

© Коллектив авторов, 2014

УДК 616.132.2-089.844

МЕТОД РЕИМПЛАНТАЦИИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ АРТЕРИАЛЬНОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ

*А.С. Ильин, П.В. Теплов, В.А. Сакович, Ю.Ю. Спичак, К.А. Ильиных,
И.С. Афанасьев, А.М. Титов, В.А. Лыткин*

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава РФ;
улица Караульная 45, г. Красноярск, 660020, Российская Федерация

Ильин Алексей Сергеевич, канд. мед. наук, заведующий отделением;

Теплов Павел Викторович, сердечно-сосудистый хирург, e-mail: teplovpv@gmail.com;

Сакович Валерий Анатольевич, доктор мед. наук, профессор, главный врач;

Спичак Юлия Юрьевна, кардиолог;

Ильиных Константин Александрович, заведующий отделением;

Афанасьев Иван Сергеевич, анестезиолог-реаниматолог;

Титов Александр Михайлович, сердечно-сосудистый хирург;

Лыткин Владимир Андреевич, канд. мед. наук, врач функциональной диагностики

Введение. Во время операции артериального переключения (АП) хирургу приходится изменять анатомическую позицию коронарных артерий (КА), что может быть причиной острой коронарной недостаточности вследствие их перегибов и деформации. Данное грозное осложнение, как правило, является фатальным.

Материал и методы. За период 2012–2013 гг. было выполнено 14 операций АП у новорожденных и детей первого года жизни, 13 из них – с использованием техники закрытой реимплантации КА. Согласно Лейденской классификации диагностированы следующие варианты КА: в 71,4% – 1LCA, CxA; 2RCA; в 21,4% – «задняя петля» (1LCA; 2RCA, CxA). В одном случае

у ребенка с аномалией Тауссиг–Бинга единственная КА отходила от нелицевого синуса, что значительно усложнило транслокацию КА.

Результаты. По данным интраоперационной эхокардиографии (ЭхоКГ) зоны гипокинеза выявлены у 6 (42,8%) пациентов с полным восстановлением систолической функции ЛЖ в течение 1–3 дней после операции. Фракция выброса левого желудочка (ЛЖ) у этих пациентов составила $59,8 \pm 9,9\%$. На этапе становления методики всем пациентам формировался хирургический диастаз грудины на срок 12–96 ч (в среднем $50,4 \pm 28,8$ ч) вне зависимости от массы тела и длительности операции. Окклюзия аорты составила $131,2 \pm 24,1$ мин, время искусственного кровообращения (ИК) – $272,0 \pm 26,7$ мин. Время искусственной вентиляции легких (ИВЛ) было равно $366,8 \pm 205,8$ ч, среднее время пребывания в реанимации – $10,8 \pm 4,5$ сут. За весь период наблюдения умер один пациент на 34-е сутки после операции вследствие развившихся септических осложнений на фоне манифестации ВИЧ-инфекции. В течение 2013 г. госпитальная летальность после операции АП отсутствовала.

Заключение. Техника закрытой реимплантации КА позволяет наиболее оптимально позиционировать коронарную артерию в корне неоаорты и стандартизировать подходы к операции АП вне зависимости от анатомии КА.

Ключевые слова: транспозиция магистральных артерий; артериальное переключение; имплантация коронарных артерий.

ARTERIAL SWITCH OPERATIONS: THE METHOD OF CORONARY ARTERIES REIMPLANTATION

A.S. Il'in, P.V. Teplov, V.A. Sakovich, Yu.Yu. Spichak, K.A. Il'inykh, I.S. Afanas'ev, A.M. Titov, V.A. Lytkin

The Federal Center of Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of the Russian Federation; ulitsa Karaul'naya, 45, Krasnoyarsk, 660020, Russian Federation

Il'in Alexey Sergeevich, MD, PhD, Chief of Department, e-mail: ilyinas@krascor.ru;

Teplov Pavel Viktorovich, Cardiovascular Surgeon, e-mail: teplovpv@gmail.com;

