

## Использование заплата из яремной вены быка с собственной створкой в хирургии тетрады Фалло

### Для корреспонденции:

Андрей Андреевич Свободов, [aasvobodov@bakulev.ru](mailto:aasvobodov@bakulev.ru)

Поступила в редакцию 14 мая 2020 г.

Исправлена 8 июня 2020 г.

Принята к печати 10 июня 2020 г.

### Цитировать:

Свободов А.А., Левченко Е.Г., Неталиева Г.А., Костава В.Т., Зеливянская М.В., Разумовский В.С. Использование заплата из яремной вены быка с собственной створкой в хирургии тетрады Фалло. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(4):42-49. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-4-42-49>

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Вклад авторов

Концепция и дизайн работы: А.А. Свободов,

Е.Г. Левченко, В.Т. Костава

Сбор и анализ данных: Г.А. Неталиева,

М.В. Зеливянская

Статистическая обработка данных: Е.Г. Левченко,

М.В. Зеливянская

Написание статьи: А.А. Свободов, В.С. Разумовский

Исправление статьи: В.С. Разумовский

Утверждение окончательного варианта статьи:

все авторы

### ORCID ID

А.А. Свободов, <https://orcid.org/0000-0003-2523-5212>

Е.Г. Левченко, <https://orcid.org/0000-0001-8242-6221>

В.Т. Костава, <https://orcid.org/0000-0001-6868-200X>

Г.А. Неталиева, <https://orcid.org/0000-0002-3369-477X>

М.В. Зеливянская, <https://orcid.org/0000-0003-0757-6275>

В.С. Разумовский, <https://orcid.org/0000-0001-7802-4588>

© А.А. Свободов, Е.Г. Левченко, Г.А. Неталиева,  
В.Т. Костава, М.В. Зеливянская, В.С. Разумовский, 2020

Статья открытого доступа, распространяется  
по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

### А.А. Свободов, Е.Г. Левченко, Г.А. Неталиева, В.Т. Костава, М.В. Зеливянская, В.С. Разумовский

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр  
сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Москва, Российская Федерация

**Цель.** Оценить функциональность створки в заплата из яремной вены быка после реконструкции выводного отдела правого желудочка.

**Методы.** Исследование является ретроспективным, когортным. Проведен анализ результатов операции у 8 детей первого года жизни в раннем послеоперационном периоде и у 7 детей через год после операции. При помощи эхокардиографии оценивались остаточный градиент давления между правым желудочком и легочной артерией, степень регургитации на клапане легочной артерии, Z-score и диаметр фиброзного кольца клапана легочной артерии в отдаленном периоде.

**Результаты.** Градиент давления перед выпиской не превышал 25 мм рт. ст. У 4 пациентов регургитация на клапане легочной артерии была 1-й ст., в остальных — до 2-й ст. Контрольное обследование через год прошли 7 детей. В одном случае наблюдалась обструкция выводного отдела правого желудочка. В остальных случаях градиент систолического давления не превышал 25 мм рт. ст. У 4 пациентов через год после операции наблюдалась регургитация на клапане 3-й ст., в одном случае наблюдалась тотальная недостаточность клапана легочной артерии, вызванная расширением ствола легочной артерии, в то время как подвижность створки была сохранной.

**Выводы.** Несмотря на наличие недостаточности клапана легочной артерии до 2-й ст. у 4 больных в раннем послеоперационном периоде и развитие значительной регургитации в отдаленном периоде у 5 больных, подвижность собственной створки представленной заплата сохраняется в полном объеме даже спустя год, что дает возможность для дальнейшего совершенствования материала заплата для предотвращения развития связанной с ним недостаточности на клапане легочной артерии.

**Ключевые слова:** дети первого года жизни; радикальная коррекция; реконструкция; тетрада Фалло

## Актуальность

Необходимость сохранения полноценной функции клапана легочной артерии (ЛА) после радикальной коррекции тетрады Фалло не вызывает сомнений [1; 2]. Огромное количество работ в конце прошлого столетия доказали развитие в отдаленном послеоперационном периоде таких осложнений, как дилатация и выраженная дисфункция правого желудочка, трикуспидальная недостаточность аритмия и повышенный риск внезапной смерти, дисфункция миокарда левого желудочка при недостаточности клапана легочной артерии [3–11].

