

DOI: <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2025.1.63>

А. В. Горустович^{1,2}, Н. С. Житкова¹, Ю. И. Линник¹,
К. В. Дроздовский¹

ПЛАСТИКА И ПРОТЕЗИРОВАНИЕ НЕОАОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ АРТЕРИАЛЬНОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ У ДЕТЕЙ

ГУ «Республиканский научно-практический центр
детской хирургии¹
УО «Белорусский государственный медицинский университет»²

Введение. В современной детской кардиохирургии у детей с транспозицией магистральных сосудов (ТМС) выполняют операцию артериального переключения, после которой анатомически легочный клапан начинает функционировать как системный, т. е. неоаортальный клапан (нео-АК).

Цель: оценить возможности пластики и протезирования нео-АК у детей с ТМС после операции артериального переключения.

Материалы и методы. В РНПЦ «Кардиология» и РНПЦ детской хирургии с 2004 по 2024 гг. операцию артериального переключения выполнили 305 детям с ТМС. Средний возраст детей составил $11,2 \pm 3,8$ суток. Простая форма ТМС была у 213 детей (69,8 %), ТМС с дефектом межжелудочковой перегородки – 67 (22,0 %), двойное отхождение магистральных сосудов от правого желудочка с ТМС (аномалия Тауссиг-Бинга) – 24 (7,9 %), врожденная корригированная ТМС с дефектом межжелудочковой перегородки – 1 (0,3 %).

Результаты. На госпитальном этапе после операции артериального переключения было 18 летальных исходов (5,9 %), послеоперационные осложнения диагностировали у 13 пациентов (4,3 %). Отдаленный период после операции артериального переключения был изучен у 253 детей (83,0 %). Длительность наблюдения составила в среднем $8,1 \pm 4,7$ лет. В отдаленном периоде после операции артериального переключения пластика нео-АК была выполнена 1 пациенту (0,4 %), протезирование нео-АК механическими протезами – 3 детям (1,2 %).

Заключение. Существует возможность протезирования нео-АК у детей с ТМС после операции артериального переключения механическими протезами необходимого диаметра.

Ключевые слова: транспозиция магистральных сосудов, неоаортальный клапан, пластика, протезирование.

A. V. Gorustovich, N. S. Zhitkova, U. I. Linnik, K. V. Drozdovskiy

NEOAORTIC VALVE REPAIR AND REPLACEMENT AFTER ARTERIAL SWITCH OPERATION IN CHILDREN

Introduction. Arterial switch operation is performed in children with transposition of the great arteries (TGA) in modern pediatric cardiac surgery. Pulmonary valve begins to function as a systemic one after arterial switch operation, that is neoaortic valve (neo-AV).

Objective was to evaluate the possibilities of neo-AV repair and replacement after arterial switch operation in children with TGA.

Materials and methods. Arterial switch operation was performed in 305 children with TGA at the RSPC “Cardiology” and RSPC of Pediatric Surgery from 2004 to 2024 years. Mean age of the children was 11.2 ± 3.8 days. Simple TGA was in 213 children (69.8 %).

□ Оригинальные научные публикации

TGA with ventricular septal defect was in 67 patients (22.0 %). Double outlet right ventricle with TGA (Taussig-Bing anomaly) was in 24 children (7.9 %). Congenitally corrected TGA with ventricular septal defect was in 1 patient (0.3 %).

Results. There were 18 deaths (5.9 %) during hospital stage after arterial switch operation, postoperative complications were diagnosed in 13 patients (4.3 %). Long-term period was studied in 253 children (83.0 %) after arterial switch operation. Mean follow-up duration was 8.1 ± 4.7 years. Neo-AV repair was performed in 1 patient (0.4 %), neo-AV replacement with mechanical prostheses was performed in 3 children (1.2 %) in long-term period after arterial switch operation.

Conclusion. It's possible to replace neo-AV with mechanical prostheses of the required diameter in children with TGA after arterial switch operation.

Key words: transposition of the great arteries, neo-aortic valve, repair, replacement.

В современной детской кардиохирургии у детей с транспозицией магистральных сосудов (ТМС) выполняют операцию артериального переключения, после которой анатомически легочный клапан начинает функционировать как системный, т. е. неоортальный клапан (нео-АК).

