



УДК 616.121-007.253

DOI 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-66-73

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИКАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО У ДЕТЕЙ ПОСЛЕ СТЕНТИРОВАНИЯ ВЫВОДНОГО ОТДЕЛА ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА: ФОКУС НА КЛАПАН ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

А.А. Ляпин

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», бульвар им. академика Л.С. Барбараша, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- Представлены результаты стентирования выводного отдела правого желудочка у детей с тетрадой Фалло.
- Проанализированы особенности эксплантации стента и дальнейшее функционирование клапана легочной артерии.

Цель

Анализ технических аспектов, связанных с эксплантацией стентов из выводного отдела правого желудочка (ВОПЖ) и реконструкцией клапана легочной артерии при радикальной коррекции (РК) тетрады Фалло (ТФ), и результатов последующего хирургического лечения данных пациентов.

Материалы и методы

В исследование включены 25 детей с цианотической формой ТФ, перенесших двухэтапную коррекцию врожденного порока сердца (ВПС) (1-й этап – стентирование ВОПЖ, 2-й этап – РК ТФ).

Результаты

Сразу после стентирования ВОПЖ отмечена положительная динамика клинического состояния детей. Медиана насыщения артериальной крови кислородом поднялась с 80 до 95%, градиент на ВОПЖ уменьшился с 72 до 53 мм рт. ст. Далее в среднем через 3 мес. дети были направлены на РК ВПС. Паллиативная помощь в виде стентирования ВОПЖ проведена с низкой частотой осложнений, у 4% пациентов зарегистрирован летальный исход. При проведении РК ТФ выполнена эксплантация стента из ВОПЖ без технических сложностей. Тридцатидневная выживаемость составила 96%. При проведении РК после паллиативного вмешательства в 16% случаев удалось избежать трансаннулярной пластики.

Заключение

Пациентам оказана эффективная паллиативная помощь в виде стентирования ВОПЖ благодаря улучшенной оксигенации после процедуры и хорошему росту легочной артерии и левого желудочка к моменту РК. Не наблюдалось технических сложностей при эксплантации стента из ВОПЖ во время РК.

Ключевые слова

Врожденные пороки сердца • Тетрада Фалло • Стентирование выводного отдела правого желудочка

Поступила в редакцию: 14.06.2024; поступила после доработки: 08.07.2024; принята к печати: 11.08.2024

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

A.A. Lyapin

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, academician Barbarash blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- The review describes the outcomes of right ventricular outflow tract stenting in children with the tetralogy of Fallot.

Для корреспонденции: Антон Александрович Ляпин, lyapin11@mail.ru; адрес: бульвар им. академика Л.С. Барбараша, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Corresponding author: Anton A. Lyapin, lyapin11@mail.ru; address: 6, Academician Barbarash blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

• The features of stent explantation and further functioning of the pulmonary artery valve after surgery are analyzed.

Aim	To analyze the technical aspects related to the explantation of stents from right ventricular outflow tract (RVOT) and repair of the pulmonary artery valve during radical correction (RC) of tetralogy of Fallot (TOF), and the results of subsequent surgical treatment of these patients.
Methods	The study included 25 children with a cyanotic TOF who received a two-stage correction of CHD (stage 1 – RVOT stenting, stage 2 – RC of TOF).
Results	Shortly after RVOT stenting, we noted positive changes in the condition of children. The median of arterial oxygen saturation rose from 80% to 95%, the gradient on RVOT decreased from 72 to 53 mmHg. After 3 months children underwent RC of TOF. Patients received palliative care in the form of RVOT stenting with a low complication rate, only 4% of patients had a fatal outcome. During RC of TOF, there were no technical difficulties regarding explantation of the stent from RVOT. The thirty-day survival rate was 96%. During RC 16% of patients avoided transannular repair procedure.
Conclusion	The patients were provided with effective palliative care such as RVOT stenting, which was reflected by improved oxygenation after the procedure and optimal growth of the pulmonary arteria and left ventricle by the time of RC. There were no technical difficulties regarding the explantation of the stent from RVOT during RC.
Keywords	CHD • Tetralogy of Fallot • RVOT stenting

Received: 14.06.2024; received in revised form: 08.07.2024; accepted: 11.08.2024

Список сокращений

ВОПЖ	выводной отдел правого желудочка	ПЖ	правый желудочек
ВПС	врожденный порок сердца	РК	радикальная коррекция
ИК	искусственное кровообращение	ТФ	тетрада Фалло
ЛА	легочная артерия		