Sakovich Valeriy Anatol'evich, MD, DM, Professor, Head Physician;

Spichak Yuliya Yur'evna, Cardiologist;

Il'inykh Konstantin Aleksandrovich, Chief of Department;

Afanas'ev Ivan Sergeevich, Anesthesiologist-Intensivist;

Titov Aleksander Mikhaylovich, Cardiovascular Surgeon;

Lytkin Vladimir Andreevich, MD, PhD, Functional Diagnostics Physician

Objective. Arterial switch operations (ASO) implicates that surgeon must change the true coronary artery (CA) anatomical position that occasionally may induce acute coronary insufficiency because of CA distortion or compression. This life-threatening complication is usually fatal.

Material and methods. 14 ASO were performed in the Krasnoyarsk Center of Cardiovascular Surgery from 2012 to 2013 where closed CA reimplantation technique were applied in 13 newborns and neonates. According to Leiden classification CA patterns were as follows: 71,4% (1LCA, CxA; 2RCA); in 21,4% – “back loop” (1LCA; 2RCA, CxA). In one case, infant with Taussig–Bing anomaly had a single CA arising from the non-facing sinus, which has significantly complicated translocation of the CA to the neo-aortic root.

Results. Transesophageal echocardiography in operating room showed slightly hypokinetic area of the interventricular septum in 6 (42,8%) patients, with complete restoring left ventricle (LV) systolic function within 1–3 days after surgery. Left ventricle ejection fraction was not lower than $59,8 \pm 9,9\%$ in all cohort of patients. At the beginning, we did not close chest for any patient for 12–96 hours (mean $50,4 \pm 28,8$ hours) regardless both body weight and duration of the operation. Mean cross-clamping time was $131,2 \pm 24,1$ min, bypass time $272 \pm 26,7$ min. The mean time on ventilator support did not exceed $366,8 \pm 205,8$ hrs and intensive care unit (ICU) stay was $10,8 \pm 4,5$ days. During the follow-up, only one patient with human immunodeficiency virus (HIV) died on 34th postop day due to septic complications. Otherwise there was no mortality after ASO in our Hospital.

Conclusion. The technique of closed CA reimplantation makes surgeon be able to find the most fine position in the neo-aortic root and allows to standardize approaches for ASO despite CA patterns.

Key words: transposition of the great arteries; arterial switch; coronary artery pattern.

Введение

Проблема реимплантации устьев коронарных артерий (КА) при операциях артериального переключения (АП) до сих пор остается актуальной. Во время операции АП хирургу приходится изменять анатомическую позицию КА, что в 0,8–14,2% случаев [1] может привести к развитию острой коронарной недостаточности, связанной с перегибами, сдавлением или избыточным натяжением коронарных артерий. Данные осложнения, как правило, являются фатальными. В настоящее время используется множество модификаций операции АП, связанных с манипулированием магистральными сосудами и коронарными артериями. Большинство из них касается технических приемов реимплантации

коронарных артерий, которых, по данным литературы, насчитывается более 16 [2–16].

Цель работы – продемонстрировать опыт выполнения операции артериального переключения с использованием техники закрытой реимплантации коронарных артерий.

Материал и методы

Характеристика пациентов

За период 2012–2013 г. выполнено 14 операций артериального переключения у 6 девочек и 8 мальчиков, возраст которых на момент операции составил 2–85 сут ($17,0 \pm 27,1$), масса тела 2,6–4,4 кг ($3,4 \pm 0,5$). Из них простая транспозиция магистральных сосудов (ТМС) – у 7 (50%) детей,

