

Двухэтапная анатомическая коррекция «простой» транспозиции магистральных артерий у новорожденных с экстракардиальными перинатальными осложнениями

© О.Ю. Корноухов, В.Н. Ильин, А.А. Валитова, В.А. Крюков

ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 13 имени Н.Ф. Филатова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 21 декабря 2016 г. Принята к печати 8 мая 2017 г.

Для корреспонденции: Олег Юрьевич Корноухов, okgreat@mail.ru

Цель

Анализ результатов двухэтапной анатомической коррекции «простой» транспозиции магистральных артерий в группе пациентов, страдавших перинатальными инфекционными, неврологическими осложнениями или некротическим энтероколитом, препятствующими выполнению радикальной коррекции в периоде новорожденности.

Методы

Изучены непосредственные и среднеотдаленные результаты хирургического лечения у 19 пациентов (первая группа) после двухэтапной коррекции «простой» транспозиции магистральных артерий и у 67 пациентов (вторая группа) после одномоментной операции артериального переключения. Возраст пациентов 1-й группы на момент паллиативной операции составил 27 (8–55) дней, на втором этапе — 172 (92–256) дня; возраст пациентов 2-й группы на момент артериального переключения — 7 (2–53) дней. Период послеоперационного наблюдения в первой группе составил 21 (4–49) мес., во второй — 40 (7–79) мес.

Результаты

Госпитальная летальность в первой группе отсутствовала на обоих хирургических этапах. Продолжительность искусственной вентиляции легких, пребывания в палате интенсивной терапии и клинике после артериального переключения была значительно ниже в 1-й группе. К 4-му году послеоперационного наблюдения не было отмечено летальности и необходимости в повторных вмешательствах среди пациентов основной группы. В группе контроля к 6-му году после операции выживаемость составила 98,5%, 94% пациентов не требовали повторных вмешательств. В отдаленном периоде показатели величины фиброзных колец клапана неоаорты и синусов Вальсальвы первой группы наблюдений преобладали над аналогичными показателями второй группы. Недостаточность клапана неоаорты более 1-й степени отсутствовала в обеих группах.

Заключение

Двухэтапная анатомическая коррекция «простой» транспозиции магистральных артерий при серьезных противопоказаниях к хирургическому вмешательству в условиях искусственного кровообращения в периоде новорожденности сопровождается отличными непосредственными и среднеотдаленными результатами. Тенденция к дилатации корня и клапана неоаорты не имеет клинического значения в среднеотдаленном периоде послеоперационного наблюдения.

Ключевые слова

врожденные пороки сердца; кардиохирургия; транспозиция магистральных артерий; артериальное переключение; двухэтапная коррекция; перинатальные осложнения

Как цитировать: Корноухов О.Ю., Ильин В.Н., Валитова А.А., Крюков В.А. Двухэтапная анатомическая коррекция «простой» транспозиции магистральных артерий у новорожденных с экстракардиальными перинатальными осложнениями. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(2):43-51. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-2-43-51>

Введение

Концепция двухэтапного подхода к артериальному переключению была сформулирована в 1977 г. в работе М. Jасoub [1, 2]. Показания к этапному лечению в основном базировались на неспособности левого желудочка

(ЛЖ) сердца по прошествии определенного периода от рождения ребенка поддерживать системное кровообращение после операции arterial switch. Критерии такого состояния, опубликованные F. Lacour-Gayet с соавторами в 2001 г., получили широкое признание:



Таблица 1 Перинатальные экстракардиальные осложнения у пациентов основной группы

Нозологическая единица		n (%)
Перинатальная инфекция	сепсис	3 (16,6)
	пневмония, пролонгированная искусственная вентиляция легких	6 (33,3)
Неврологические осложнения	внутрижелудочковое кровоизлияние II степени	1 (5,5)
	отек мозга	3 (16,6)
Язвенно-некротический энтероколит		3 (16,6)
Без перинатальных осложнений (госпитализация в возрасте старше 1 мес.)		2 (11,1)

возраст пациента старше 3 недель жизни, право-левый сдвиг межжелудочковой перегородки с формированием бананоподобного ЛЖ и масса миокарда ЛЖ менее 35 г/м² [3]. Причинами, побуждающими врачей на длительное время откладывать кардиохирургическое вмешательство при транспозиции магистральных артерий (ТМА), могут быть известные экстракардиальные проблемы, характерные для периода новорожденности: язвенно-некротический энтероколит, внутриутробная инфекция и сепсис, интракраниальные кровоизлияния, глубокая недоношенность и др. [4, 5].