При врожденных и приобретенных пороках аортального клапана у детей показания и возможности пластики и протезирования нативного клапана достаточно хорошо изучены. При этом данные о хирургических вмешательствах на нео-АК после операции артериального переключения у детей встречаются достаточно редко [1].

Цель исследования: оценить возможности пластики и протезирования нео-АК у детей с ТМС после операции артериального переключения.

Материал и методы

В РНПЦ «Кардиология» и РНПЦ детской хирургии с 2004 по 2024 г. операцию артериального переключения выполнили 305 детям с ТМС.

Средний возраст детей составил $11,2 \pm 3,8$ суток, большинство оперированных пациентов были лица мужского пола – 209 (68,5 %), женского – 96 (31,5 %). Простая форма ТМС была у 213 детей (69,8 %), ТМС с дефектом межжелудочковой перегородки – 67 (22,0 %), двойное отхождение магистральных сосудов от правого желудочка с ТМС (аномалия Тауссиг-Бинга) – 24 (7,9 %), врожденная корригированная ТМС с дефектом межжелудочковой перегородки – 1 (0,3 %). До операции артериального переключения 6 детям (2,0 %) с аномалией Тауссиг-Бинга было выполнено бандирование легочной артерии, 2 из них также была проведена коррекция гипоплазированной дуги аорты, 2 – пластика коарктации аорты. Хирургическую коррекцию сопутствующих врожденных пороков сердца

во время операции артериального переключения провели 96 детям (31,5 %): коррекция дефекта межжелудочковой перегородки (окклюдерами) – 73 (5), коррекция гипоплазированной дуги аорты и дефекта межжелудочковой перегородки – 16, пластика коарктации аорты – 4, бандирование легочной артерии при аномалии Тауссиг-Бинга – 2, операция Сеннинга с коррекцией дефекта межжелудочковой перегородки – 1.

В предоперационном периоде всем детям с ТМС выполняли эхокардиографию с измерением открытого овального окна и градиента давления между предсердиями. Со стороны клапана легочной артерии, который будет функционировать как системный после операции артериального переключения: количество створок, диаметр клапанного кольца, степень регургитации, тах градиент систолического давления. Также оценивали функцию левого желудочка.

В предоперационном периоде по экстренным показаниям 186 пациентам (61,0 %) с ТМС была выполнена эндоваскулярная баллонная атриосептостомия по Рашкинду в связи с небольшим диаметром открытого овального окна.

По данным эхокардиографии до операции артериального переключения клапан легочной артерии (после операции нео-АК) был функционально бикуспидальный у 26 детей (8,5 %).

Пластика нео-АК во время операции артериального переключения была выполнена 1 пациенту (0,3 %), которая заключалась в рассечении сросшихся створок по комиссурам, не доходя до стенки 1 мм во избежание развития недостаточности нео-АК в послеоперационном и отдаленном периодах.

Для статистической обработки результатов применили программу Statistica. Принятый уровень значимости $p < 0,05$. Количественные показатели представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения.

Результаты

На госпитальном этапе после операции артериального переключения было 18 летальных исходов (5,9 %), причиной госпитальной летальности была острая сердечная недостаточность. В раннем послеоперационном периоде 7 пациентам (2,3 %) была подключена веноартериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация. У 13 детей (4,3 %) диагностировали послеоперационные осложнения. Имплантация миокардиальных электрокардиостимуляторов была произведена 8 пациентам с послеоперационной АВ-блокадой 3 ст. Рестернотомию и гемостаз выполнили 2 детям с послеоперационным кровотечением. Медиастинит возник у 2 пациентов, потребовавший выполнения санации и дренирования средостения. Лимфорей была у 1 ребенка, которому выполнили торакотомию для проведения хилостаза.

Данные эхокардиографии в дооперационном периоде и после операции артериального переключения у детей представлены в таблице 1.

По сравнению с дооперационным периодом у детей непосредственно после операции арте-

риального переключения max градиент систолического давления на нео-АК не увеличивается, однако, у 12 детей (4,0 %) регургитация на нео-АК 2-й степени ($p = 0,005$).

Отдаленный период был изучен у 253 детей (83,0 %) с ТМС после операции артериального переключения. Длительность наблюдения составила в среднем $8,1 \pm 4,7$ лет.

Данные эхокардиографии непосредственно после операции артериального переключения и в отдаленном периоде представлены в таблице 2.