С осознанием данной проблемы была начата разработка хирургических подходов для сохранения нормальной функции клапана ЛА. Для этого были предложены материалы с запирающими элементами, включая аутологичный перикард, легочные клапаны животных, синтетические заплаты, механические клапаны, яремные вены крупного рогатого скота и гомографты [12–16]. Несмотря на усилия, идеальное решение не найдено.

Цель — изучить непосредственные и отдаленные результаты радикальной коррекции тетрады Фалло с использованием заплаты из яремной вены быка с собственной створкой, выявить преимущества и недостатки данного материала перед имеющимися аналогами.

## Методы

В 2018 г. в ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России выполнено 8 операций радикальной коррекции тетрады Фалло с использо-

ванием для пластики выводного отдела правого желудочка (ПЖ) и ствола ЛА заплаты из яремной вены быка с собственной створкой. Все пациенты были в возрасте до одного года. У 4 из них радикальной коррекции предшествовала операция создания системно-легочного анастомоза в периоде новорожденности. В большинстве случаев у пациентов наблюдался крайний тип тетрады Фалло с выраженным сужением выводного отдела ПЖ и гипоплазией фиброзного кольца ЛА с расчетными значениями Z-score от -1,86 до -5,4 при среднем значении -3,4. При этом во всех случаях легочно-артериальный индекс был в пределах нормальных значений или выше (табл. 1).

Всем пациентам выполнялась радикальная коррекция порока в условиях искусственного кровообращения, кардиopleгии (Кустодиол) и умеренной гипотермии. После закрытия дефекта межжелудочковой перегородки заплатой из ксеноперикарда, вскрывался выводной отдел правого желудочка и резецировался инфундибулярный стеноз. Следующим этапом проводили оценку клапана ЛА. Во всех случаях он был двухстворчатым и требовал рассечения для соответствия возрастной нормы. В качестве материала для трансаннулярной пластики выводного отдела ПЖ и ствола ЛА использовался участок бычьей вены с собственной створкой — биопротез клапана ЛА моностворчатый серии «БиоЛАБ-ПП» ТУ-9444-003-01897446-11. Данные моностворчатые протезы изготавливаются группой имплантируемых изделий и медицинских кле-ев ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России. В качестве запирающего элемента мо-

Табл. 1. Характеристика пациентов

Пациент	Вес, кг	Фиброзное кольцо клапана легочной артерии, мм	Z-score	Градиент на клапане легочной артерии, мм рт. ст.	Легочно-артериальный индекс	Шунт Блэлока – Тауссига
1	9,6	5	-5,6	82	270	
2	5,1	7	-1,86	86	285	+
3	8,7	6	-4,2	85	453	+
4	5,5	4,5	-5,4	92	207	
5	9	7	-3,15	77	246	+
6	11	8	-2,9	93	227	+
7	6,7	6	-3,3	85	488	
8	4,6	7	-1,13	87	321	
Среднее значение	7,5 ± 2,3	6,3 ± 1,1	-3,4 ± 1,5	85 ± 5	312 ± 104	

ностворчатого протеза используется нативная створка венозного клапана с синусом, иссеченная из химически стабилизированной яремной вены крупного рогатого скота.

Размеры створки подбирали исходя из целевого диаметра ЛА, который необходимо было получить в результате реконструкции. Расчет проводили исходя из того, что расстояние между комиссурами должно равняться половине длины окружности реконструированной ЛА. Высота створки при этом составляет  $0,8 \pm 0,1$  расстояния между комиссурами.

Заплата из яремной вены вшивалась в трансаннулярный разрез посредством непрерывного обвивного шва. Операцию заканчивали по стандартной методике с обязательным прямым измерением давления в ПЖ перед ушиванием грудины. Во всех случаях эта величина не превышала 50 % от артериального давления, регистрируемого в лучевой артерии. Степень недостаточности клапана ЛА оценивали по ширине и глубине потока регургитации с помощью цветного доплеровского режима. Перед выпиской всем пациентам проводили контрольную эхокардиографию (рис. 1) с оценкой выводного тракта ПЖ и запирающей функции клапана легочной артерии (табл. 2).