Цель исследования: продемонстрировать результаты завершённой двухэтапной анатомической коррекции ТМА с интактной межжелудочковой перегородкой (далее — «простой» ТМА) у новорожденных с перинатальными экстракардиальными осложнениями.

Методы

Основная группа наблюдений

Выполнен ретроспективный анализ данных 18 пациентов, которым в период с января 2009 г. по декабрь 2014 г. в отделении кардиохирургии ГБУЗ «ДГКБ № 13 им. Н.Ф. Филатова ДЗМ» проведен первый этап анатомической коррекции «простой» ТМА. Медиана возраста оперированных детей составила 27 (8–55) дней, веса — 3,5 (2,1–4,1) кг. Среди перинатальных осложнений, послуживших причинами выбора двухэтапной стратегии, чаще других встречались инфекционные и неврологические осложнения, весь спектр которых представлен в табл. 1.

Медиана продолжительности периода между двумя операциями составила 146 (80–225) дней. В межэтапный период один пациент выбыл из 1-й группы наблюдения. В то же время двое детей с «простой» ТМА, ранее перенесшие первый этап анатомической коррекции в другой кли-

нике, пополнили группу наблюдения. Таким образом, двухэтапная коррекция порока была завершена 19 пациентам.

Хирургическая техника

Первый этап коррекции включал баллонную атриосептостомию во всех наблюдениях. Модифицированный подключично-легочный анастомоз и суживание легочной артерии были предприняты из левосторонней заднебоковой торакотомии. При создании анастомоза был использован сосудистый протез Gore-Tex 4 мм и монофиламентный шов 7/0, а для манжеты на легочную артерию — лавсановая тесьма, длина которой была рассчитана с помощью формулы Toronto: 21 мм + вес большого [13]. Во время операции давление в левом желудочке и легочной артерии не регистрировали.

Артериальное переключение выполнено в условиях умеренно гипотермического искусственного кровообращения (ИК, 26 °С). Использовали бикавальную канюлю и однократное введение кардиоплегического раствора Custodiol во всех наблюдениях. Протез Gore-Tex был пересечен с началом ИК. Никаких дополнительных пластических манипуляций на левой легочной артерии или бифуркации легочной артерии после удаления тесьмы не выполняли. Мы использовали открытую технику реконструкции корня неоаорты. Левая коронарная артерия была реплантирована в новый корень аорты с использованием техники trap-door, правая — выше уровня анастомоза с восходящей аортой. Корень неолегочной артерии был реконструирован с помощью трапециевидного лоскута нативного аутоперикарда. Маневр Lecompte был выполнен при всех операциях.

Группа контроля

Для контроля непосредственных и отдаленных результатов двухэтапной стратегии использованы собранные ретроспективно данные 67 новорожденных пациентов с «простой» ТМА, выписанных из клиники после

Таблица 2 Эхокардиографическая оценка результатов первого этапа коррекции

Показатель	Перед первым этапом, n = 18	Перед вторым этапом, n = 19	p
Индекс КДО ЛЖ, мл/м ²	36 (10–76)	44 (10–135)	0,221
Индекс ММ ЛЖ, г/м ²	36 (16–67)	54 (18–150)	0,036
ГСД ЛЖ/ЛА, мм рт. ст.	–	67 (20–108)	–
Дисфункция системно-легочного анастомоза, %	–	10,5	–

Примечание. КДО — конечный диастолический объем; ЛЖ — левый желудочек; ММ — масса миокарда; ГСД — пиковый градиент систолического давления; ЛА — легочная артерия

первичного артериального переключения, выполненного в тот же временной интервал. Медиана возраста пациентов группы контроля на момент операции составила 7 (2–53) дней, веса — 3,4 (2,5–5,1) кг. Хирургическая техника выполненных операций принципиально не отличалась от применявшейся в основной группе наблюдений.