Характеристика пациентов

№	Диагноз	Возраст, сут	Масса тела, кг	Классификация по R. Van Praagh	Формула коронарных артерий
1	Простая ТМС	10	2,8	SDD	1LCA; 2RCA
2		7	3,2	SDD	1LCA; 2RCA, CxCA
3		2	3,5	SDD	1LCA; 2RCA, CxCA
4		6	3,4	SDD	1LCA; 2RCA
5		6	3,5	SDD	1LCA; 2RCA
6		7	3,2	SDD	1LCA; 2RCA
7		5	2,9	SDD	1LCA; 2RCA
8	ТМС с ДМЖП	7	3,4	SDD	1LCA; 2RCA
9		11	4,4	SDD	1LCA; 2RCA
10		12	2,6	SDD	1LCA; 2RCA
11		4	3,2	SDD	1LCA; 2RCA, CxCA
12	ТМС с ДМЖП, коарктация аорты	3	3,6	SDD	1LCA; 2RCA
13	Аномалия Тауссиг–Бинга, предуктальная коарктация аорты	85	3,8	SDD	1LCA; 2RCA
14	Аномалия Тауссиг–Бинга	6	2,8	SDD	Единственная КА, отходящая от нелицевого синуса

Примечание. LCA – left coronary artery; CxA – circumflex coronary artery; RCA – right coronary artery; SDD – solitus, dexter, dexter.

ТМС с дефектом межжелудочковой перегородки (ДМЖП) – у 4 (28,6%), ТМС с ДМЖП с коарктацией аорты – у 1 (7,1%), двойное отхождение магистральных сосудов (ДОМС) от правого желудочка с ДМЖП с коарктацией аорты и перерывом дуги – у 2 (14,3%) (см. таблицу). У 10 (71,4%) пациентов диагноз был установлен пренатально, и дети с момента рождения получали инфузию алпростадил в дозе 5–10 нг/кг/мин ($5,5 \pm 2,8$ нг/кг/мин) в течение 2–12 сут ($7,7 \pm 3,5$ сут). У 3 (21,4%) пациентов, у которых уровень гипоксемии не удавалось контролировать консервативно (с помощью инфузии алпростадил, искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и инсуффляции NO), была выполнена процедура Рашкинда.

В соответствии с Лейденской классификацией были установлены следующие анатомические варианты коронарных артерий: 71,4% – 1LCA, CxA;

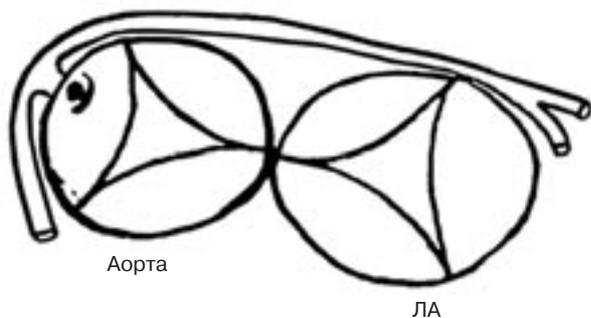


Рис. 1. Отхождение единственной коронарной артерии от нелицевого синуса аорты

2RCA; в 21,4% была диагностирована «задняя петля» (1LCA; 2RCA, CxA). В одном случае у ребенка с аномалией Тауссиг–Бинга единственная КА отходила от нелицевого синуса (рис. 1), что значительно усложняло транслокацию КА. Учитывая эту особенность и расположение магистральных сосудов бок о бок, у данного пациента было принято решение об использовании техники «люка», у остальных больных была применена техника, описанная ниже.

Хирургическая техника

Все операции проводились в условиях искусственного кровообращения, умеренной гипотермии (28 °С), с антеградной в сочетании с ретроградной холодной кровяной кардиopleгией. Устья коронарных артерий выделяли на площадках, коронарные артерии мобилизовали на небольшом протяжении – 3–4 мм для обеспечения необходимой мобильности. Во время коррекции аномалии Тауссиг–Бинга у обоих пациентов потребовалось более протяженное их выделение. После маневра Lescompte формировалась неоаорта с метками в виде узловых швов в проекции комиссур аортального клапана. Для определения точного места имплантации коронарных артерий зажим с аорты снимали. На «расправленной» неоаорте выполнялся разрез синуса (расстояние между метками) скальпелем № 11 снизу вверх в косом направлении (рис. 2, а). Угол разреза определялся осью расположения ствола коронарных артерий [3]. Одним из обязательных условий успешной реимплантации является совпадение угла разреза и оси коронарной арте-