Степень регургитации на легочном клапане оценивалась согласно зарубежным рекомендациям по неинвазивной диагностике недостаточности клапанов [17]. Степень недостаточности определяли по ширине и глубине потока регургитации с помощью цветного доплеровского режима. Ширина пото-



**Рис. 1.** Трансторакальная эхокардиография, высокая левая парастернальная позиция, проекция по длинной оси выводного отдела правого желудочка и клапана легочной артерии. Нативный клапан яремной вены указан стрелкой

ка регургитации более половины размера клапана оценивалась как 2-я ст., 2/3 клапана – 3-я ст. Тотальная недостаточность клапана обозначена как 4-я ст.

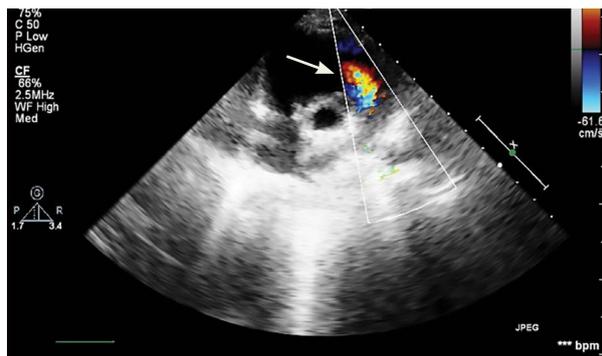
#### Статистический анализ

Анализ данных хирургического лечения проводился с помощью программы SPSS Statistic 22. Проверка гипотезы о нормальности распределения признаков производилась с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для описательной статистики нормально распределенных количественных признаков с равенством дисперсий использовались параметрические методы: вычисление средних значений и стандартных отклонений.

**Табл. 2.** Эхокардиографические показатели после операции

Пациент	При выписке			Через 1 год после операции		
	Градиент систолического давления между ПЖ и ЛА, мм рт. ст.	Недостаточность на клапане ЛА	Градиент систолического давления между ПЖ и ЛА, мм рт. ст.	Недостаточность на клапане ЛА	Фиброзное кольцо клапана ЛА, мм	Z-score
1	18	1-я ст.	56	1-я ст.	9	-2,6
2	18	1-я ст.	22	3-я ст.	17	2,5
3	25	2-я ст.	н/д	н/д	н/д	н/д
4	25	2-я ст.	8	3-я ст.	15	2,6
5	20	2-я ст.	10	4-я ст.	42	7,9
6	24	1-я ст.	17	3-я ст.	26	4
7	18	2-я ст.	25	2-я ст.	18	2,3
8	12	1-я ст.	10	3-я ст.	17	2,16

*Примечание.* ПЖ — правый желудочек; ЛА — легочная артерия; 1-я ст. — минимальная, 2-я ст. — умеренная, 3-я ст. — выраженная, 4-я ст. — тотальная; н/д — нет данных.



**Рис. 2.** Трансторакальная эхокардиография, левая парастернальная позиция, проекция по короткой оси на уровне клапана аорты. Определяется выраженная недостаточность клапана легочной артерии (указана стрелкой)

## Результаты

Летальных исходов не было. Осложненный послеоперационный период наблюдался у 2 детей вследствие выраженной сердечной недостаточности, которая требовала высоких доз кардиотонической поддержки, пролонгированной искусственной вентиляции легких в течение 3 и 23 сут., в среднем 3,3 сут. во всей группе, а в одном случае и пролонгированной (3 сут.) открытой стернотомии. Время госпитализации у этих пациентов составило 20 и 36 сут. соответственно. У неосложненных пациентов время искусственной вентиляции легких составляло от 8 до 24 ч, а время госпитализации — от 8 до 15 сут. (в среднем  $11 \pm 3$  сут.).