Введение

Наиболее распространенным типом цианотического врожденного порока сердца (ВПС) является тетрада Фалло (ТФ). Распространенность заболевания составляет 0,34 на 1 000 живорожденных младенцев. ТФ диагностируют у 8–13% пациентов с ВПС [1]. Без радикальной коррекции (РК) ТФ средняя продолжительность жизни пациентов не превышает 13 лет. Неоперированные больные чаще всего умирают от тромбоза сосудов головного мозга с образованием абсцессов, развитием сердечной недостаточности, инфекционного эндокарита.

Хирургические подходы лечения ТФ прошли путь от единственно имеющихся в арсенале хирурга паллиативных методов лечения до первичной радикальной коррекции в неонатальном периоде. Как писал В.В. Алекси-Месхишвили: «Любая операция имеет несколько фаз: фаза скепсиса, фаза необычайного энтузиазма и увлечения, а затем операция находит себе место в арсенале хирурга». На сегодняшний день первичная РК в раннем детском

возрасте является основным видом хирургической помощи пациентам с ТФ. И все чаще оперированные пациенты попадают в поле зрения взрослых кардиологов, что говорит о хороших результатах коррекции ТФ. Несмотря на это, все же еще остаются краеугольные вопросы относительно возраста пациентов на момент операции, необходимости и обоснованности предшествующих паллиативных операций, типов реконструкции пути оттока правого желудочка и влияния этих и других факторов на выживаемость, ближайшие и отдаленные результаты операции, частоту и виды реопераций.

В клинической практике хирурги, специализирующиеся на лечении ВПС, часто сталкиваются с тяжелой когортой пациентов, которым невозможно выполнить одномоментную РК. Детей с низким весом при рождении и/или недоношенностью, с выраженной гипоплазией сосудов малого круга кровообращения, частыми одышечно-цианотическими приступами, хромосомными аномалиями, множественными врожденными пороками развития или другими сопутствующими заболеваниями,

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

такими как внутричерепное кровоизлияние, сепсис или другие нарушения со стороны внутренних органов, разумно рассматривать как пациентов высокого риска. С учетом тяжести состояния такие больные требуют коррекции ТФ непосредственно в период новорожденности, при этом поэтапная коррекция порока предпочтительнее в сравнении с одномоментной РК ТФ. У данной когорты пациентов в рамках «моста» к РК выполняют паллиативные вмешательства. На сегодняшний день все чаще специалисты прибегают к малоинвазивному паллиативному вмешательству, увеличивающему антеградный поток в малый круг кровообращения – стентированию выводного отдела правого желудочка (ВОПЖ) [2]. Результатом являются более эффективный кислородный обмен и предотвращение диастолического оттока, который возникает при «физиологии шунтирования», а также отсутствие снижения перфузионного давления в аорте и коронарных артериях. При этом важным для кардиохирургов остается вопрос эксплантации стента из ВОПЖ при проведении РК и дальнейшей судьбы клапана легочной артерии (ЛА).

Целью настоящего исследования стал анализ технических аспектов, связанных с эксплантацией стентов из ВОПЖ и реконструкцией клапана ЛА при РК ТФ, и результатов последующего хирургического лечения данных пациентов.

Материалы и методы

В исследование были включены 25 детей: 12 мальчиков и 13 девочек с цианотической формой ТФ, получивших двухэтапную коррекцию ВПС (1-й этап – стентирование ВОПЖ, 2-й этап – РК ТФ). В данной группе у 8 (32%) детей был установлен диагноз ТФ, тип двойного отхождения магистральных сосудов от правого желудочка. Медиана возраста детей на момент паллиативного вмешательства в виде стентирования ВОПЖ составила 72,0 [33,0; 111,0] дня, медиана массы тела – 3,6 [2,8; 4,4] кг, медиана насыщения артериальной крови кислородом (SpO₂) – 80,0 [75,0; 83,5] %. Десять (40%) детей были недоношенными. Перинатальное поражение центральной нервной системы отмечено у 12 (48%) детей. У всех детей наблюдались частые одышно-цианотические приступы, медиана SpO₂ не превышала 80%. Также у данных пациентов зарегистрировано наличие множественных врожденных пороков развития, в том числе головного мозга, задержка внутриутробного развития.