Рис. 2. Этапы выполнения реимплантации коронарных артерий при артериальном переключении (схема):

а – направление разреза (пунктир) на стволе неоаорты при А-мальпозиции аорты; б – направление разреза (пунктир) на стволе неоаорты при D-мальпозиции аорты; в – реконструкция неолегочной артерии заплатой из аутоперикарда с сохранением двух зон роста

рии при реимплантации площадки, чаще всего этот угол составляет около 60° . Но у двух пациентов при расположении сосудов бок о бок приходилось располагать разрез под углом 120° , как показано на рисунке 2, б. После реимплантации устьев коронарных артерий и снятия зажима с аорты выполнялась реконструкция неолегочной артерии по стандартной методике. Для этого мы использовали заплату из аутоперикарда в виде «штанов» (рис. 2, в). Заплату имплантировали по краям лицевых синусов неолегочной артерии, оставляя, таким образом, две нативные зоны роста. У 7 (50%) пациентов устраняли сопутствующие ВПС: закрытие ДМЖП выполнили у 5 (35,7%) больных, реконструкцию дуги аорты – у 2 (14,3%).

Статистика

Анализ результатов и статистическая обработка проводились в программе Microsoft Excel 2010. Учитывая небольшую выборку пациентов, использование единой хирургической методики, а также малый период наблюдения после операции, мы представляем только непосредственные результаты после операции АП с закрытой реимплантацией КА. Количественные переменные представлены в виде $M \pm \sigma$, качественные – n (%).

Результаты

Восстановление сердечной деятельности у всех пациентов по мере согревания происходило через синусовый ритм, визуально и по данным мониторинга ЭКГ ишемических изменений миокарда отмечено не было. Для контроля качества выполненной операции у всех пациентов проводилась чреспищеводная эхокардиография. Зоны гипокинезов были выявлены у 6 (42,8%) пациентов в области межжелудочковой перегородки. У 3 из них, кроме того, выполнялась реконструкция перешейка и дуги аорты в условиях глубокой гипотермии и остановки искусственного кровообращения (ИК). Восстановление систолической функции наблюдалось в течение

1–3 дней после операции. Фракция выброса левого желудочка (ЛЖ) у этих пациентов была не ниже 45% и варьировала в пределах 45–68% ($59,8 \pm 9,9\%$). Недостаточность на митральном клапане более I ст. не наблюдалась. Недостаточность аортального клапана во всех случаях не превышала I ст. По данным инвазивного мониторинга давление в левом предсердии после операции в среднем составило 2–10 мм рт. ст. ($5,6 \pm 2,9$ мм рт. ст.). Всем пациентам после отключения ИК в качестве инотропной поддержки стандартно использовалась инфузия допмина в дозе 5–10 мкг/кг/мин, у 4 (28,5%) больных дополнительно назначалась инфузия адреналина в начальной дозе 0,01 мкг/кг/мин.

На этапе становления методики всем пациентам формировался хирургический диастаз грудины на срок 12–96 ч (в среднем $50,4 \pm 28,8$ ч) вне зависимости от массы тела и длительности операции. Окклюзия аорты составила 83–180 мин ($131,2 \pm 24,1$ мин), время ИК – 160–312 мин ($272 \pm 26,7$ мин), время остановки ИК 48–59 мин ($53,5 \pm 7,7$ мин). Время ИВЛ после операции варьировало в пределах 96–720 ч ($366,8 \pm 205,8$ ч), среднее время пребывания в реанимации – 4–35 сут ($10,8 \pm 4,5$ сут). В раннем послеоперационном периоде наблюдались осложнения у 4 (28,5%) пациентов: у 1 – хилоторакс, который был купирован лигированием грудного лимфатического протока, у 1 – нарушения ритма сердца в виде частой наджелудочковой экстрасистолии без нарушений гемодинамики, появившиеся у ребенка на 12-е сутки после операции. Синусовый ритм восстановился самостоятельно в течение 23 сут после выписки из клиники. У 2 больных развились инфекционные осложнения: у одного – на фоне исходной двухсторонней пневмонии, у второго – на фоне проявлений ВИЧ-инфекции. В 2012 г. умер 1 (7%) пациент на 30-е сутки послеоперационного периода вследствие сепсиса, развившегося на фоне манифестации ВИЧ-инфекции. В дальнейшем летальных случаев при операциях АП не наблюдалось, и в 2013 г. госпитальная летальность составила 0%.