По сравнению с послеоперационным периодом у детей в отдаленном периоде после операции артериального переключения max градиент систолического давления на нео-АК сохраняется таким же, однако, у 37 детей (14,6 %) регургитация на нео-АК 2-й степени ($p < 0,001$), у 5 (2,0 %) – регургитация 3-й степени ($p = 0,044$).

В отдаленном периоде 1 пациенту (0,4 %) в связи с выраженной недостаточностью нео-АК через 2 года после операции артериального переключения была выполнена пластика клапана: ресуспензия комиссуры между левой

Таблица 1. Данные эхокардиографии в дооперационном и послеоперационном периодах

Показатель		До операции (n = 305)	После операции (n = 303)	p
Диаметр клапана ЛА (нео-АК), мм		$9,4 \pm 1,6$	$9,6 \pm 1,4$	0,069
ГСД max на клапане ЛА (нео-АК), мм рт. ст.		$6,8 \pm 4,9$	$7,3 \pm 4,2$	0,485
Степень регургитации на клапане ЛА (нео-АК), n (%)	0	262 (85,9)	71 (23,4)	< 0,001
	1	42 (13,8)	220 (72,6)	< 0,001
	2	1 (0,3)	12 (4,0)	0,005
	3	0 (0)	0 (0)	–
	4	0 (0)	0 (0)	–
КДР ЛЖ, мм		$17,5 \pm 2,8$	$19,7 \pm 2,7$	< 0,001
КСР ЛЖ, мм		$10,0 \pm 2,4$	$12,5 \pm 2,1$	< 0,001
ФВ ЛЖ, %		$74,3 \pm 8,1$	$67,5 \pm 7,3$	< 0,001

Примечание: ЛА – легочная артерия; ГСД – градиент систолического давления; КДР – конечно-диастолический размер; КСР – конечно-систолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ФВ – фракция выброса.

Таблица 2. Данные эхокардиографии в послеоперационном и отдаленном периодах

Показатель		После операции (n = 303)	Отдаленный период (n = 253)	p
Диаметр нео-АК, мм		$9,6 \pm 1,4$	$20,6 \pm 5,2$	< 0,001
ГСД max на нео-АК, мм рт. ст.		$7,3 \pm 4,2$	$7,3 \pm 4,0$	0,399
Степень регургитации нео-АК, n (%)	0	71 (23,4)	18 (7,1)	< 0,001
	1	220 (72,6)	193 (76,3)	0,373
	2	12 (4,0)	37 (14,6)	< 0,001
	3	0 (0)	5 (2,0)	0,044
	4	0 (0)	0 (0)	–
КДР ЛЖ, мм		$19,7 \pm 2,7$	$37,5 \pm 7,5$	< 0,001
КСР ЛЖ, мм		$12,5 \pm 2,1$	$23,2 \pm 5,4$	< 0,001
ФВ ЛЖ, %		$67,5 \pm 7,3$	$68,0 \pm 6,0$	0,820

Примечание: обозначения те же, что и в таблице 1.

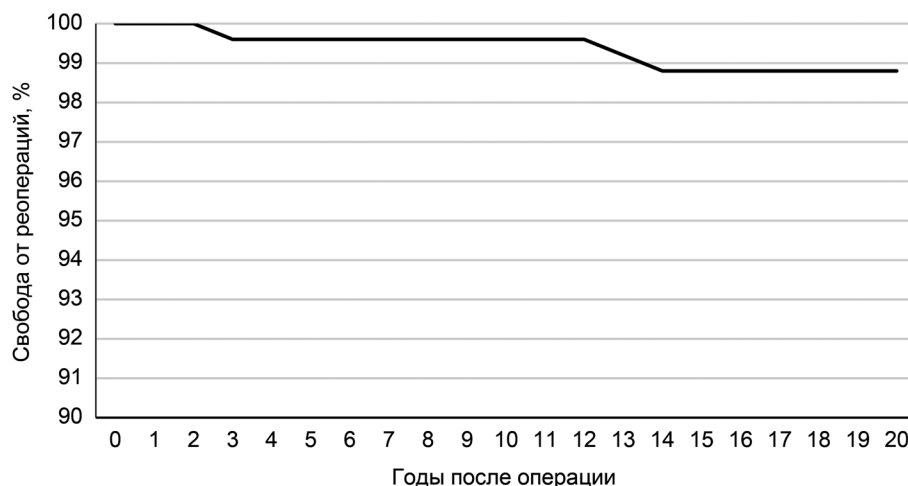


Рисунок 1. Свобода от реопераций на неоаортальном клапане

коронарной и некоронарной створками, а также П-образным швом под некоронарной створкой уменьшение диаметра клапанного кольца нео-АК.