Послеоперационное наблюдение

Медиана продолжительности послеоперационного наблюдения в группе двухэтапной коррекции составила 21 (4–49) мес. с максимумом 4,1 года; в группе контроля — 40 (7–79) мес. с максимумом 6,6 года. Все оперированные обследованы в клинике спустя 3, 6, 12 мес. после выписки из стационара, далее с интервалом один раз в год. Рутинное обследование включало физикальный осмотр, взвешивание, измерение роста, трансторакальную эхокардиографию и электрокардиографию в 12 отведениях. Абсолютные числовые значения, полученные при эхокардиографических измерениях, были проанализированы с помощью Z-score калькулятора Boston Children's Hospital (<http://zscore.chboston.org>). Холтеровское мониторирование сердечного ритма было включено в программу ежегодного обследования у детей старше одного года жизни.

Статистический анализ

Параметрические данные представлены в виде средних значений \pm SD, непараметрические — в виде медианы вариационного ряда с указанием минимального и максимального значений. Сравнение средних значений было выполнено с помощью t-критерия; сравнение непараметрических вариационных рядов — с помощью U-критерия Манна – Уитни. Анализ выживаемости и свободы от повторных операций проведен с помощью метода Каплана – Майера. Значение $p < 0,05$ принято статистически значимым. Данные обработаны с

использованием программы SPSS Statistics 21.0 (IBM Corp., 2012).

Этические аспекты исследования соответствуют принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации.

Результаты

Первый этап

Паллиативную операцию перенесли все 18 пациентов. Медиана продолжительности искусственной вентиляции легких после операции составила 48 (24–204) ч; длительность пребывания в палате интенсивной терапии — 5 (2–18) дней. Зафиксированы два (11,1%) послеоперационных осложнения, которые потребовали выполнения неотложных хирургических процедур:

1) тромбоз протеза Gore-Tex и ревизию анастомоза в первые послеоперационные сутки в одном наблюдении (5,5%);

2) тяжелую застойную сердечную недостаточность и выраженную перегрузку ЛЖ на фоне гиперфункции системно-легочного анастомоза в одном наблюдении (5,5%). Реторакотомия и редукция диаметра протеза Gore-Tex были предприняты на третьи сутки после паллиативной операции.

Медиана продолжительности пребывания пациентов в клинике после операции составила 14 (7–35) дней.

Межэтапный период

В межэтапный период все пациенты получали комбинированную терапию застойной сердечной недостаточности — дигоксин и спиронолактон, а в качестве дезагрегантной терапии — аспирин. Медиана насыщения капиллярной крови O_2 в этот период времени составила 65 (44–79) %.

Таблица 3 Непосредственные результаты артериального переключения в основной группе наблюдений в сравнении с группой контроля

Показатель	Основная группа, n = 19	Группа контроля, n = 67	p
Возраст, дней	172 (92–256)	7 (2–53)	–
Вес, кг	5,9 (4,3–8,5)	3,4 (2,5–5,1)	–
Длительность ИК, мин	158±16,9	156±21,0	0,559
Пережатие аорты, мин	98±11,2	96±14,5	0,665
Длительность ИВЛ п/о, ч	35 (20–116)	72 (27–264)	<0,001
Длительность пребывания в ПИТ п/о, дней	2 (2–11)	5 (3–18)	0,009
Длительность пребывания в клинике п/о, дней	9 (7–16)	14 (8–28)	0,002

Примечание. ИК — искусственное кровообращение; ИВЛ — искусственная вентиляция легких; ПИТ — палата интенсивной терапии; п/о — после операции

Эффективность паллиативной операции оценена с помощью трансторакальной 2D-эхокардиографии. Медиана систолического градиента на манжете, суживавшей легочный ствол, составила 67 (20–108) мм рт. ст. Наблюдался отчетливый прирост индексированной массы миокарда ЛЖ за время межэтапного наблюдения: медиана возросла с 36 (16–67) до 54 (18–150) г/м² (табл. 2). Гипофункция системно-легочного анастомоза выявлена в 2 (10,5%) наблюдениях, причем оба пациента были оперированы в другой клинике и пополнили группу наблюдения в межэтапный период. Один из оперированных нами пациентов в этот период умер дома (5,5%) при дефектах ухода и аспирационном синдроме.

Второй этап

Все пациенты 1-й группы наблюдения перенесли операцию артериального переключения. Медиана возраста 19 оперированных детей составила 172 (92–256) дня, медиана веса — 5,9 (4,3–8,5) кг. Длительность искусственного кровообращения и пережатия аорты составила 158±16,9 и 98±11,2 мин и не отличалась от таковых в группе контроля (табл. 3). Продолжительность периода искусственной вентиляции легких, пребывания в палате интенсивной терапии и клинике после операции была достоверно ниже, чем в группе контроля (табл. 3). Серьезных осложнений или внеплановых вмешательств после операций артериального переключения в основной группе наблюдений не зафиксировано.

