

Непосредственные результаты клапан-сохраняющей радикальной коррекции тетрады Фалло

© И.А. Козырев, А.А. Морозов, Е.В. Грехов, И.И. Аверкин, М.Л. Гордеев, А.К. Латыпов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г. Исправлена 24 марта 2019 г. Принята к печати 8 апреля 2019 г.

Для корреспонденции: Иван Александрович Козырев, dr.kozyrev@gmail.com

Цель	Анализ непосредственных результатов радикальной коррекции тетрады Фалло с сохранением собственного клапана легочной артерии у детей раннего возраста.
Методы	В исследование включены пациенты с тетрадой Фалло младше 6 мес., оперированные с января 2017 г. по декабрь 2018 г., которым выполнена первичная радикальная коррекция порока. Все пациенты были разделены на две группы: клапан-сохраняющая коррекция и трансаннулярная пластика. Анализировались интраоперационные, ранние послеоперационные показатели и данные эхокардиографии. Размер клапана легочной артерии оценивался с помощью индекса Z-score.
Результаты	За анализируемый период прооперировано 38 пациентов. В 25 (66%) случаях выполнена радикальная коррекция с сохранением собственного клапана легочной артерии. Длительность искусственного кровообращения, применения адреналина и значение Z-score клапана легочной артерии были статистически значимо больше в группе трансаннулярной пластики. Показатель индекса Z-score клапана легочной артерии при клапан-сохраняющей коррекции был статистически значимо выше, чем до операции.
Заключение	Клапан-сохраняющая радикальная коррекция тетрады Фалло возможна в большинстве случаев. Сохранение клапана легочной артерии сокращает время искусственного кровообращения и обеспечивает более стабильный ранний послеоперационный период за счет уменьшения длительности применения адреналина.
Ключевые слова	врожденный порок сердца; клапан-сохраняющая радикальная коррекция; тетрада Фалло

Цитировать: Козырев И.А., Морозов А.А., Грехов Е.В., Аверкин И.И., Гордеев М.Л., Латыпов А.К. Клапан-сохраняющая радикальная коррекция тетрады Фалло: непосредственные результаты. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2019;23(1):9-16. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-1-9-16>

Введение

Тетрада Фалло (ТФ) относится к наиболее частым цианотическим врожденным порокам сердца. ТФ включает в себя дефект межжелудочковой перегородки, стеноз выходного отдела правого желудочка (ВОПЖ), дислокацию, или так называемую декстропозицию, аорты и компенсаторную гипертрофию правого желудочка. В последние годы широко обсуждается оптимальный возраст для выполнения элективной радикальной коррекции, но единое мнение отсутствует [1]. Все большее количество центров отдают предпочтение проведению ранней радикальной коррекции [2]. Ранняя радикальная коррекция порока также представляется более целесообразным методом лечения, способствующим повышению шанса сохранения собственного клапана легочной артерии (ЛА) и снижению частоты вентрикулотомии в выносящем отделе право-

го желудочка. Исторически первичным подходом при коррекции ТФ являлось максимально эффективное устранение стеноза в ВОПЖ, что во многих ситуациях приводило к потере собственного клапана легочной артерии. Однако в последнее время новые методы и способы клапан-сохраняющих операций в аспекте ранней радикальной коррекции вызывают дискуссии. По мнению ряда авторов, проведение сверххранной радикальной коррекции (в периоде новорожденности) ведет к увеличению частоты трансаннулярной пластики (ТАП) и, как следствие, риска потери клапана ЛА [3]. В настоящее время меняется парадигма выполнения трансаннулярной пластики, что отражается в стремлении многих центров снизить частоту проведения подобных вмешательств [4, 5]. Стоит подчеркнуть, что по результатам анализа базы данных Европейской ассоциации кардиоторакальной хирургии