При выписке значимой обструкции на выводящем тракте ПЖ не наблюдалось, систолический градиент давления не превышал 25 мм рт. ст. У половины пациентов недостаточность на клапане ЛА была минимальной (до 1-й ст.), а у другой — средней (2-я ст.). Контрольное обследование через 1 год прошли 7 детей. У 1 ребенка выросла обструкция выводящего отдела ПЖ, связанная, по всей видимости, с недостаточной резекцией мышечной части при радикальной коррекции. У остальных детей градиент систолического давления не превышал 25 мм рт. ст., однако у 5 пациентов увеличилась степень недостаточности клапана ЛА (рис. 2). У 4 пациентов к первому году наблюдения недостаточность клапана ЛА стала выраженной (3-я ст.), а у 1 ребенка — тотальной с образованием истинной аневризмы вы-

водящего отдела ПЖ и ствола ЛА. При детальном обследовании этого больного выявлены остаточные устьевые стенозы ЛА, которые могли стать причиной значительной дилатации выводящего отдела ПЖ и ствола ЛА. У остальных обследованных детей отсутствовали признаки недостаточности кровообращения и признаки дилатации ПЖ, и за ними продолжено динамическое наблюдение.

## Обсуждение

В конце прошлого столетия использование заплаты с моностворкой для пластики выводящего отдела ПЖ предложено в надежде на предотвращение дисфункции ПЖ в отдаленном периоде вследствие недостаточности клапана ЛА. Для моностворки применялись различные материалы — от синтетических (гортекс, дакрон) до биологических (ксено- и аутоперикард, различные варианты аллогraftов) [18; 19].

После широкого внедрения данной операции в клиническую практику стало понятно, что явных преимуществ, особенно в отдаленном периоде, заплата с моностворкой не дает. Свиные легочные клапаны подвержены ранней дегенерации и в некоторых случаях, кроме недостаточности, вызывают стеноз. Осложнения при использовании синтетических заплат в основном представлены стенозированием и потерей подвижности запирающего элемента из-за прогрессивного разрастания неointимы. Аутоперикард склонен к чрезмерному растяжению с образованием псевдоаневризм. Гомографты подвержены ранней кальцификации. Использование механических клапанов требует применения высоких доз антикоагулянтных препаратов и реопераций в связи с переростом размера клапана [20–24].

Среди всех биологических материалов для реконструкции выводящего отдела ПЖ наиболее рекомендована яремная вена крупного рогатого скота, из которой производят широко известный кондуит Contegra [20; 25].

Идея использования моностворки из яремной вены для реконструкции выводящего отдела ПЖ при тетраде Фалло не нова. И хотя в литературе мы смогли выделить только две работы, посвященные анализу данного метода, очевидно, что применяют его в практике гораздо чаще [26; 27]. В представленных

работах заплату с собственным клапаном вырезали из кондуита Contegra и продемонстрированы неплохие непосредственные результаты. В 2007 г. опубликован первый опыт применения заплаты из яремной вены быка с собственной створкой, вырезанной из кондуита Contegra, для реконструкции пути оттока из правого желудочка. Несмотря на положительные результаты, представленные авторами в дальнейшем, методика не получила широкого распространения, скорее всего, ввиду экономической нецелесообразности [27].

В систематическом обзоре 2012 г. S.-M. Yuan проанализировал более 1 700 случаев применения кондуита Contegra за 10 лет и показал его преимущества не только со стороны низкой частоты стенозирования в отдаленном периоде, но и низкой частоты развития значимой недостаточности на собственном клапане. При этом в анализ включены случаи использования участка Contegra в качестве моностворчатого клапана [25].

В связи с этим идея использования заплаты из яремной вены быка с собственной створкой выглядит перспективной. Однако понятно, что вырезать створку из кондуита Contegra экономически неоправданно, а сертифицированной заплаты с моностворкой из яремной вены быка на международном рынке нет, чем, скорее всего, и обусловлено малое количество таких операций. В группе имплантируемых изделий и медицинских клеев ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России налажено производство такой заплаты. И это оказалось целесообразным, поскольку только малая часть яремных вен пригодна для изготовления полноценного кондуита, ввиду частого аномального развития створок, в то время как вырезать одну подходящую створку получается значительно чаще.