В рамках поэтапной коррекции ТФ в качестве малоинвазивного паллиативного вмешательства детям выполнено стентирование ВОПЖ. Стентирование проведено в рентгеноперационной в условиях интубационного наркоза с искусственной вентиляцией легких. Во всех случаях доступ осуществлен через правую бедренную вену по методике Сельдинге-

ра. Применены коронарные баллонорасширяемые голометаллические стенты диаметром 5 мм, длина стента определена протяженностью зоны стенозирования и необходимостью надежной фиксации стента (стремились к минимизации выхода стента в ЛА дистальной кромкой стента, проксимальная кромка – в области ВОПЖ с перекрытием фиброзного кольца клапана ЛА и подклапанного стеноза (зачастую 18–20 мм)). Далее по коронарному проводнику в зону стеноза доставлен и имплантирован коронарный стент без лекарственного покрытия. После завершения процедуры удален интродьюсер и проведен гемостаз, наложена давящая повязка на область пункции общей бедренной вены на 12–24 ч.

Все дети после стентирования ВОПЖ помимо симптоматической терапии получали аспирин из расчета 3 мг/кг 1 раз в сутки до момента проведения РК в условиях искусственного кровообращения (ИК).

Статистические методы

Результаты исследования обработаны при помощи пакета прикладных программ Statistica for Windows 10.0 (StatSoft, Inc., США). Проведена проверка на нормальность распределения данных по критерию Колмогорова – Смирнова, в связи с отсутствием нормального распределения данных использованы непараметрические критерии. Количественные показатели представлены в виде медианы и межквартильного размаха (25-й и 75-й процентиля). При оценке различий количественных показателей применены непараметрический критерий Манна – Уитни, при оценке динамики в одной группе – критерий Уилкоксона. Качественные показатели представлены частотами распределения признака. Для оценки различий качественных показателей применен критерий хи-квадрат Пирсона. Критическим уровнем статистической значимости принималась величина 0,05.

Результаты

Отмечена положительная динамика клинического состояния детей сразу же после вмешательства. Медиана насыщения артериальной крови кислородом поднялась до 95%, градиент на ВОПЖ уменьшился до 53 мм рт. ст. Показатели градиента давления на ВОПЖ являются относительными и удовлетворительными и в большей степени свидетельствуют о морфологии данного порока сердца с наличием дефекта межжелудочковой перегородки, чем о стенозе ВОПЖ (табл. 1).

У одного ребенка через 2 мес. после установки стента наблюдался выраженный рестеноз непосредственно в стенте, что потребовало экстренного наложения системно-легочного анастомоза (модифицированный шунт Блелока – Тауссиг). Однако через 2 ч после «открытой» операции у ребенка отмечена асистолия, реанимационные мероприятия в

полном объеме не увенчались успехом – констатирована биологическая смерть.

В госпитальном периоде наблюдения после установки стента в ВОПЖ не зарегистрировано кровотечений, потребовавших стернотомии, не наблюдалось гематом в области пункции общей бедренной вены. Также не приходилось брать детей повторно в рентгенооперационную для реинтервенции. Во всех случаях проведения процедуры достигнут желаемый эффект. Исходя из этого можно сделать заключение, что в госпитальном периоде стентирование ВОПЖ является эффективным и безопасным методом паллиативной помощи коморбидным детям с цианотической формой ТФ (табл. 2).

В среднем через 3 мес. выполнена радикальная коррекция с эксплантацией стента в условиях ИК. За это время мы не наблюдали повторных госпи-

тализаций детей в связи с ухудшением их состояния. За время нахождения стента в ВОПЖ дети активно прибавляли в весе, происходила редукция гипоплазии ЛА, цианотический синдром не рецидивировал (табл. 3).