Протезирование нео-АК механическими протезами в отдаленном периоде после операции артериального переключения в связи с выраженной недостаточностью клапана было выполнено 3 пациентам (1,2 %), одному из которых была выполнена пластика нео-АК, описанная выше. Актуарная кривая свободы от реопераций по поводу недостаточности нео-АК представлена на рисунке 1.

Протезирование нео-АК было выполнено детям в возрасте 6, 12 и 13 лет. Диаметр имплантированных механических протезов составил 21, 23 и 25 мм.

Обсуждение

Улучшение результатов хирургического лечения детей с ТМС приводит к необходимости оценки функции нео-АК после операции артериального переключения.

Отдаленные результаты функции нео-АК после операции артериального переключения при ТМС описаны некоторыми авторами. Наиболее частой проблемой в данной группе пациентов в отдаленном периоде является расширение корня аорты с развитием аортальной регургитации, которая встречается примерно у 75,0 % пациентов при длительном наблюдении [2, 3]. Стеноз нео-АК легкой или средней степени тяжести, не требующий последующих реинтервенций, наблюдается у 0,3–10,0 % пациентов, регургитация легкой или тяжелой степени наблюдается у 4,8–22,0 % [4–8]. По данным Schwarz M. L. et al. основными предикторами

развития аортальной регургитации в отдаленном периоде являются следующие: билатеральное бандирование до операции артериального переключения, вмешательства на выходном отделе левого желудочка, дети на момент операции старше 1 года [2]. Losay J. et al. описывали факторы, повышающие в отдаленном периоде риск хирургического вмешательства на нео-АК: сопутствующий дефект межжелудочковой перегородки, билатеральное бандирование ветвей легочной артерии до операции артериального переключения, ассоциированная с ТМС коарктация аорты или перерыв дуги аорты, значительное несовпадение диаметров легочной артерии и аорты, при операции артериального переключения более старший возраст и наличие выраженной аортальной регургитации при выписке [9]. Предикторами развития регургитации на нео-АК также являются: бикуспидальный нео-АК (легочный), расширение корня аорты и высокая регургитация на клапане на момент операции артериального переключения [10]. В нашей выборке пациентов с большинством из этих характеристик не было. Оперативное вмешательство по поводу неоаортальной регургитации по данным литературы требуется 2,2–18,1 % пациентов при длительном наблюдении, в других публикациях с менее длительным периодом наблюдения (13–15 лет) реоперации описаны не были [2, 10]. За 20-летний период наблюдения в нашей выборке реоперации по поводу недостаточности нео-АК после операции артериального переключения были выполнены 3 пациентам (1,2 %). С увеличением длительности наблюдения в данной группе пациентов ожидается увеличение количество реопераций по поводу дисфункции нео-АК.

Выводы:

1. Функция нео-АК у детей с ТМС после операции артериального переключения в ближайшем периоде сохраняется удовлетворительной.
2. Пластика нео-АК в связи с его недостаточностью была выполнена 1 пациенту (0,4 %) после операции артериального переключения в ближайшем периоде.
3. Протезирование нео-АК в связи с его недостаточностью было выполнено 3 детям (1,2 %) после операции артериального переключения в отдаленном периоде.