К сожалению, в нашем исследовании отдаленные результаты не оправдали ожиданий, прежде всего, из-за прогрессирования недостаточности клапана ЛА. Однако в отличие от других материалов, при которых недостаточность развивается из-за кальциноза створки или разрастания неоинтимы, в нашем исследовании мы отметили другую закономерность. Во всех случаях створка яремной вены спустя год после операции обладала подвиж-

ностью, не отличавшейся от исходного состояния, а недостаточность на уровне клапана ЛА была обусловлена расширением реконструированного ствола. Z-score у большинства пациентов превышал 2, а в одном достиг 7,9.

Следует отметить, что наши результаты сопоставимы с представленными у других авторов. Так, при оценке отдаленных результатов В. Chiappini с соавт. спустя  $21 \pm 17$  мес. после имплантации моностворки из яремной вены при радикальной коррекции тетрады Фалло сообщил о прогрессировании недостаточности клапана ЛА более чем у трети больных [27].

Действительно, эластичность стенки яремной вены превосходит другие биологические ткани, используемые для создания заплаты с моностворкой, и синтетические, растяжимость которых отсутствует [28]. По всей видимости, остаточное, по сравнению с нормой, высокое давление в ПЖ после радикальной коррекции создает чрезмерную нагрузку на заплату из яремной вены, которая филогенетически рассчитана на низкое венозное давление. С учетом того что одну сторону реконструированного ствола ЛА представляет более жесткая собственная стенка, создаются все предпосылки для растяжения заплаты из яремной вены, механизм которого также генетически заложен для компенсации высокого давления в венозном русле. Это подтверждают и другие исследователи. S.O. Shebani с соавт. в 2006 г. представил данные о дилатации кондуитов Contegra в 25,7 % случаев в отдаленном периоде вследствие повышенного давления, что приводило к недостаточности нативного клапана [29].

## Выводы

Несмотря на недостаточность клапана ЛА до 2-й ст. у 4 больных в раннем послеоперационном периоде и развитие значительной регургитации в отдаленном периоде у 5 больных, подвижность собственной створки представленной заплатой сохраняется в полном объеме даже спустя 1 год, что дает возможность для дальнейшего совершенствования материала заплаты для предотвращения связанной с ним недостаточности на клапане легочной артерии.