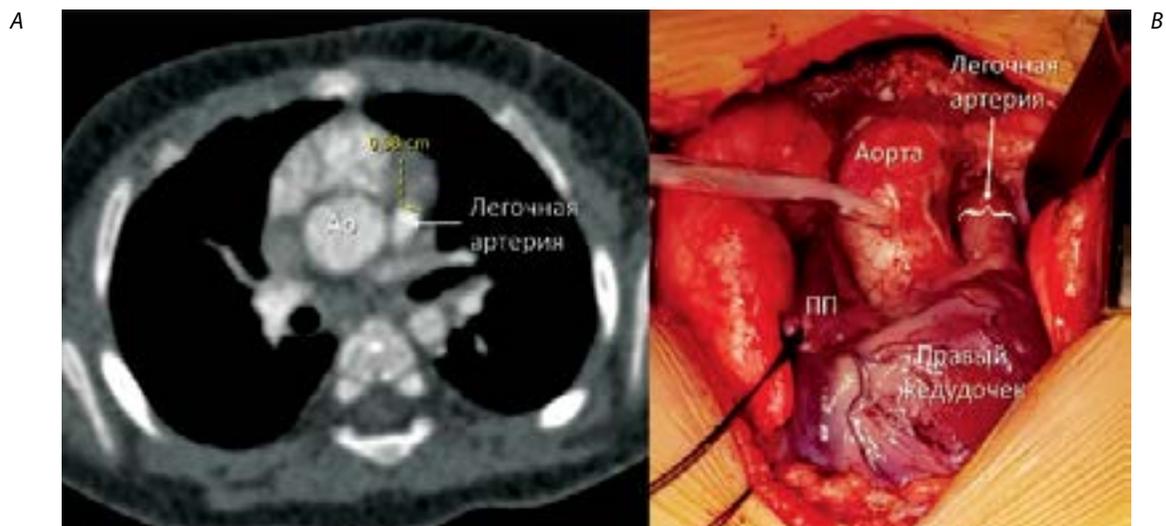


Рис. 1. Пациент с гипоплазией клапана и ствола легочной артерии: компьютерная томограмма, показывающая выраженную гипоплазию клапана легочной артерии (А); общий вид операционного поля в начале операции (В)

Примечание. Ao — аорта; ПП — правое предсердие

(англ. European Association for Cardio-Thoracic Surgery, EACTS), в которой проанализировано более 6,5 тыс. операций по коррекции ТФ, почти в 60% случаев выполнена ТАП в сочетании с вентрикулотомией [6]. Таким образом, в более чем 50% всех случаев коррекции ТФ происходит потеря собственного клапана ЛА. Для сохранения функции ПЖ в отдаленном периоде, а также снижения риска повторных вмешательств хирургическая коррекция ТФ должна быть выполнена с сохранением клапана легочной артерии.

Цель работы — анализ результатов клапан-сохраняющей радикальной коррекции тетрады Фалло.

Методы

В настоящее ретроспективное исследование включены пациенты ($n = 38$) с диагнозом «тетрада Фалло» младше 6 мес., которым была выполнена первичная ранняя радикальная коррекция тетрады Фалло в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России с января 2017 г. по декабрь 2018 г. В зависимости от сохранения/потери клапана легочной артерии все пациенты разделены на две группы. В группу клапан-сохраняющей коррекции включено 25 пациентов (66%), в группу трансаннулярной пластики — 13 пациентов (34%). Проведен анализ оперативных и ранних послеоперационных показателей: время пережатия аорты и искусственного кровообращения, длительность искусственной вентиляции легких и примене-

ния дофамина и адреналина. Также проанализирован индекс Z-score клапана ЛА до и после операции у пациентов с сохраненным клапаном ЛА по данным эхокардиографии. Эхокардиографическое исследование проводилось по стандартизированной методике с использованием ультразвуковых систем Vivid-i C 257 (США) и Phillips iE-33 (США) и применением фазово-электронного сканирующего датчика с частотой от 3,5 до 7,0 МГц с возможностью цветного доплеровского картирования и импульсной непрерывной спектральной доплерографии. Датчики применялись в соответствии с ростом и весом пациента. Для оценки степени гипоплазии фиброзного кольца и легочных артерий до операции выполнялась мультиспиральная компьютерная томография — ангиография сердца (используемое контрастное вещество «Визипак-320» в дозе 3 мл/кг). Значение Z-score вычислялось на основе роста-весовых показателей при использовании данных системы Boston Children's Hospital (zscore.chboston.org).

Операция осуществлялась следующим образом. После срединной стернотомии подключался аппарат искусственного кровообращения, проводились кардиоплегия и внутрисердечная ревизия для оценки дефекта межжелудочковой перегородки и стеноза выносящего отдела правого желудочка. Трансатриально и транспульмонально выполнялись рассечение и резекция патологических мышечных трабекул в выход-