Радикальная коррекция тетрады Фалло

РК ТФ выполнена в условиях ИК через стернотомический доступ. После вскрытия перикарда тщательно мобилизуется ствол, бифуркация и ветви ЛА. Вводится расчетная доза гепарина 300 МЕ/кг. Далее восходящую аорту канюлируют артериальной канюлей стандартной методикой. При бикавальной канюляции используются тонкостенные пластиковые угловые канюли. Важно выполнить дренаж левых отделов сердца через правую верх-

Таблица 1. Особенности интраоперационного периода стентирования ВОПЖ
Table. Features of the intraoperative RVOT stenting period

Показатель / Indicator	Значения / Values
Динамика медианы SpO ₂ / Median SpO ₂ dynamics, %	80–95
Динамика градиента ВОПЖ, мм рт. ст. / RVOT pressure gradient dynamics, mmHg	72–53
Дней ИВЛ / Ventilation, days	< 1
Дней в АРО / Stay in the intensive care unit, days	2
Дней в КХО / Stay in the Cardiovascular Surgery Department, days	1

Примечание: АРО – отделение анестезиологии и реанимации; ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; КХО – кардиохирургическое отделение.
Note: RVOT – right ventricular outflow tract.

Таблица 2. Показатели безопасности и эффективности стентирования выводного отдела правого желудочка (n = 25)
Table 2. Indicators of safety and effectiveness of RVOT stenting in the group 1 (n = 25)

Показатель / Indicator	Стентирование ВОПЖ / RVOT stenting (n = 25)
Незапланированное вмешательство по основному заболеванию (МБТШ) / Unplanned intervention for the underlying disease (BTS), n	1
Кровотечения, потребовавшие рестернотомии / Bleeding that required resternotomy, n	0
Смерть / Death, n	1 (после наложения МБТШ) / (after applying the BTS)

Примечание: ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; МБТШ – модифицированный шунт Блелока – Тауссиг.
Note: BTS – Blalock-Taussig Shunt; RVOT – right ventricular outflow tract.

Таблица 3. Динамика клинико-функционального статуса пациентов группы стентирования выводного отдела правого желудочка от момента поступления в клинику для паллиативного вмешательства до радикальной коррекции тетрады Фалло
Table 3. Dynamics of the clinical and functional status of patients in group with RVOT stenting from the moment of admission to the clinic for palliative intervention to radical correction of TOF

Показатель / Indicator	До стентирования ВОПЖ / Before RVOT stenting (n = 25)	До РК ТФ / Before RC of ToF (n = 24)	P
Вес, кг/ Weight, kg	3,6 [2,8; 4,4]	5,5 [4,8; 6,2]	0,00004
SpO ₂ , %	80,0 [75,0; 83,5]	94,5 [91,7; 98,0]	0,000035
Ствол ЛА, см/ PA trunk, cm	0,5 [0,4; 0,61]	0,7 [0,5; 0,8]	0,0007
Индекс КДО ЛЖ, мл/м ² , EDV LV index, mL/m ²	23,07 [17,24; 29,41]	32,3 [25,9; 50]	0,000061
Z-value ствола ЛА, мм / Z value of the PA trunk, mm	–3,46 [–4,25; –1,98]	–2,54 [–3,56; –1,25]	0,079
Z-value правой ЛА, мм / Z value of the right PA, mm (mm)	–0,76 [–0,27; 0,38]	0,85 [0,01; 1,71]	0,057
Z-value левой ЛА, мм / Z value of the left PA, mm	–0,19 [–1,08; 0,44]	1,05 [–0,09; 2,19]	0,58
Индекс Nakata / Nakata index	137,3 [91,5; 177,8]	137,7 [124,1; 172,9]	0,426
Индекс McGoona / McGoona index	0,8 [0,6; 0,8]	0,7 [0,6; 0,8]	0,35
Градиент давления ВОПЖ, мм рт. ст. / RVOT pressure gradient, mmHg	72,0 [60,0; 77,0]	70,0 [66,0; 90,0]	0,024

Примечание: ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; ЛА – легочная артерия; РК – радикальная коррекция; ТФ – тетрада Фалло.
Note: EDV LV – end-diastolic volume of the left ventricle; PA – pulmonary artery; RC – radical correction; RVOT – right ventricular outflow tract; TOF – tetralogy of Fallot.

нюю легочную вену левожелудочковым дренажом 10 Fr. После изучения анатомии ветвления коронарных артерий в бессосудистой зоне выполняется разрез ВОПЖ таким образом, чтобы избежать травмы крупной правожелудочковой ветви правой коронарной артерии. При ранее стентированном ВОПЖ на данном этапе оперативного вмешательства проводится эксплантация стента. Пальпаторно изучается расположение стента в ВОПЖ и стволе ЛА. Разрез ВОПЖ выполняется продольно 5–10 мм от фиброзного кольца ЛА по направлению к верхушке скальпелем. Протяженность разреза – около 6–7 мм. В случае расположения правожелудочковой ветви на пути вентрикулотомии следует выполнить немного косой разрез, при этом возможно пересечение ветвей правожелудочковой артерии, идущей к гипертрофированному миокарду ВОПЖ, участвующей в обструкции. После оголения передней поверхности стента его иссечение производится острым путем вдоль стенок. Прилежащий к стенту миокард участвует в динамической обструкции пути оттока от правого желудочка и должен быть удален в процессе миоэктомии, именно поэтому не стоит бояться во время эксплантации стента иссекать прилежащий миокард (рис. 1).