## Список литературы / References

- Omelchenko A.Y., Gorbatykh Y.N., Voitov A.V., Soyнов I.A., Kulyabin Y.Y., Gorbatykh A.V., Bogachev-Prokofiev A.V. Состояние основных параметров гемодинамики по данным транспульмональной термодилуции у детей после радикальной коррекции тетрады Фалло. *Сибирский медицинский журнал*. 2016;31(3):55-60. [Omelchenko A.Y., Gorbatykh Y.N., Voitov A.V., Soyнов I.A., Kulyabin Y.Y., Gorbatykh A.V., Bogachev-Prokofiev A.V. Assessment of main hemodynamic parameters by transpulmonary thermodilution in children after complete repair of tetralogy of Fallot. *The Siberian Scientific Medical Journal*. 2016;31(3):55-60. (In Russ.)]
- Bacha E. Valve-sparing or valve reconstruction options in tetralogy of Fallot surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*. 2017;20:79-83. PMID: 28007071. <https://doi.org/10.1053/j.pcsu.2016.09.001>
- Murphy J.G., Gersh B.J., Mair D.D., Fuster V., McGoon M.D., Ilstrup D.M., McGoon D.C., Kirklin J.W., Danielson G.K. Long-term outcome in patients undergoing surgical repair of tetralogy of Fallot. *N Engl J Med*. 1993;329(9):593-599. PMID: 7688102. <https://doi.org/10.1056/NEJM199308263290901>
- Nollert G., Fischlein T., Bouterwek S., Böhmer C., Klinner W., Reichart B. Long-term survival in patients with repair of tetralogy of Fallot: 36-year follow-up of 490 survivors of the first year after surgical repair. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30(5):1374-1383. PMID: 9350942. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(97\)00318-5](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(97)00318-5)
- Valente A.M., Gauvreau K., Assenza G.E., Babu-Narayan S.V., Schreier J., Gatzoulis M.A., Groenink M., Inuzuka R., Kilner P.J., Koyak Z., Landzberg M.J., Mulder B., Powell A.J., Wald R., Geva T. Contemporary predictors of death and sustained ventricular tachycardia in patients with repaired tetralogy of Fallot enrolled in the INDICATOR cohort. *Heart*. 2014;100(3):247-253. PMID: 24179163, PMCID: PMC3913216. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2013-304958>
- Karl T.R., Sano S., Pornviliwan S., Mee R.B. Tetralogy of Fallot: favorable outcome of nonneonatal transatrial, transpulmonary repair. *Ann Thorac Surg*. 1992;54(5):903-907. PMID: 1417283. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(92\)90646-1](https://doi.org/10.1016/0003-4975(92)90646-1)
- Di Donato R.M., Jonas R.A., Lang P., Rome J.J., Mayer J.E. Jr, Castaneda A.R. Neonatal repair of tetralogy of Fallot with and without pulmonary atresia. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1991;101(1):126-137. PMID: 1986154
- Carvalho J.S., Shinebourne E.A., Busst C., Rigby M.L., Redington A.N. Exercise capacity after complete repair of tetralogy of Fallot: deleterious effects of residual pulmonary regurgitation. *Br Heart J*. 1992;67(6):470-473. PMID: 1622697, PMCID: PMC1024889. <https://doi.org/10.1136/hrt.67.6.470>
- Kirklin J.K., Kirklin J.W., Blackstone E.H., Milano A., Pacifico A.D. Effect of transannular patching on outcome after repair of tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg*. 1989;48(6):783-791. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(89\)90671-1](https://doi.org/10.1016/0003-4975(89)90671-1)
- Cullen S., Shore D., Redington A. Characterization of right ventricular diastolic performance after complete repair of tetralogy of Fallot. Restrictive physiology predicts slow postoperative recovery. *Circulation*. 1995;91(6):1782-1789. PMID: 7882488. <https://doi.org/10.1161/01.cir.91.6.1782>
- Hickey E.J., Veldtman G., Bradley T.J., Gengsakul A., Manlhiot C., Williams W.G., Webb G.D., McCrindle B.W. Late risk of outcomes for adults with repaired tetralogy of Fallot from an inception cohort spanning four decades. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2009;35(1):156-164. PMID: 18848456. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.06.050>
- Sasson L., Houry S., Raucher Sternfeld A., Cohen I., Lenczner O., Bove E.L., Kapusta L., Tamir A. Right ventricular outflow tract strategies for repair of tetralogy of Fallot: effect of monocusp valve reconstruction. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2013;43(4):743-751. PMID: 23024233. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs479>
- Choi K.H., Sung S.C., Kim H., Lee H.D., Kim G., Ko H. Late results of right ventricular outflow tract reconstruction with a bicuspid expanded polytetrafluoroethylene valved conduit. *J Card Surg*. 2018;33(1):36-40. PMID: 29314335. <https://doi.org/10.1111/jocs.13507>
- Mercer C.W., West S.C., Sharma M.S., Yoshida M., Morell V.O. Polytetrafluoroethylene conduits versus homografts for right ventricular outflow tract reconstruction in infants and young children: An institutional experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;155(5):2082-2091. PMID: 29455964. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.11.107>
- Pande S., Sharma J.K., Siddhartha C.R., Bansal A., Agarwal S.K., Tewari P., Kapoor A. Fresh autologous pericardium to reconstruct the pulmonary valve at the annulus when tetralogy of Fallot requires a transannular patch at midterm. *Tex Heart Inst J*. 2016;43(3):207-213. PMID: 27303235, PMCID: PMC4894698. <https://doi.org/10.14503/THIJ-14-4609>
- Naik R., Johnson J., Kumar T.K.S., Philip R., Boston U., Knott-Craig C.J. Right ventricular function after repair of tetralogy of Fallot: a comparison between bovine pericardium and porcine small intestinal extracellular matrix. *Cardiol Young*. 2017;27(8):1522-1528. PMID: 28552087. <https://doi.org/10.1017/S1047951117000646>
- Zoghbi W.A., Adams D., Bonow R.O., Enriquez-Sarano M., Foster E., Grayburn P.A., Hahn R.T., Han Y., Hung J., Lang R.M., Little S.H., Shah D.J., Shernan S., Thavendiranathan P., Thomas J.D., Weissman N.J. Recommendations for noninvasive evaluation of native valvular regurgitation: A report from the American Society of Echocardiography developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30(4):303-371. PMID: 28314623. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.01.007>
- Kumar M., Turrentine M.W., Rodefeld M.D., Bell T., Brown J.W. Right ventricular outflow tract reconstruction with a polytetrafluoroethylene monocusp valve: a 20-year experience. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;28(2):463-470. PMID: 28043462. <https://doi.org/10.1053/j.semctvs.2016.05.003>
- Gundry S.R., Razzouk A.J., Boskind J.F., Bansal R., Bailey L.L. Fate of the pericardial monocusp pulmonary valve for right ventricular outflow tract reconstruction. Early function, late failure without obstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1994;107(3):908-912. PMID: 8127122. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(94\)70349-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(94)70349-3)
- Boethig D., Thies W.-R., Hecker H., Breyman T. Mid term course after pediatric right ventricular outflow tract reconstruction: a comparison of homografts, porcine xenografts and Contegras. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005;27(1):58-66. PMID: 15621472. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2004.09.009>
- Sasson L., Houry S., Raucher Sternfeld A., Cohen I., Lenczner O., Bove E.L., Kapusta L., Tamir A. Right ventricular outflow tract strategies for repair of tetralogy of Fallot: effect of monocusp valve reconstruction. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2013;43:743-751. PMID: 23024233. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs479>