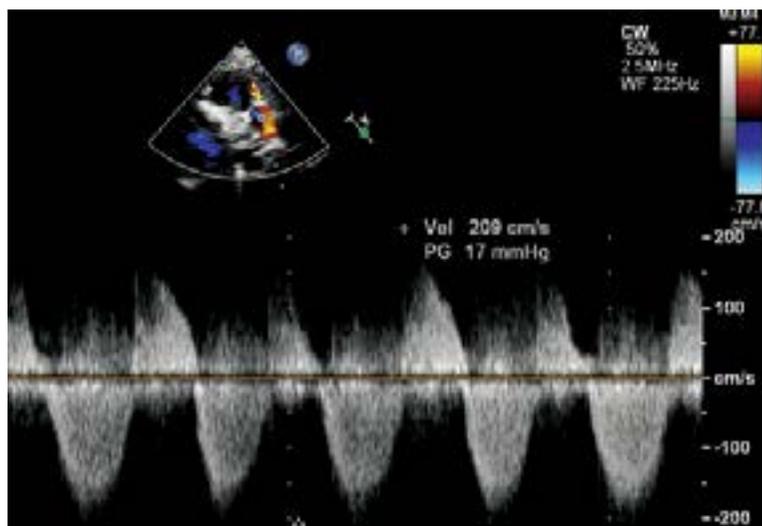


Рис. 2. Пиковый градиент в выносящем тракте правого желудочка у пациента с клапан-сохраняющей коррекцией тетрады Фалло с исходным индексом клапана легочной артерии Z-score –3,27

ном отделе правого желудочка. После открытия ствола оценивался клапан легочной артерии, проводилась пластика клапана легочной артерии при использовании различных методов в зависимости от степени гипоплазии фиброзного кольца клапана ЛА, количества и изменений створок клапана. Дефекты межжелудочковой и межпредсердной перегородок закрывались заплатами непрерывным швом. Герметизировалось правое предсердие, удалялся зажим с аорты. В условиях параллельного кровообращения выполнялась пластика заплатой из аутоперикарда ствола ЛА непрерывным швом. После остановки аппарата искусственного кровообращения и модифицированной ультрафильтрации проводилась прямая манометрия давления в приточном отделе, в выносящем отделе правого желудочка и стволе легочной артерии. При удовлетворительных показателях давления операция заканчивалась в стандартном виде.

В связи с тем, что исследование являлось ретроспективным и в работу включались обезличенные данные пациентов, разрешение этического комитета не требовалось.

Статистический анализ

Статистический анализ выполнялся в программе Statistica 10.0 (StataCorp LP, College Station, Texas, США). После проверки на нормальность распределения групп по критерию Шапиро – Уилка выявлено, что исследуемые параметры не соответствуют нормальному распределению. В результате применены

непараметрические методы статистического анализа. Независимые группы сравнивались с помощью U-критерия Манна – Уитни. Данные представлены в виде медианы вариационного ряда и интерквартильного размаха (25-й и 75-й процентиля). Значение $p < 0,05$ считали статистически значимым.

Результаты

Первичная радикальная коррекция проведена всем пациентам, включенным в исследование. В период исследования летальность пациентов отсутствовала. На рис. 1 представлены показательные данные одного пациента из группы клапан-сохраняющей коррекции с исходной выраженной гипоплазией клапана ЛА (Z-score –3,27): изображение компьютерной томографии (рис. 1, А) и интраоперационная фотография (рис. 1, В) пациента. Несмотря на это, в 66% случаев была выполнена клапан-сохраняющая радикальная коррекция ТФ, в том числе и у вышеупомянутого пациента (рис. 2). При анализе исходной структуры легочного клапана двухстворчатый клапан встречался у 27 (71%) пациентов, трехстворчатый — у 9 (24%), моностворчатый — у 2 (5%).

По данным эхокардиографии ни у одного пациента не отмечено выраженной степени недостаточности на клапане ЛА после выполнения клапан-сохраняющей коррекции. У большинства пациентов отмечалась I-II степень регургитации клапана легочной артерии.

Интра- и послеоперационная характеристика пациентов

Показатель	Группа клапан-сохраняющей коррекции, n = 25	Группа трансаннулярной пластики, n = 13	p
Возраст, дни	117 (90; 144)	112,5 (94; 146)	0,93
Вес, кг	5,9 (4,80; 6,85)	5,74 (5,3; 6,6)	0,77
Индекс Z-score КЛА	-2,07 (-2,80; -1,43)	-3,1 (-3,8; -2,5)	<0,01
Градиент ПЖ/ЛА, мм рт. ст.	20 (10,0; 24,5)	15 (10; 20)	0,22
Искусственное кровообращение, мин	115 (109; 154)	161 (137; 186)	<0,01
Пережатие аорты, мин	69 (57; 78)	73 (64; 90)	0,25
Соотношение давления ПЖ/ЛЖ	0,5 (0,4; 0,6)	0,5 (0,5; 0,6)	0,03
ИВЛ, дни	5 (2,5; 18,0)	17 (8; 24)	0,2
Дофамин, дни	2 (1; 2)	2 (1,3; 4,0)	0,33
Адреналин, дни	0,05 (0,0; 0,5)	1,25 (1,0; 7,5)	<0,01

Примечание. Данные представлены в виде медианы (25-й; 75-й процентиль). ПЖ — правый желудочек; ЛЖ — левый желудочек; ЛА — легочная артерия; КЛА — клапан легочной артерии; ИВЛ — искусственная вентиляция легких

В таблице продемонстрированы основные интра- и послеоперационные характеристики пациентов.