Отдаленный период наблюдения

Выживаемость пациентов в основной группе к четвертому году послеоперационного наблюдения со-

ставила 100%. Потребности в повторных операциях и эндоваскулярных процедурах не было ни в одном наблюдении. Все 19 пациентов были амбулаторно обследованы в клинике, не нуждались в медикаментозной терапии, а их состояние соответствовало I функциональному классу (ФК) по классификации R.D. Ross [6]. В 100% наблюдений зафиксирован синусовый ритм в отсутствии клинически значимых нарушений ритма. Физическое развитие у всех детей первой группы, согласно критериям Всемирной организации здравоохранения, соответствовало норме: средние показатели Z-score веса от возраста составили $-0,18 \pm 0,95$, средние показатели Z-score индекса массы тела составили $-0,32 \pm 1,32$.

Выживаемость пациентов и свобода от повторных операций в группе контроля к шестому году послеоперационного наблюдения составила 98,5 и 94% соответственно: один ребенок (1,5%) погиб от дилатационной кардиомиопатии ишемического генеза спустя 141 день после артериального переключения; двум пациентам (3%) была выполнена резекция коарктации аорты через 71 и 83 дня после анатомической коррекции ТМА и двум другим предпринято хирургическое устранение компрессии левого главного бронха спустя 207 и 455 дней после первичной операции. Госпитальная летальность при повторных операциях отсутствовала. Шестьдесят шесть выживших пациентов группы контроля были обследованы в клинике, состояние 98,5% из них соответствовало I ФК по классификации R.D. Ross [6], лишь один пациент (1,5%) нуждался в медикаментозной терапии ингибиторами ангиотензинпревращающего фермента. В 100% наблюдений зафиксирован синусовый ритм в отсутствии клинически значимых нарушений ритма.

Таблица 4 Эхокардиографические показатели оценки анатомии сердца в обследованных группах в среднеотдаленном периоде наблюдения

Показатель	Основная группа, n = 19	Группа контроля, n = 67	p
Индекс КДО ЛЖ, мл/м ²	66±16,2	61±13,9	0,155
Z-score клапана неоаорты	3,9±1,44	3,1±1,27	0,025
Z-score синусов неоаорты	3,8±1,41	2,8±1,19	0,003
Свобода от неоаорты регургитации более 1-й степени, %	100	100	NS
Z-score клапана леволегочной артерии	0,7±1,19	0,28±1,20	0,201
ГСД ПЖ/ствол ЛА, мм рт. ст.	5 (2–8)	6 (2–23)	0,224
Z-score левой ЛА	0,17±1,49	-0,49±0,97	0,084
ГСД ствол ЛА/левая ЛА, мм рт. ст.	8 (3–18)	10 (4–28)	0,414
Z-score правой ЛА	-0,12±1,83	-0,54±1,01	0,198
ГСД ствол ЛА/правая ЛА, мм рт. ст.	10 (5–27)	10 (4–38)	0,960

Примечание. КДО — конечный диастолический объем; ЛЖ — левый желудочек; ЛА — легочная артерия; ПЖ — правый желудочек; ГСД — пиковый градиент систолического давления; NS (not significant) — не достоверно

По данным трансторакальной 2D-эхокардиографии, дилатация кольца клапана неоаорты и синусов неоаорты была зафиксирована в обеих группах, однако в первой группе эти проявления были значимо более выражены. При этом все наблюдения в группах двухэтапной коррекции и контроля были свободны от аортальной недостаточности более 1-й степени. Обструкции путей оттока из правого желудочка, а также ствола и ветвей легочной артерии не зафиксировано ни в одной из групп (табл. 4).