22. Дедушкина Н.Ю. Моностворчатый клапан как фактор снижения риска при радикальной коррекции тетрады Фалло у детей раннего возраста. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2001;2(3):21. [Dedushkina N.Yu. A monocusp valve as a risk reduction factor in radical correction of tetralogy of Fallot in young children. *Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistyye zabolovaniya*. 2001;2(3):21. (In Russ.)].
23. Singh N.M., Loomba R.S., Gudausky T.M., Mitchell M.E. Monocusp valve placement in children with tetralogy of Fallot undergoing repair with transannular patch: A functioning pulmonary valve does not improve immediate postsurgical outcomes. *Congenit Heart Dis*. 2018;13(6):935-943. PMID: 30260077. <https://doi.org/10.1111/chd.12670>
24. Promphan W., Attanawanit S., Wanitkun S., Khowsathit P. The right and left ventricular function after surgical correction with pericardial monocusp in tetralogy of Fallot: mid-term result. *J Med Assoc Thai*. 2002;85(Suppl 4):S1266-S1274. PMID: 12549805.
25. Yuan S.-M. The Contegra valved bovine conduit: a biomaterial for the surgical treatment of congenital heart defects. *Arq Bras Cardiol*. 2012;99(6):1159-1166. PMID: 23152287. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2012005000105>
26. Ismail S.R., Kabbani M.S., Najm H.K., Abusuliman R.M., Elbarbary M. Early outcome of tetralogy of Fallot repair in the current era of management. *J Saudi Heart Assoc*. 2010;22(2):55-59. PMID: 23960595, PMCID: PMC3727392. <https://doi.org/10.1016/j.jsha.2010.02.006>
27. Chiappini B., Barrea C., Rubay J. Right ventricular outflow tract reconstruction with Contegra monocuspid transannular patch in tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg*. 2007;83(1):185-187. PMID: 17184657. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.07.071>
28. Костава В.Т., Зеливянская М.В., Кондратенко Ж.Е. Лютова И.Г. Кислиновская Н.В. Предклинические испытания устойчивых к повышенному давлению новых клапано-содержащих кондуитов на основе яремной вены. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. 2018;19(S6):8. [Kostava V.T., Zelyvanskaya M.V., Kondratenko J.E., Liutova I.G., Kislinovskaya N.V. Preclinical trials of pressure-resistant new valve-containing conduits on the basis of jugular vein. *Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistyye zabolovaniya*. 2018;19(S6):8. (In Russ.)]
29. Shebani S.O., McGuirk S., Baghai M., Stickley J., De Giovanni J.V., Bu'lock F.A., Barron D.J., Brawn W.J. Right ventricular outflow tract reconstruction using Contegra valved conduit: natural history and conduit performance under pressure. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2006;29(3):397-405. PMID: 16439155. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.11.040>