На рис. 3 представлен график распределения в зависимости от времени пережатия аорты (рис. 3, А) и продолжительности искусственного кровообращения (рис. 3, В). Различия между группами по времени пережатия аорты оказались статистически незначимы, $p = 0,25$. Установлено, что различия между группами по времени искусственного кровообращения статистически значимы, $p < 0,01$.

При сравнении индекса Z-score клапана ЛА до и после клапан-сохраняющей коррекции отмечалось значимое различие, $p < 0,01$ (рис. 4).

Послеоперационный период характеризовался следующими анализируемыми показателями: временем искусственной вентиляции легких, длительностью инотропной поддержки (дофамин и адреналин). Мы не отметили различий между группами с сохранением и потерей клапана ЛА в длительности искусственной вентиляции легких и дофамина, однако выявили статистически значимое различие длительности применения адреналина, $p < 0,05$ (рис. 5).

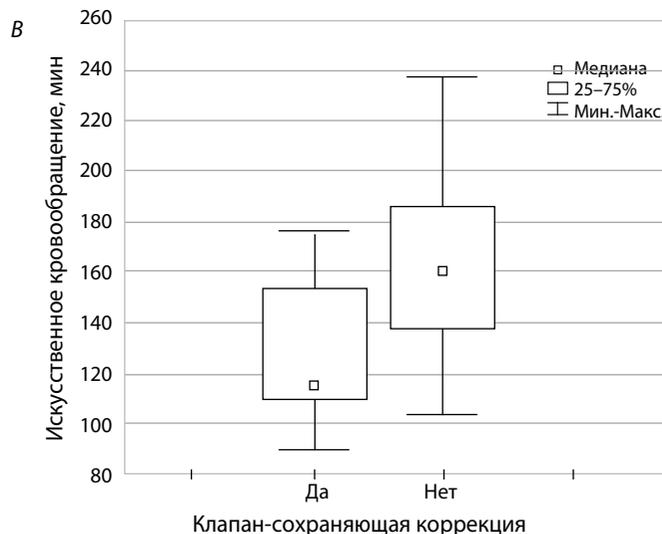


Рис. 3. Распределение на группы в зависимости от времени пережатия аорты, $p = 0,25$ (А) и продолжительности искусственного кровообращения (В), $p < 0,01$