Обсуждение

Артериальное переключение — это метод выбора хирургического лечения пациентов с ТМА [7]. Однако перинатальные экстракардиальные осложнения: пневмония с контаминацией полирезистентной флорой, сепсис, интракраниальные кровоизлияния, язвенно-некротический энтероколит, а также выраженная недоношенность при рождении могут быть аргументами для отказа от немедленной анатомической коррекции порока в условиях ИК [4, 5]. Лечение новорожденных с упомянутыми осложнениями может потребовать продолжительной интенсивной терапии и даже сопутствующей экстракардиальной хирургии. Восстановительный период и фаза элиминации нередко полирезистентной инфекции могут значительно увеличивать продолжительность подготовки к кардиохирургическому вмешательству. Нагрузка на левый желудочек у пациента с «простой» ТМА вместе с общелегочным сосудистым сопротивлением с возрастом

прогрессивно снижается, в этот период формируется неспособность ЛЖ одновременно переключиться на обеспечение системного кровотока после операции артериального переключения [8]. F. Lacour-Gayet с соавторами полагают, что артериальное переключение может быть безопасно выполнено в первые три недели жизни [3], другие исследователи считают возможным выполнять эту операцию до двухмесячного возраста [9, 10]. И хотя на практике возможность миокарда ЛЖ развивать необходимое усилие разнится от пациента к пациенту, риск ЛЖ-дисфункции после артериального переключения с возрастом, безусловно, повышается. Контролировать возросшую объемную нагрузку ЛЖ, осуществляя его ретренинг с помощью экстракорпоральной мембранной оксигенации, можно и после корригирующей операции, как полагают некоторые авторы [11]. К сожалению, экстракорпоральная мембранная оксигенация — это технически сложная процедура, пролонгирующая интенсивную терапию и общее время нахождения пациента в клинике и во многих случаях сопровождающаяся серьезными осложнениями и летальностью [16, 18].

В представленной серии пациентов с «простой» ТМА, которым артериальное переключение в периоде новорожденности не могло быть выполнено в связи с сопутствующими экстракардиальными перинатальными осложнениями, мы выполнили первый этап анатомической коррекции порока. Данная паллиативная процедура позволила отказаться от выполнения операции с ИК в этот сложный для пациента период, сохранить

нагрузку на ЛЖ и избежать использования экстракорпоральной мембранной оксигенации.

F. Lascour-Gayet и соавторы в 71% наблюдений использовали для создания системно-легочного анастомоза протез Gore-Tex 3,5 мм; в 24% — протез 4 мм и только одному пациенту — протез 5 мм [3]. При этом чем меньше был межпредсердный дефект, тем меньше протез. Мы стремились унифицировать технику и использовали протез Gore-Tex 4 мм во всех наблюдениях. Нужно отметить, что предварительно все пациенты основной группы перенесли баллонную атриосептостомию и имели нерестриктивный дефект межпредсердной перегородки. Кроме того, в отличие от работы из госпиталя Marie Lannelongue [3] и большинства других публикаций, мы использовали заднебоковую торакотомию, получая широкий доступ к левой подключичной артерии и возможность регулировать агрессивность шунта удаленностью проксимального конца анастомоза от ее устья. Лишь у одного пациента с весом 2,18 кг после операции была отмечена выраженная застойная сердечная недостаточность и прирост индексированного конечного диастолического объема ЛЖ с 58 до 110 мл/м². В этом наблюдении была предпринята ревизия шунта и редукция его диаметра до 3,5 мм на третьи послеоперационные сутки. Ни в одном из наблюдений нами не была отмечена дисфункция протеза диаметром 4 мм после первого этапа коррекции порока.

Известно множество подходов к подбору калибра манжеты на легочном стволе при двухэтапном лечении. F. Lascour-Gayet и соавторы считают, что для адекватного напряжения стенки миокарда ЛЖ необходимо добиваться соотношения давления ЛЖ/ПЖ на уровне 0,65–0,75 с применением пункционного измерения давления в ЛЖ в процессе затягивания манжеты [3]. M. Nakazawa и соавторы полагают необходимым соотношение давления ЛЖ/ПЖ более 0,85% [12], а Jonas R.A. с коллегами добивались роста этого показателя в процессе операции с 0,5±0,08 до 1,04±0,29 [4]. Инвазивная регистрация давления в полости ЛЖ или легочном стволе при заднебоковой торакотомии и ограниченном (не более 1,5–2 см) разрезе перикарда для доступа к магистральным артериям представляется технически сложной манипуляцией, неизбежно сопровождающейся попаданием крови в полость перикарда с его последующей облитерацией. Мы отказались от регистрации инвазивного давления, и периметр манжеты во всех наблюдениях рассчитывали по формуле Toronto [13]. Пиковый градиент систолического давления на

манжете, медиана которого в нашей серии пациентов составила 67 (20–108) мм рт. ст., регистрировали только с помощью эхокардиографии. Отмечен отчетливый прирост индексированной массы миокарда ЛЖ за время межэтапного наблюдения, что с отсутствием дисфункции ЛЖ после артериального переключения свидетельствует об эффективности примененной хирургической тактики и техники.