Обсуждение

В настоящее время операция АП является операцией выбора при лечении транспозиции магистральных артерий и некоторых вариантах ДОС от ПЖ. При этом летальность во многих клиниках не превышает 5,5–6,4% [1, 8, 14, 17–19], и около 1,5% детей имеют ишемические изменения в миокарде после операции [1]. В связи с этим методика и технические подходы к операции АП совершенствуются, а результаты лечения ТМС улучшаются из года в год. Об этом свидетельствует проведенный нами анализ литературы, где было выявлено более 16 различных методик реимплантации коронарных артерий [2–16] во время операций артериального переключения. Данный факт связан с поиском наиболее оптимального и безопасного способа выполнения операции АП в зависимости от вариантов КА. В метаанализе было выяснено, что вариант отхождения КА, осложненный формированием «задней петли» (1LCA; 2RCA, CxA), имеет умеренные риски летального исхода (OR = 1,2), в то время как отношение риска летального исхода при единственной КА также с формированием «петли» составляет уже 2,9 [1]. Наиболее высок риск летальности при интрамуральном ходе КА, когда, согласно S.K. Pasquali, отношение шансов возрастает до 6,5. В то же время E.L. Bove и соавт. не выявили связи риска возникновения летального исхода с анатомическим вариантом КА [2, 3]. По их данным, факторами риска госпитальной летальности могут быть длительность ИК более 150 мин, недоношенность новорожденного (гестационный возраст менее 36 нед) и тяжелая сопутствующая патология. Данные результаты могут различаться вследствие различий хирургической техники при имплантации КА. Вероятно, при закрытой методике анатомия КА наименьшим образом влияет на исход операции с точки зрения развития острой коронарной недостаточности. Этот же факт подтверждает работа доктора J. Brown и соавт., где он описывает уменьшение рисков со стороны КА после изменения методики имплантации КА на закрытую [17].

Техника закрытой реимплантации КА, на наш взгляд, позволяет стандартизировать подходы к операции АП вне зависимости от анатомии КА. Наш опыт также показывает, что эта техника применима и к некоторым вариантам ДОС от ПЖ и ТМС, в том числе и с расположением сосудов бок о бок. В двух случаях при таком расположении сосудов нам приходилось изменять угол разреза (120°) на лицевом синусе (см. рис. 2, б), чтобы наиболее оптимально расположить КА. В дополнение к сказанному в качестве гипотезы W. Jhang и соавт. полагают, что техника закрытой реимплантации позволяет сохранять зону синотубулярного соединения неоаорты интактной, таким образом препятствуя развитию аортальной

недостаточности в отдаленном периоде наблюдения [6].

На наш взгляд, техника закрытой реимплантации коронарных артерий позволяет оптимально позиционировать коронарную артерию в неоаорте, в том числе при некоторых вариантах ДОС от ПЖ. Данная методика позволяет выполнять реимплантацию коронарных артерий с минимальной мобилизацией, обеспечивая контроль гемостаза в ходе основного этапа операции. Сохранение зоны синотубулярного соединения интактной, избегая применения техники «люка», гипотетически может препятствовать развитию недостаточности аортального клапана.