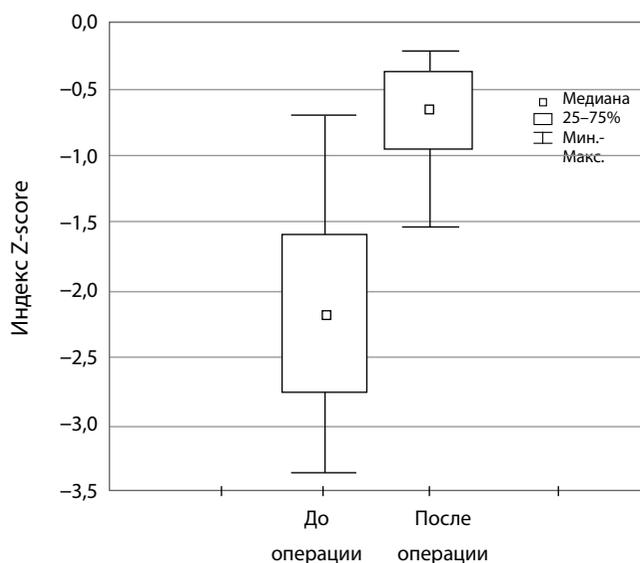


Рис. 4. Индекс Z-score клапана легочной артерии до и после операции, $p < 0,01$

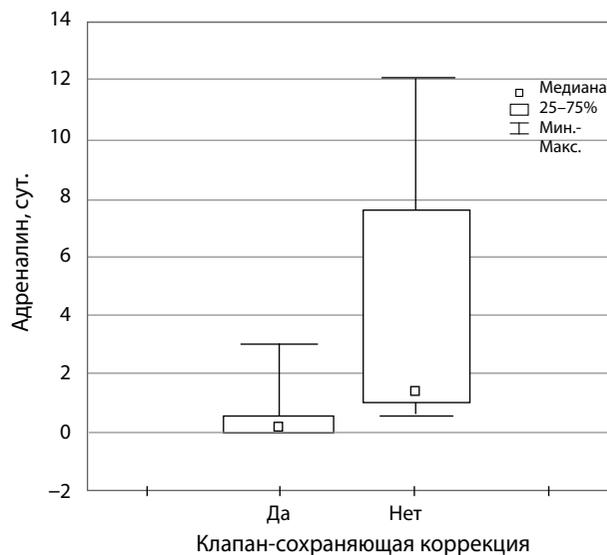


Рис. 5. Длительность применения адреналина, $p < 0,01$

Обсуждение

В литературе продолжается обсуждение оптимального времени коррекции ТФ у пациентов без признаков выраженного цианоза и одышечно-цианотических приступов. По данным M. Cunningham и соавт., при выполнении ранней радикальной коррекции после двухмесячного возраста существуют минимальные риски заболеваемости и смертности, без увеличения частоты повторных операций [7]. Мы в качестве тактики планируем радикальную коррекцию у пациентов без симптоматических проявлений, таких как выраженная гипоксемия или одышечно-цианотические эпизоды, в возрасте между 3 и 6 мес.

В работе D.L. Morales и соавт. продемонстрирована тактика ведения бессимптомных пациентов с ТФ с акцентом внимания и усилий на возможностях сохранения клапана ЛА и предотвращения вентрикулотомического разреза в ПЖ. Необходимыми составляющими успешной коррекции авторы указали два фактора: возраст старше 4 мес. и масса тела более 4 кг [8]. Данные параметры, по их мнению, обеспечивают максимальные шансы для достижения поставленных целей. Однако во многих случаях недостаточно соблюдения только этих параметров, и для успешной клапан-сохраняющей коррекции требуются дополнительные методы.

В литературе представлены методики, одной из которых является трансаннулярная клапан-сохраняющая коррекция — увеличение клапанного кольца

ЛА путем рассечения и вшивания заплаты из ауто- или биологического материала, в дополнение к пластике створок клапана ЛА [4, 9]. Однако через 1,5 года у 80% пациентов выявлена регургитация максимальной степени на клапане ЛА. Как мы видим, в среднесрочном периоде данный метод не имеет значительных преимуществ перед классической ТАП.

Другой метод заключается в выполнении трансаннулярного разреза с рассечением передней створки клапана ЛА, и его применение возможно при двухстворчатом клапане с передне-задним расположением створок. Недостающая площадь передней створки восполняется заплатой из аутоматериала [10].

Альтернативой рассечению является интраоперационное баллонирование фиброзного кольца для значимого увеличения площади поперечного сечения клапана ЛА. Краткосрочные результаты применения этой методики впечатляют [11–13]. Некоторые авторы заостряют внимание на сочетании дополнительных методов пластики клапана ЛА с применением интраоперационной баллонной пластики [14, 15]. Однако по результатам среднеотдаленного периода наблюдения (5 лет) после коррекции ТФ с использованием баллонной интраоперационной дилатации клапана ЛА выявлено постепенное нарастание степени регургитации клапана ЛА [16]. Тем не менее необходимо отметить, что в последней работе техника устранения мышечного стеноза в правом желудочке сводилась к выполнению разреза и резекции в

подклапанной зоне ВОПЖ с последующей пластикой этой зоны заплатой. Описанная техника минимизирует риск остаточного стеноза между полостью ПЖ и ЛА после операции, однако приводит к отсутствию мышечного компонента каркаса для кольца клапана ЛА, что создает предпосылки для расширения кольца клапана ЛА в отдаленном периоде и является возможной причиной нарастающей дисфункции клапана ЛА.

Существует предположение, что нарастающая дисфункция клапана происходит в большей степени из-за выраженных диспластических изменений створок и их гистологического отличия от створок интактного клапана. Так, в группе пациентов с моностворчатыми клапанами отмечена наиболее низкая свобода от повторных вмешательств [17]. Иными словами, геометрия, количество и морфология створок могут иметь ключевое значение для сохранения эффективной запирающей функции клапана ЛА в долгосрочном периоде.

Для случаев значимой гипоплазии клапанного кольца ЛА, выраженных изменений створок и невозможности проведения клапан-сохраняющей коррекции V.V. Simon и соавт. описали технику проведения лимитированной ТАП [18]. Главной целью данной методики являлось уменьшение степени регургитации в ПЖ. Авторы продемонстрировали, что при таком подходе размеры ПЖ в среднесрочном периоде значительно не отличаются от размеров ПЖ у пациентов с сохраненным клапаном легочной артерии.