Стент из ствола ЛА обычно удаляется свободно (рис. 2). Редко отмечалось его врастание. Однако возможно интимное сращение со створками клапа-

на ЛА, при этом почти всегда их можно отделить от стента без существенного повреждения.

На данном этапе тактически важно оценить диаметр клапана ЛА относительно расчетных размеров. Если клапан ЛА адекватных размеров и есть возможность сохранить целостность фиброзного кольца клапана, можно выполнить так называемую ограниченную вентрикулотомию и устранить дистальные сегменты стеноза путем резекции остаточных гипертрофических элементов передней стенки. Однако, как правило, дети, направленные на стентирование ВОПЖ, имеют выраженную гипоплазию клапана ЛА. Поэтому еще на этапе паллиативного стентирования ВОПЖ кардиокоманда предполагает, что дизайн будущей реконструкции пути оттока в малый круг кровообращения потребует трансаннулярной пластики. В таких случаях вентрикулотомный разрез продлевается на ствол ЛА строго по передней комиссуре клапана ЛА, выполняется дозированная трансаннулярная пластика ксеноперикардиальной заплатой «Кемперипласт» с использованием непрерывного обвивного шва нитью Prolene 6.0. Как правило, выполнение трансаннулярной пластики занимает не более 10 мин, что незначительно удлиняет время ИК. После чего выполняется стандартная миоэктомия и миотомия из ВОПЖ. Последним этапом закрывается дефект межжелудочковой перегородки заплатой «Кемперипласт» из ксеноперикарда. После основных этапов оперативного вмешательства и остановки ИК всем детям выполнена контрольная чреспищеводная эхокардиография, по результатам которой оценены герметичность заплатки на межжелудочковой перегородке, компетентность трикуспидального клапана, функция левого и правого желудочков, а также уровень остаточного стеноза ВОПЖ. Градиент давления между правым желудочком и ЛА более 30 мм рт. ст. являлся показанием к возобновлению ИК и повторной ревизии ВОПЖ. Далее выполнены деканюляция, тщательный гемостаз и послойное ушивание послеоперационной раны (табл. 4).

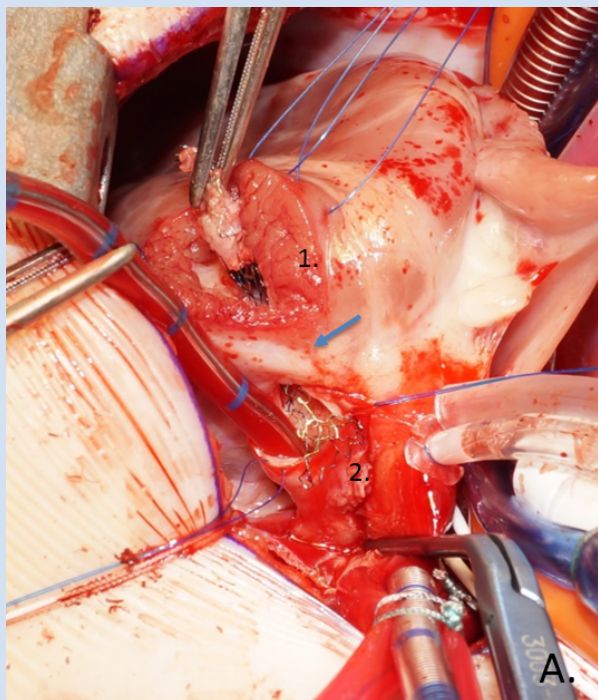


Рисунок 1. Оголенный стент через вентрикулотомический разрез ВОПЖ

Примечание: синей стрелкой отмечена ветвь коронарной артерии; 1 – продольный разрез на ВОПЖ, 2 – продольный разрез ствола ЛА.