Литература/References

1. Pasquali S.K., Hasselblad V., Li J.S., Kong D.F., Sanders S.P. Coronary Artery Pattern and Outcome of Arterial Switch Operation for Transposition of the Great Arteries. *Circulations*. 2002; 106: 2575–80.
2. Bove E.L. Current technique of the arterial switch procedure for transposition of the great arteries. *J. Card. Surg.* 1989; 4: 193–9.
3. Bove E.L. The arterial switch procedure: closed coronary artery transfer. *Oper. Tech. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2009; 11: 309–16.
4. Chang Y.H., Sung S.C., Lee H.D., Kim S., Woo J.S., Lee Y.S. Coronary reimplantation after neo-aortic reconstruction can yield better result in arterial switch operation: comparison with open trap door technique. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 80: 1634–40.
5. Cleuziou J., Horer J., Henze R., Schreiber C, Lange R. Surgical management of single intramural coronary artery in Taussig–Bing anomaly detected at arterial switch operation. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 56: 170–2.
6. Jhang W.K., Shin H.J., Park J.J., Yun T.J., Kim Y.H., Ko J.K. et al. The importance of neo-aortic root geometry in the arterial switch operation with the trap-door technique in the subsequent development of aortic valve regurgitation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 42: 794–9.
7. Mavroudis C., Backer C.L., Duffy C.E., Pahl E., Wax D.F. Pediatric coronary artery bypass for Kawasaki congenital, post arterial switch, and iatrogenic lesion. *Ann. Thorac. Surg.* 1999; 68: 506–12.
8. Mavroudis C., Backer C.L. Transposition of the great arteries. In: Mavroudis C., Backer C.L. (eds). *Pediatric Cardiac Surgery*, 4 rd ed. Philadelphia, PA: Mosby. Inc.; 2013: 492–530.
9. Mavroudis C., Steward R.D., Backer C.L., Harish R., Patrick V., Marshall L.J. Reoperative techniques for complications following arterial switch. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 92: 1747–55.
10. Moat N.E., Pawade A., Lamb R.K. Complex coronary arterial anatomy in transposition of the great arteries. Arterial switch procedure without coronary relocation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1992; 103: 872–6.
11. Murthy K.S., Cherian K.M. A new technique of arterial switch operation with in situ coronary reallocation for transposition of the great arteries. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1996; 112: 27–32.
12. Parry A.J., Thurm M., Hanley F.L. The use of pericardial hoods for maintaining exact coronary artery geometry in the arterial switch operation with complex coronary anatomy. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1999; 15: 159–65.
13. Planche C., Bruniaux J., Lacour-Gaet F., Kachaner J., Binet J.P., Serraf A. et al. Switch operation for transposition of the great arteries in neonates. A study of 120 patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1988; 96: 354–63.

14. Rodefeid M.D., Ruzmetov M., Vijay P., Fiore A.C., Turrentine M.W., Brown J.W. Surgical result of arterial switch operation for Taussig-Bing anomaly: is position of the great arteries a risk factor? *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 83: 1451-7.
15. Yacoub M.H., Radley-Smith R. Anatomy of the coronary arteries in transposition of the great arteries and method for their transfer in anatomical correction. *Thorax.* 1978; 33: 418-24.
16. Zheng J.H., Xu Z.W., Liu J.F. et al. Arterial switch operation with coronary arteries from a single sinus in infants. *J. Card. Surg.* 2008; 23: 606-10.
17. Brown J.W., Park H.J., Turrentine M.W. Arterial switch operation: factor impacting survival in the current era. *Ann. Thorac. Surg.* 2001; 71: 1978-84.
18. Li J., Tulloh R.M., Cook A., Schneider M., Ho S.Y., Anderson R.H. Coronary arterial origin in TGA: factors that affect outcome. A morphological and clinical study. *Heart.* 2000; 83: 320-5.
19. Qamar Z.A., Goldberg C.S., Devaney E.J., Bove E.L., Ohye R.G. Current risk factors and outcomes for the arterial switch operation. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84: 871-9.

Поступила 14.04.2014 г.