В одной из опубликованных в последнее время работ представлены результаты ранней радикальной коррекции ТФ у более 400 пациентов, среди которых клапан-сохраняющая коррекция выполнена почти 70% пациентов [19]. Авторы сообщают, что подобные впечатляющие результаты получены в результате применения комплекса различных хирургических методик, таких как резекция утолщенных и измененных частей створок, комиссуротомия и т. д. Также в данной работе делается вывод, что увеличение клапана ЛА до 10 мм и систолическое давление в ПЖ менее 50 мм рт. ст. ассоциированы с низким риском повторного стеноза ВОПЖ. Авторы приводят данные, подтверждающие, что в группе с сохраненным клапаном легочной артерии степень расширения ПЖ была значительно ниже, по сравнению с пациентами с ТАП, в десятилетнем периоде наблюдения. Сохранение клапана ЛА у пациентов с ТФ способствует более стабильному послеоперационному периоду и предотвращает развитие диастолической дисфункции ПЖ в отдаленном периоде [20].

Основной задачей нашей работы являлось сохранение целостности фиброзного кольца клапана ЛА и в идеальном варианте предотвращение вентрикулотомического разреза ПЖ. Иными словами, использование клапан-сохраняющей методики сочеталось с попыткой в каждом отдельном случае избежать трансвентрикулярного разреза в ВОПЖ. Если по техническим и анатомическим особенностям это не представлялось возможным, предпочтение отдавалось минимизации длины разреза желудочка до нескольких миллиметров для уменьшения рисков формирования нарушений ритма сердца и сохранения дополнительной мышечной опоры для клапана ЛА. В нашей когорте был пациент, у которого после клапан-сохраняющей радикальной коррекции остаточный пиковый градиент между ПЖ и ЛА составил 41 мм рт. ст. По данным эхокардиографии, визуализировался остаточный инфундибулярный динамический мышечный стеноз. В связи с тем, что отсутствовала трансвентрикулярная резекция, а стеноз ВОПЖ устранялся трансатриальным и транспульмональным доступом, дополнительных манипуляций не проводилось. По данным эхокардиографии, через 6 мес. пиковый градиент составил 25 мм рт. ст.

Мы установили, что ранняя радикальная коррекция может быть выполнена с низкой летальностью и сохранением клапана ЛА в более 30% случаев [21]. В дальнейшем нам удалось значительно модифицировать подход и существенно увеличить долю клапан-сохраняющих операций. По мере накопления опыта мы стали проводить клапан-сохраняющие процедуры в случаях выраженной гипоплазии и дисплазии клапана ЛА (Z-score менее -3). Мы допускали остаточный градиент при выполнении клапан-сохраняющей коррекции между ПЖ и ЛА 45 мм рт. ст. В нашей когорте было несколько пациентов, которым после клапан-сохраняющей операции потребовался повторный эпизод искусственного кровообращения с последующей трансаннулярной пластикой.

Также мы выявили, что в группе пациентов с сохраненным клапаном легочной артерии время искусственного кровообращения, длительность применения адреналина были значительно меньше, чем в группе пациентов с трансаннулярной пластикой. Объяснением этого может быть тот факт, что во многих случаях ТАП сопровождалась расширенной резекцией стеноза ПЖ и имплантацией синтетической моностворки, что требовало дополнительных временных затрат. Таким образом, сохранение клапана позволяет сократить время искусственного кровообращения и обеспечи-

вает более гемодинамически стабильный ранний послеоперационный период и тем самым способствует сокращению периода нахождения в отделении интенсивной терапии.

Будет ли эффект от сохранения собственного клапана ЛА у пациентов со значимыми диспластическими изменениями створок и выраженной гипоплазией фиброзного кольца клапана ЛА долгосрочным? Ответ на этот вопрос возможно получить только при сборе данных при длительном периоде наблюдения, что требует дальнейших исследований.

Ограничения

Исследование является одноцентровым ретроспективным, включает небольшое количество пациентов. Все перечисленные параметры накладывают ограничения на статистический анализ.

Заключение

Радикальная коррекция тетрады Фалло в сочетании с современными методами реконструкции клапана легочной артерии у детей раннего возраста позволяет выполнить хирургическую коррекцию порока с сохранением собственного клапана ЛА в большинстве случаев, в том числе при исходной значимой гипоплазии клапана легочной артерии и выраженном стенозе правого желудочка.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы / References