С того момента, как двухэтапный подход к анатомической коррекции ТМА вошел в практику, множество исследователей изучали возможность сокращения периода ретренинга ЛЖ [14]: от нескольких месяцев [2], нескольких недель и дней [3, 4] до суживания легочной артерии на 15–30 мин и последующим артериальным переключением при отсутствии у пациента признаков дисфункции левого желудочка [15].

В основной группе пациентов медиана возраста составила 27 (8–55) дней и только 2 пациента были госпитализированы в возрасте старше 1 мес. Таким образом, ретренинг ЛЖ в 89% наблюдений не являлся целью первого этапа коррекции. Мы использовали этот метод для того, чтобы отложить операцию в условиях ИК у новорожденных с «простой» ТМА и тяжелыми экстракардиальными перинатальными осложнениями, сохранив при этом адекватную нагрузку для ЛЖ. Продолжительность ожидания второго этапа коррекции составила 146 (80–225) дней и была продиктована не темпами роста миокардиальной массы ЛЖ, а в первую очередь продолжительностью реабилитации дыхательной, центральной нервной и пищеварительной систем младенца, «окном свободы» от антибактериальной терапии и эффективностью элиминации полирезистентной флоры в микробиологическом статусе пациента.

Все пациенты основной группы, несмотря на сохраняющийся цианоз – медиана SatO₂ 65 (44–79) %, потребность в медикаментозной терапии застойной сердечной недостаточности и наличие серьезных экстракардиальных перинатальных осложнений, в период ожидания операции артериального переключения значимо прибавили в весе (в среднем с 3,5 до 5,9 кг; $p > 0,001$). Важно отметить, что через 21 (4–49) мес. после завершения двухэтапной коррекции у всех пациентов основной группы дефицит веса отсутствовал, то есть их физическое развитие соответствовало норме.

Из предшествующих публикаций [5, 16] известно, что артериальное переключение при двухэтапной стратегии может быть осложнено необходимостью рестернотомии, наличием спаек в полости перикарда, налетом

фибрина, маскирующим ход коронарных артерий, и рубцовыми изменениями в тканях, прилежащих к манжете на легочной артерии. На наш взгляд, выбор заднебоковой торакотомии для хирургического доступа во время первого этапа коррекции значительно облегчает доступ к сердцу при подготовке к артериальному переключению и позволяет существенно уменьшить выраженность спаечного процесса в перикарде. В представленной серии операций мы практически не встретились с необходимостью кардиолиза, а манипуляции по выделению, перевязке и пересечению протеза Gore-Tex не сопровождались осложнениями. Продолжительность ИК и пережатия аорты при двухэтапном подходе и первичном артериальном переключении не различались. При этом выросшие пациенты, оперированные двухэтапно, перенесли операцию артериального переключения значительно легче первично оперированных новорожденных.

Проблема формирования стеноза легочной артерии в зоне анастомоза и устьев ветвей легочной артерии после артериального переключения подробно освещена в различных публикациях [17, 18]. Однако в данной серии обследованных пациентов не обнаружено гемодинамически значимых резидуальных стенозов легочного ствола и легочных артерий ни в основной, ни в контрольной группе.

K.J. Jenkins и соавторы продемонстрировали, что клапан легочной артерии, который после артериального переключения подвергается системным нагрузкам, в норме имеет более тонкие створки и меньшую плотность эластических волокон, чем клапан аорты [19]. M.L. Schwartz и коллеги изучили развитие дилатации корня неоаорты и неоаортального клапана после артериального переключения [20]. Они установили, что значимая дилатация и недостаточность неоаортального клапана со временем прогрессируют, но редко приводят к повторной операции. Предшествующее артериальному переключению суживание легочной артерии в их работе было фактором риска дилатации корня неоаорты. К аналогичным выводам пришли J. Losay с соавторами из госпиталя Marie Lannelongue [21]. M. Lo Rito с коллегами из Бирмингема обнаружили отчетливое нарастание частоты регургитации на неоаортальном клапане спустя 15 лет после операции [22]. У 20% пациентов, обследованных через 20 лет после артериального переключения, в этой серии наблюдений отмечена недостаточность неоаортального клапана второй и более степени. При этом на момент публикации исследования количество операций