## Bovine monocusp in surgery for tetralogy of Fallot

Andrei A. Svobodov, Elena G. Levchenko, Gulnara S. Netalieva, Vachtang T. Kostava, Marina V. Zelyvanskaya, Vadim S. Rasumovsky

Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

**Corresponding author.** Andrei A. Svobodov, [aasvobodov@bakulev.ru](mailto:aasvobodov@bakulev.ru)

**Aim.** To evaluate the functionality of a bovine monocusp in surgery for tetralogy of Fallot.

**Methods.** We analyzed the results of surgical treatment in the early postoperative period in eight infants and one year after surgery in seven infants (age range, 0–12 months; mean weight =  $7.5 \pm 2.3$  kg). We used echocardiography to evaluate the residual pressure gradient between the right ventricle and the pulmonary artery, the degree of regurgitation on the pulmonary valve after surgery and to calculate Z-score and the fibrous ring diameter of the pulmonary valve in the late follow-up period. The degree of insufficiency was assessed by the width and depth of the regurgitation flow using the color Doppler mode.

**Results.** The pressure gradient on the eve of discharge did not exceed 25 mmHg for any patient. Pulmonary valve regurgitation was mild in four patients and moderate in the remaining patients. Seven children passed the observation one year after surgery. In one case, we discovered a right ventricle outflow tract obstruction. In other cases, the systolic pressure gradient did not exceed 25 mmHg. Four patients in the late follow-up period had severe valve regurgitation. Despite such valve insufficiency, the leaflet mobility in the bovine jugular vein patch was normal.

**Conclusion.** Early postoperative results for reconstructive surgery to repair tetralogy of Fallot with a bovine monocusp were promising. However, long-term results are comparable with those using other materials. The mobility of the native leaflet remains full even a year after surgery. Consequently, we have positive prospects in material improvement for making patches with native monocusps.

**Keywords:** congenital; infants; pulmonary valve insufficiency; tetralogy of Fallot

Received 14 May 2020. Revised 8 June 2020. Accepted 10 June 2020.

**Funding:** The study did not have sponsorship.

**Conflict of interest:** Authors declare no conflict of interest

### Author contributions

Conception and study design: A.A. Svobodov, E.G. Levchenko, V.T. Kostava

Data collection and analysis: G.S. Netalieva, M.V. Zelivyanskaya

Statistical analysis: E.G. Levchenko, M.V. Zelivyanskaya

Drafting the article: A.A. Svobodov, V.S. Rasumovsky

Critical revision of the article: V.S. Rasumovsky

Final approval of the version to be published: A.A. Svobodov, E.G. Levchenko, G.S. Netalieva, V.T. Kostava, M.V. Zelivyanskaya, V.S. Rasumovsky

**ORCID ID**

A.A. Svobodov, <https://orcid.org/0000-0003-2523-5212>

E.G. Levchenko, <https://orcid.org/0000-0001-8242-6221>

V.T. Kostava, <https://orcid.org/0000-0001-6868-200X>

G.S. Netalieva, <https://orcid.org/0000-0002-3369-477X>

M.V. Zelivyanskaya, <https://orcid.org/0000-0003-0757-6275>

V.S. Rasumovsky, <https://orcid.org/0000-0001-7802-4588>

**Copyright:** © 2020 Svobodov et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**How to cite:** Svobodov A.A., Levchenko E.G., Netalieva G.S., Kostava V.T., Zelivyanskaya M.V., Rasumovsky V.S. Bovine monocusp in surgery for tetralogy of Fallot. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(4):42-49. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-4-42-49>