1. Van Arsdell G.S., Maharaj G.S., Tom J., Rao V.K., Coles J.G., Freedom R.M., Williams W.G., McCrindle B.W. What is the optimal age for repair of tetralogy of Fallot? *Circulation*. 2000;102(19 Suppl 3):iii123-9. PMID: 11082374.
2. Peer S.M., Zurakowski D., Jonas R.A., Sinha P. Early primary repair of tetralogy of Fallot does not lead to increased postoperative resource utilization. *Ann Thorac Surg*. 2014;98:2173-9;discussion 79-80. PMID: 25443022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.07.047>
3. Woldu K.L., Arya B., Bacha E.A., Williams I.A. Impact of neonatal versus nonneonatal total repair of tetralogy of Fallot on growth in the first year of life. *Ann Thorac Surg*. 2014;98(4):1399-404. PMID: 25130079. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.05.034>
4. Anagnostopoulos P., Azakie A., Natarajan S., Alphonso N., Brook M.M., Karl T.R. Pulmonary valve cusp augmentation with autologous pericardium may improve early outcome for tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;133(3):640-7. PMID: 17320558. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.10.039>
5. Бокерия Л.А., Свободов А.А., Беришвили Д.О., Докторова В.П., Шарипов Р.А. Новый метод создания пути оттока из правого желудочка при тетраде Фалло с сохранением фиброзного кольца клапана легочной артерии. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2017;59(6):420-4. <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2017-59-6-420-424> [Bockeria L.A., Svobodov A.A., Berishvili D.O., Doktorova V.P., Sharipov R.A. New method of right ventricular outflow tract reconstruction in tetralogy of Fallot with retention of the pulmonary valve fibrous ring integrity. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya = Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2017;59(6):420-4. (In Russ.) <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2017-59-6-420-424>]
6. Sarris G.E., Comas J.V., Tobota Z., Maruszewski B. Results of reparative surgery for tetralogy of Fallot: data from the European Association for Cardio-Thoracic Surgery Congenital Database. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;42(5):766-74; discussion 774. PMID: 23087090. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs478>
7. Cunningham M.E., Donofrio M.T., Peer S.M., Zurakowski D., Jonas R.A., Sinha P. Optimal timing for elective early primary repair of tetralogy of Fallot: analysis of intermediate term outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(3):845-52. PMID: 27692918. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.07.020>
8. Morales D.L., Zafar F., Fraser C.D. Tetralogy of Fallot repair: the right ventricle infundibulum sparing (RVIS) strategy. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*. 2009;12:54-58. PMID: 19349014. <https://doi.org/10.1053/j.pcsu.2009.02.001>
9. Sen D.G., Najjar M., Yimaz B., Levasseur S.M., Kalessan B., Quaegebeur J.M., Bacha E.A. Aiming to preserve pulmonary valve function in tetralogy of Fallot repair: comparing a new approach to traditional management. *Pediatr Cardiol*. 2016;37(5):818-25. PMID: 26921062. <https://doi.org/10.1007/s00246-016-1355-1>
10. Hiramatsu Y. Pulmonary cusp and annular extension technique for reconstruction of right ventricular outflow in tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg*. 2014;98(5):1850-2. PMID: 25441809. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.03.054>
11. Robinson J.D., Rathod R.H., Brown D.W., Del Nido P.J., Lock J.E., McElhinney D.B., Bacha E.A., Marshall A.C. The evolving role of intraoperative balloon pulmonary valvuloplasty in valve-sparing repair of tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;142(6):1367-73. PMID: 21703641. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.02.047>
12. Vida V.L., Guariento A., Castaldi B., Sambugaro M., Padalino M.A., Milanese O., Stellin G. Evolving strategies for preserving the pulmonary valve during early repair of tetralogy of Fallot: Mid-term results. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147(2):687-94; discussion 94-6. PMID: 24314789. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.10.029>
13. Bautista-Hernandez V., Cardenas I., Martinez-Bendayan I., Loyola H., Rueda F., Portela F. Valve-sparing tetralogy of Fallot repair with intraoperative dilation of the pulmonary valve. *Pediatr Cardiol*. 2013;34(4):918-23. PMID: 23179422. <https://doi.org/10.1007/s00246-012-0574-3>
14. Vida V.L., Guariento A., Zucchetto F., Padalino M., Castaldi B., Milanese O., Stellin G. Preservation of the pulmonary valve during early repair of tetralogy of Fallot: surgical techniques. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*. 2016;19(1):75-81. PMID: 27060048. <https://doi.org/10.1053/j.pcsu.2015.12.008>
15. Vida V.L., Zucchetto F., Stellin G. Pulmonary valve-sparing techniques during repair of tetralogy of Fallot: the delamination