Figure 1. The bare stent explantation using a ventriculotomy incision on RVOT

Note: the blue arrow indicates the branch of the coronary artery; 1 – longitudinal incision on RVOT, 2 – longitudinal section of PA trunk.



Рисунок 2. Извлеченный из ВОПЖ стент

Figure 2. The stent explanted from RVOT

Ранний послеоперационный период

На вторые сутки после РК ТФ у 8,3% (n = 2) детей наблюдалась выраженная дыхательная недостаточность из-за пареза купола диафрагмы, что требовало его пликации с достижением положительного клинического эффекта. У одного ребенка (4,2%) на пятые сутки после РК развилась полная атрио-вентрикулярная блокада, потребовавшая установки электрокардиостимулятора. Спустя 2 мес. после проведения РК у одного ребенка наблюдалось увеличение градиента давления на ветвях ЛА до 54 мм рт. ст. Пациент был в плановом порядке госпитализирован для проведения пластики ЛА в условиях ИК. Операция прошла успешно (табл. 5).

Зарегистрировано 2 (8,3%) летальных исхода. У первого ребенка на следующее утро после операции произошла остановка сердечной деятельности, больному проведен прямой массаж сердца, подключена экстракорпоральная мембранная оксигенация. Причиной остановки, по-видимому, явилось массивное внутрижелудочковое кровотечение в головной мозг – учитывая характер и тяжесть интракраниальной катастрофы, экстракорпораль-

ная мембранная оксигенация была остановлена на седьмые сутки, констатирована биологическая смерть. Второму ребенку успешна проведена РК, но после выписки из стационара ребенок умер от внесердечных причин в связи со множественными врожденными пороками развития.

После выписки с одним ребенком, перенесшим РК ТФ, и его родственниками был потерян контакт, судьба пациента неизвестна.

Отдаленный послеоперационный период

Спустя год после РК дети в плановом порядке поступали в поликлинику кардиоцентра на скрининговые обследования (табл. 6). На очные визиты через год явились 76% (n = 19) пациентов. Двое (8%) детей переехали в другой регион, в связи с чем явка в поликлинику была невозможной. С родителями этих детей был установлен телефонный контакт.

Таблица 5. Клинические конечные точки в раннем послеоперационном периоде радикальной коррекции тетрады Фалло
Table 5. Clinical endpoints in the early postoperative period of radical correction of the tetralogy of Fallot

Показатель / Indicator	n = 24
Незапланированная операция по основному заболеванию / Unplanned surgery for the underlying disease, n	1
ОНМК / Stroke, n	0
Рентгенэндоваскулярная окклюзия большой аортолегочной коллатерали / Image-guided endovascular occlusion of MAPCA, n	5
Пликация купола диафрагмы / Diaphragm plication, n	2
Смерть / Death, n	2

Примечание: ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения.
Note: MAPCA – major aortopulmonary collateral artery.

Таблица 6. Данные эхокардиографии у пациентов через 12 мес. наблюдения
Table 6. Echocardiography data of patients at 12-month follow-up

Показатель / Indicator	n = 19
Вес, кг / Weight, kg	8 [7,10; 8,75]
Реканализация ДМЖП / Recanalization of VSD	0
Регургитация на ТК / Tricuspid regurgitation	0,75 [0,12; 1,00]
Регургитация на клапане ЛА / Pulmonary regurgitation	2,5 [1,62; 3,00]
Индекс КДО ЛЖ, мл/м ² / EDV LV index, mL/m ²	71,42 [57,17; 72,17]
Размеры ПЖ, см / RV dimensions, cm	1,4 [1,3; 1,5]
Градиент давления ВОПЖ, мм рт. ст. / RVOT pressure gradient, mmHg	12 [9,5; 25,5]

Примечание: ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; ЛА – легочная артерия; ПЖ – правый желудочек; ТК – трикуспидальный клапан.
Note: EDV LV – end-diastolic volume of the left ventricle; RV – right ventricle; RVOT – right ventricular outflow tract; VSD – ventricular septal defect.