Литература

1. *Hawkins, J. A., Kouretas P. C., Holubkov R. et al.* Intermediate-term results of repair for aortic, neo-aortic, and truncal valve insufficiency in children // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2007. – Vol. 133, № 5. – P. 1311–7.
2. *Schwartz, M. L., Gauvreau K., del Nido P. et al.* Long-term predictors of aortic root dilation and aortic regurgitation after arterial switch operation // *Circulation.* – 2004. – Vol. 110, № 11 (Suppl 1). – P. 128–32.
3. *Shepard, C. W., Germanakis I., White M. T. et al.* Cardiovascular Magnetic Resonance Findings Late After the Arterial Switch Operation // *Circ Cardiovasc Imaging.* – 2016. – Vol. 9, № 9. – P. e004618.
4. *De Praetere, H., Vandesande J., Rega F. et al.* 20 years of arterial switch operation for simple TGA // *Acta Chir Belg.* – 2014. – Vol. 114, № 2. – P. 92–8.
5. *Martins, D., Khraiche D., Legendre A. et al.* Aortic angle is associated with neo-aortic root dilatation and regurgitation following arterial switch operation // *Int J Cardiol.* – 2019. – Vol. 280. – P. 53–56.
6. *Daebritz, S. H., Nollert G., Sachweh J. S. et al.* Anatomical risk factors for mortality and cardiac morbidity after arterial switch operation // *Ann Thorac Surg.* – 2000. – Vol. 69, № 6. – P. 1880–6.
7. *Prêtre, R., Tamisier D., Bonhoeffer P. et al.* Results of the arterial switch operation in neonates with transposed great arteries // *Lancet.* – 2001. – Vol. 357, № 9271. – P. 1826–30.
8. *G. von Bernuth.* 25 years after the first arterial switch procedure: mid-term results // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 2000. – Vol. 48. – P. 228–32. doi: 10.1055/s-2000-6896.
9. *Losay, J., Touchot A., Capderou A. et al.* Aortic valve regurgitation after arterial switch operation for transposition

of the great arteries: incidence, risk factors, and outcome // *J Am Coll Cardiol.* – 2006. – Vol. 47, № 10. – P. 2057–62.

10. *Rueda, Soriano J., Rodríguez Puras M. J., Buendía Fuentes F. et al.* Time course and predictors for neo-aortic root dilatation and neo-aortic valve regurgitation during adult life after arterial switch operation // *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* – 2021. – Vol. 74, № 4. – P. 329–336.

References

1. *Hawkins, J. A., Kouretas P. C., Holubkov R. et al.* Intermediate-term results of repair for aortic, neo-aortic, and truncal valve insufficiency in children // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2007. – Vol. 133, № 5. – P. 1311–7.
2. *Schwartz, M. L., Gauvreau K., del Nido P. et al.* Long-term predictors of aortic root dilation and aortic regurgitation after arterial switch operation // *Circulation.* – 2004. – Vol. 110, № 11 (Suppl 1). – P. 128–32.
3. *Shepard, C. W., Germanakis I., White M. T. et al.* Cardiovascular Magnetic Resonance Findings Late After the Arterial Switch Operation // *Circ Cardiovasc Imaging.* – 2016. – Vol. 9, № 9. – P. e004618.
4. *De Praetere, H., Vandesande J., Rega F. et al.* 20 years of arterial switch operation for simple TGA // *Acta Chir Belg.* – 2014. – Vol. 114, № 2. – P. 92–8.
5. *Martins, D., Khraiche D., Legendre A. et al.* Aortic angle is associated with neo-aortic root dilatation and regurgitation following arterial switch operation // *Int J Cardiol.* – 2019. – Vol. 280. – P. 53–56.
6. *Daebritz, S. H., Nollert G., Sachweh J. S. et al.* Anatomical risk factors for mortality and cardiac morbidity after arterial switch operation // *Ann Thorac Surg.* – 2000. – Vol. 69, № 6. – P. 1880–6.
7. *Prêtre, R., Tamisier D., Bonhoeffer P. et al.* Results of the arterial switch operation in neonates with transposed great arteries // *Lancet.* – 2001. – Vol. 357, № 9271. – P. 1826–30.
8. *G. von Bernuth.* 25 years after the first arterial switch procedure: mid-term results // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 2000. – Vol. 48. – P. 228–32.
9. *Losay, J., Touchot A., Capderou A. et al.* Aortic valve regurgitation after arterial switch operation for transposition of the great arteries: incidence, risk factors, and outcome // *J Am Coll Cardiol.* – 2006. – Vol. 47, № 10. – P. 2057–62.
10. *Rueda, Soriano J., Rodríguez Puras M. J., Buendía Fuentes F. et al.* Time course and predictors for neo-aortic root dilatation and neo-aortic valve regurgitation during adult life after arterial switch operation // *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* – 2021. – Vol. 74, № 4. – P. 329–336.

Поступила 30.07.2024 г.