- plasty. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;151(6):1757-8. PMID: 26952929. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.02.015>
16. Hofferberth S.C., Nathan M., Marx G.R., Lu M., Sleeper L.A., Marshall A.C., Baird C.W., Mayer J.E., Del Nido P.J., Emani S.M. Valve-sparing repair with intraoperative balloon dilation in tetralogy of Fallot: midterm results and therapeutic implications. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155(3):1163-73.e4. PMID: 29223833. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.08.147>
17. Hofferberth S.C., Emani S.M. Valve-sparing repair in tetralogy of Fallot: does valve biology determine long-term outcome? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;156(2):782-84. PMID: 30011770. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.03.049>
18. Simon B.V., Swartz M.F., Egan M., Cholette J.M., Gensini F., Alfieri G.M. Use of a dacron annular sparing versus limited transannular patch with nominal pulmonary annular expansion in infants with tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg.* 2017;103(1):186-92. PMID: 27476822. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.05.056>
19. Hickey E., Pham-Hung E., Halvorsen F., Gritti M., Duong A., Wilder T., Caldarone C.A., Redington A., Van Arsdell G. Annulus-sparing tetralogy of Fallot repair: low risk and benefits to right ventricular geometry. *Ann Thorac Surg.* 2018;106(3):822-829. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.11.032>
20. Омельченко А.Ю., Горбатов Ю.Н., Соинов И.А., Войтов А.В., Кулябин Ю.Ю., Корнилов И.А., Иванцов С.М., Богачев-Прокофьев А.В. Гемодинамическая и функциональная оценка правого желудочка после радикальной коррекции тетрады Фалло. *Медицинский альманах.* 2016;14(4):93-99. <https://doi.org/10.21145/2499-9954-2016-4-93-99> [Omelchenko A.Y., Gorbatykh Y.N., Soinov I.A., Voitov A.V., Kulyabin Y.Y., Kornilov I.A., Ivantsov S.M., Bogachev-Prokofiev A.V. Hemodynamic and functional evaluation of the right ventricle after radical correction of Fallot's tetrad. *Medical Almanac.* 2016;14(4):93-99. (In Russ.) <https://doi.org/10.21145/2499-9954-2016-4-93-99>]
21. Козырев И.А., Латыпов А.К., Морозов А.А., Котин Н.А., Гордеев М.Л., Грехов Е.В. Реконструкция выходного отдела правого желудочка у пациентов младше 5 месяцев при ранней радикальной коррекции тетрады Фалло. *Практическая медицина.* 2018;16(6):205-10. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2018-16-6-205-210> [Kozyrev I.A., Latypov A.A., Morozov A.A., Kotin N.A., Gordeev M.L., Grekhov E.V. Right ventricular outflow tract reconstruction in patients younger than five months with early primary repair of tetralogy of Fallot. *Practical Medicine.* 2018;16(6):205-10. (In Russ.) <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2018-16-6-205-210>]

The immediate results of valve-sparing complete repair of tetralogy of Fallot

Ivan A. Kozyrev, Alexander A. Morozov, Evgeny V. Grekhov, Igor I. Averkin, Mikhail L. Gordeev, Alexander K. Latypov
Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russian Federation

Corresponding author. Ivan A. Kozyrev, dr.kozyrev@gmail.com

Aim. The present study aimed to evaluate the immediate results after the valve-sparing complete repair of tetralogy of Fallot.

Methods. The study included patients with tetralogy of Fallot who were aged <6 months and who underwent complete repair between January 2017 and December 2018. According to the surgical approach, the patients were divided into two groups: valve-sparing repair and transannular plasty. Data were obtained from medical records and included echocardiography findings and surgical information. The dimensions of the pulmonary valve were assessed using Z-scores.

Results. In total, 38 patients were included in this study. Among these, 25 (66%) patients were included in the valve-sparing repair group. The valve-sparing repair group had lower cardiopulmonary bypass time (<0.01), epinephrine support duration (<0.01), and pulmonary valve Z-scores than the transannular plasty group (<0.01). Additionally, the valve-sparing repair group had a significantly higher postoperative pulmonary valve Z-score than the preoperative score.

Conclusion. Valve-sparing complete repair of tetralogy of Fallot is possible in the majority of patients. Pulmonary valve preservation reduces cardiopulmonary bypass time and provides a more stable early postoperative period by reducing the epinephrine support duration.

Keywords: complete repair; congenital heart defects; pulmonary arteries; tetralogy of Fallot

Received 13 March 2019. Revised 24 March 2019. Accepted 8 April 2019.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

Copyright: © 2019 Kozyrev et. al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

How to cite: Kozyrev I.A., Morozov A.A., Grekhov E.V., Averkin I.A., Gordeev M.L., Latypov A.K. The immediate results of valve-sparing complete repair of tetralogy of Fallot. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2019;23(1):9-16. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-1-9-16> (In Russ.)