Таблица 4. Периоперационные и госпитальные исходы радикальной коррекции тетрады Фалло
Table 4. Perioperative and in-hospital outcomes after RC of TOF

Показатель / Indicator	Поэтапная коррекция ТФ / Step-by-step correction of TF (n = 24)
Время ИК, мин / Cardiopulmonary bypass time, min	127,5 [119,0; 144,5]
Время пережатия аорты, мин / Aortic clamping time, min	86,0 [77,5; 94,75]
Трансаннулярная пластика / Transannular repair, n	20
Дней в АРО / Stay in the intensive care unit, days	7,5 [5,0; 10,2]
Дней в КХО / Stay in the Cardiovascular Surgery Department, days	9,5 [7,0; 13,0]
Дней ИВЛ / Ventilation, days	2,5 [1,0; 4,0]
SpO ₂ , %	98,0 [98,0;99,0]
Градиент давления ВОПЖ, мм рт. ст. / RVOT pressure gradient, mmHg	16,5 [9,0; 26,0]

Примечание: АРО – отделение анестезиологии и реанимации; ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИК – искусственное кровообращение; КХО – кардиохирургическое отделение; ТФ – тетрада Фалло.
Note: RVOT – right ventricular outflow tract; TOF – tetralogy of Fallot.

Обсуждение

До сегодняшнего дня нет единого мнения специалистов относительно оптимального метода лечения тяжелой когорты детей с ТФ. Сроки хирургического вмешательства зависят от нескольких факторов, включая зависимость от открытого артериального протока, тяжесть обструкции в ВОПЖ, частоту одышно-цианотических приступов. У большинства новорожденных с ТФ можно отложить плановую РК порока до 3–6-месячного возраста. Новорожденным с низкой массой тела при рождении, тем, кто зависим от открытого артериального протока, детям с выраженным цианозом незамедлительно требуется паллиативное вмешательство или РК порока. Оптимальная стратегия лечения младенцев раннего возраста с симптоматической ТФ остается дискуссионной. Наиболее распространенным методом паллиативной помощи является наложение шунта Блелока – Тауссиг – Томаса. Однако в последнее время достижения в области эндоваскулярной хирургии при ВПС способствовали внедрению катетерных вмешательств, в том числе в качестве паллиативной помощи [3].

В современных рекомендациях Российской Федерации по ведению пациентов с ТФ стентирование ВОПЖ как метод паллиативной помощи весьма ограничен. Стентирование ВОПЖ выполняют в качестве повторной паллиативной операции у детей старше одного года, находящихся в тяжелом состоянии, при невозможности проведения другого вида паллиативного лечения [4]. На сегодняшний день нет большой доказательной базы данных пациентов, однако указанная методика набирает все больший интерес и появляется все больше исследований в этой области.

В недавнем многоцентровом исследовании, в которое было включено 572 ребенка с ТФ, сравнивали эффективность поэтапного лечения ТФ с одномоментной РК. Согласно результатам исследования, лучшая выживаемость в раннем послеоперационном периоде представлена в группе поэтапной стратегии коррекции ВПС в сравнении с одномоментной РК. Однако долгосрочная выживаемость была сопоставима (10% в группе поэтапной коррекции и 7% в группе одномоментной коррекции) [5].

Белорусские исследователи из Республиканского научно-практического центра детской хирургии провели анализ РК ТФ у детей после стентирования ВОПЖ и наложения модифицированного аортолегочного анастомоза по Блелоку – Тауссиг. Авторы не нашли принципиальных различий. Однако по-

сле наложения аортолегочных анастомозов в большем проценте случаев требовалась реконструкция ветвей ЛА [6].

В представленном нами исследовании стентирование ВОПЖ проведено тяжелой когорте детей со множественными пороками развития. У данных детей была выраженная гипоплазия клапана ЛА (медиана Z-value – 3,46). При проведении РК в 83% случаев потребовалось выполнить трансаннулярную пластику ВОПЖ. После удаления стента зачастую удается сохранить створки клапана ЛА – венстрикулотомный разрез продлевается на ствол ЛА строго по передней комиссуре клапана ЛА. Таким образом возможно частично сохранить запирательную функцию клапана ЛА.

Более нами не найдено опубликованных данных об особенностях проведения РК после стентирования ВОПЖ, что указывает на актуальность данного направления и необходимость его последующего изучения.

