V. et al. Renouncement of red blood cells for heart-lung machine filling for perioperative prevention of cerebral injury in children undergoing cardiac surgery. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*. 2021; 4: 56–63 (in Russ.). DOI: 10.17116/anaesthesiology202104156
8. Ляпин А.А. Технические аспекты и результаты радикальной коррекции тетрады Фалло у детей после стентирования выводного отдела правого желудочка: фокус на клапан легочной артерии. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2024; 13 (3S): 66–73. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-66-73
Lyapin A.A. Key technical aspects and results of radical correction of the tetralogy of Fallot in children after right ventricular outflow tract stenting: emphasis on the pulmonary artery valve. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2024; 13 (3S): 66–73 (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-66-73
9. Yamamura K., Yuen D., Hickey E.J. et al. Right ventricular fibrosis is associated with cardiac remodelling after pulmonary valve

Original Articles

- replacement. *Heart*. 2019; 05 (11): 855–863. DOI: 10.1136/heartjnl-2018-313961
10. Ляпин А.А., Тарасов Р.С. Трансаннулярная пластика при радикальной коррекции тетрады Фалло – что дальше? *Креативная кардиология*. 2025; 19 (2): 146–154. DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-2-146-154
Lyapin A.A., Tarasov R.S. Transannular repair in the radical correction of tetralogy of Fallot – what next? *Creative Cardiology*. 2025; 19 (2): 146–154 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-2-146-154
 11. Mongeon F.P., Ben Ali W., Khairy P. et al. Pulmonary valve replacement for pulmonary regurgitation in adults with tetralogy of fallot: a meta-analysis-a report for the writing Committee of the 2019 Update of the Canadian Cardiovascular Society Guidelines for the management of adults with congenital heart disease. *Can. J. Cardiol*. 2019; 35 (12): 1772–1783. DOI: 10.1016/j.cjca.2019.08.031
 12. Ferraz Cavalcanti P.E., Sá M.P., Santos C.A. et al. Pulmonary valve replacement after operative repair of tetralogy of Fallot: meta-analysis and meta-regression of 3,118 patients from 48 studies. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2013; 62 (23): 2227–2243. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.04.107
 13. Ait-Ali L., Leonardi B., Alaimo A. et al. CMR/CT WG of Italian Pediatric Cardiology Society. Overcoming underpowering in the outcome analysis of repaired – tetralogy of Fallot: a multi-center database from the CMR/CT working group of the Italian Pediatric Cardiology Society (SICPed). *Diagnostics (Basel)*. 2023; 13 (20): 3255. DOI: 10.3390/diagnostics13203255
 14. Трошкинев Н.М., Тарасов Р.С. Транскатетерное протезирование клапана легочной артерии при врожденных пороках сердца. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2023; 16 (2): 161–170. DOI: 10.17116/kardio202316021161
Troshkinev N.M., Tarasov R.S. Transcatheter pulmonary valve replacement for congenital heart defects. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2023; 6 (2): 161–170 (in Russ.). DOI: 10.17116/kardio202316021161
 15. Valente A.M., Gauvreau K., Assenza G.E. et al. Rationale and design of an international multicenter registry of patients with repaired tetralogy of Fallot to define risk factors for late adverse outcomes: the INDICATOR cohort. *Pediatr. Cardiol*. 2013; 34 (1): 95–104. DOI: 10.1007/s00246-012-0394-5
 16. Кулябин Ю.Ю., Ничай Н.Р., Соинов И.А. и др. 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
Kulyabin Yu.Yu., Nichay N.R., Soynov I.A. et al. Comparative analysis of pulmonary artery conduits in children. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2024; 13 (4): 25–34 (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-4-25-34
 17. Cochet H., Iriart X., Allain-Nicolaï A. et al. Focal scar and diffuse myocardial fibrosis are independent imaging markers in repaired tetralogy of Fallot. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 20 (9): 990–1003. DOI: 10.1093/ehjci/jez068
 18. Ishikita A., Friedberg M.K., Wald R.M. Right ventricular fibrosis after tetralogy of fallot repair: can pulmonary valve replacement make a difference? *JACC Basic. Transl. Sci*. 2023; 8: 316–318. DOI: 10.1016/j.jacbts.2022.11.002
 19. Yamamura K., Yuen D., Hickey E.J. et al. Right ventricular fibrosis is associated with cardiac remodelling after pulmonary valve replacement. *Heart*. 2019; 105: 855–863. DOI: 10.1136/heartjnl-2018-313961

Вклад авторов: Ляпин А.А. – разработка дизайна исследования, сбор клинического материала, обработка, анализ и интерпретация данных, обзор публикаций по теме статьи, статистическая обработка данных, написание текста рукописи; Тарасов Р.С. – проверка критически важного содержания; Ивкин А.А. – проверка критически важного содержания.

Contribution: Lyapin A.A. – study concept and design, material collection and processing, analysis and investigation, resources, statistical data processing, writing – original draft; Tarasov R.S. – supervision and validation; Ivkin A.A. – supervision and validation.