Заключение

Паллиативная помощь в виде стентирования ВОПЖ проведена с низкой частотой осложнений, всего у 4% детей отмечен летальный исход, обусловленный рестенозом в стенте. Тридцатидневная выживаемость составила 96%. Пациентам оказана эффективная паллиативная помощь благодаря улучшенной оксигенации после процедуры и хорошему росту ЛА и левого желудочка к моменту РК. При проведении РК в 16% случаев удалось избежать трансаннулярной пластики. Не возникало значительных проблем при эксплантации стента во время проведения РК. В отдаленном послеоперационном периоде тотальная регургитация на клапане ЛА не наблюдалась. Предполагается, что в будущем все дети из данного исследования в плановом порядке будут направлены на протезирование ВОПЖ клапаносодержащим кондуитом. Недостаточный уровень изученности проблемы подразумевает необходимость ее дальнейшего исследования.

Конфликт интересов

А.А. Ляпин заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

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

Информация об авторах

Ляпин Антон Александрович, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 2 федерального государственного

Author Information Form

Lyapin Anton A., PhD, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department No. 2, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular

бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-1661-1135

Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; ORCID 0000-0002-1661-1135

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляпин А.А., Тарасов Р.С. Современные данные о методах коррекции тетрады Фалло. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2021;14(5):349–353. doi:10.17116/kardio202114051349
2. Valderrama P., Garay F., Springmüller D., Briones Y., Aguirre D., González R., Becker P., Zamora G., Sánchez L., Castillo G., Palominos G., Cárdenas L. Initial Experience in Chile with Stent Implantation in the Right Ventricle Outflow Tract in High-Risk Patients with Tetralogy of Fallot. *Pediatr Cardiol.* 2020;41(4):837–842. doi: 10.1007/s00246-020-02321-2.
3. Qureshi A.M., Caldarone C.A., Wilder T.J. Transcatheter Approaches to Palliation for Tetralogy of Fallot. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2022;25:48–57. doi: 10.1053/j.pcsu.2022.05.001.

4. Тетрада Фалло: клинические рекомендации, 2023. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2023. 37 с.
5. Goldstein B.H., Petit C.J., Qureshi A.M., McCracken C.E., Kelleman M.S., Nicholson G.T., et al. Comparison of Management Strategies for Neonates With Symptomatic Tetralogy of Fallot. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77(8):1093–1106. doi: 10.1016/j.jacc.2020.12.048.
6. П.Ф. Черноглаз, Ю.И. Линник, А.В. Башкевич, Е.В. Королькова, А.И. Савчук, Н.С. Шевченко, К.В. Дроздовский. Радикальная коррекция тетрады Фалло у детей после стентирования выходного отдела правого желудочка. Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски. 2019;3(2): 734–738.

REFERENCES

1. Lyapin AA, Tarasov RS. Modern data on correction of tetralogy of Fallot. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2021;14(5):349–353. doi:10.17116/kardio202114051349 (In Russian)
2. Valderrama P., Garay F., Springmüller D., Briones Y., Aguirre D., González R., Becker P., Zamora G., Sánchez L., Castillo G., Palominos G., Cárdenas L. Initial Experience in Chile with Stent Implantation in the Right Ventricle Outflow Tract in High-Risk Patients with Tetralogy of Fallot. *Pediatr Cardiol.* 2020;41(4):837–842. doi: 10.1007/s00246-020-02321-2.
3. Qureshi A.M., Caldarone C.A., Wilder T.J. Transcatheter Approaches to Palliation for Tetralogy of Fallot. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2022;25:48–57. doi: 10.1053/j.pcsu.2022.05.001.

4. Tetradá Fallo: klinicheskie rekomendacii, 2023. – Moscow: Ministerstvo zdravooхранeniya Rossijskoj Federacii, 2023. 37 p. (In Russian)
5. Goldstein B.H., Petit C.J., Qureshi A.M., McCracken C.E., Kelleman M.S., Nicholson G.T., et al. Comparison of Management Strategies for Neonates With Symptomatic Tetralogy of Fallot. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77(8):1093–1106. doi: 10.1016/j.jacc.2020.12.048.
6. Charnahlaz P.F., Linnik Y.I., Bashkevich A.V., Korolkova E.V., Savchuk A.I., Shevchenko N.S., Drozdovski K.V. Radical correction of fallot's tetralogy in children after right ventricle outflow stenting. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardioovaskulyarnye riski [Emergency cardiology and cardiovascular risks].* 2019;3(2): 734–738. (In Russian)

Для цитирования: Ляпин А.А. Технические аспекты и результаты радикальной коррекции тетрады Фалло у детей после стентирования выходного 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

To cite: 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. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-3S-66-73