замены клапана неоаорты составляло в этой серии всего 1,6% [22]. M.G. Hazekamp в рецензии на статью M. Lo Rito с соавторами отметил, что у пациентов, перенесших артериальное переключение, корень аорты линейно и непропорционально дилатируется и тенденции к стабилизации его размеров в зрелом возрасте не наблюдается, что приводит к росту числа показаний к повторным операциям в клиниках, имеющих опыт 30 и более лет наблюдения за такими пациентами [23]. В нашей серии наблюдений дилатация корня неоаорты и неоаортального клапана диагностирована в обеих группах в среднеотдаленном периоде после анатомической коррекции «простой» ТМА. При этом в группе двухэтапной коррекции Z-score диаметра зоны синусов Вальсальвы и фиброзного кольца клапана неоаорты был больше, чем в группе контроля. Выявленная особенность полностью согласуется с данными литературы. Однако клинической значимости такой дилатации в среднеотдаленные сроки наблюдения не обнаружено. Ни у кого из оперированных в обеих группах наблюдения не было более чем тривиальной регургитации на неоаортальном клапане.

Ограничения исследования

Настоящее исследование ограничено ретроспективным характером и небольшой выборкой изучаемых пациентов. Кроме того, характеристика результатам двухэтапного артериального переключения дана в среднеотдаленном периоде наблюдения, при этом анатомические характеристики анализированы с использованием только трансторакальной эхокардиографии. Сведения, полученные с помощью ангиографии и магнитно-резонансной томографии в этой группе пациентов, а также информация об их неврологическом и психологическом статусе, могут способствовать дальнейшему детальному изучению результатов двухэтапной стратегии коррекции «простой» ТМА и определению точных показаний к ее использованию в современной клинике.

Заключение

Двухэтапная анатомическая коррекция «простой» ТМА при серьезных противопоказаниях к хирургическому вмешательству в условиях искусственного кровообращения в периоде новорожденности сопровождается отличными непосредственными и среднеотдаленными результатами. Тенденция к дилатации корня и клапанного кольца неоаорты в послеопераци-

онном периоде диктует необходимость тщательного дальнейшего наблюдения за оперированными пациентами.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн: О.Ю. Корноухов, В.Н. Ильин.

Сбор и анализ данных: О.Ю. Корноухов, А.А. Валитова, В.А. Крюков.

Написание статьи: О.Ю. Корноухов.

Исправление статьи: О.Ю. Корноухов, В.Н. Ильин.

Утверждение окончательной версии для публикации: О.Ю. Корноухов, В.Н. Ильин.

Список литературы / References

1. Yacoub M.H., Radley-Smith R., Maclaurin R. Two stage operation for anatomical correction of transposition of the great arteries with intact ventricular septum. *Lancet*. 1977;1(8025):1275-8.
2. Yacoub M., Bernhard A., Lange P., Radley-Smith R., Keck E., Stephan E., Heintzen P. Clinical and hemodynamic results of the two-stage anatomic correction of simple TGA. *Circulation*. 1980;62(2 Pt 2):1190-6.
3. Lacour-Gayet F., Piot D., Zoghi J., Serraf A., Gruber P., Mace L., Touchot A., Planche C. Surgical management and indication of left ventricular retraining in arterial switch of the great arteries with intact ventricular septum. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001;20(4):824-9.
4. Jonas R.A., Giglia T.M., Sanders S.P., Wernovsky G., Nadal-Ginard B., Mayer J.E. Jr., Castaneda A.R. Rapid, two-stage arterial switch for transposition of the great arteries and intact ventricular septum beyond the neonatal period. *Circulation*. 1989;80(3 Pt 1):1203-8.
5. Mavroudis C., Backer C. *Pediatric Cardiac Surgery. Fourth Edition*. Wiley-Blackwell; 2013. 458 p. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118320754>
6. Ross R.D. The Ross classification for heart failure in children after 25 years: a review and an age-stratified revision. *Pediatr Cardiol*. 2012;33(8):1295-300. <http://dx.doi.org/10.1007/s00246-012-0306-8>
7. Prêtre R., Tamiser D., Bonhoeffer P., Mauriat P., Pouard P., Sidi D., Vouhe P. Results of the arterial switch operation in neonates with transposed great arteries. *Lancet*. 2001;357(9271):1826-30. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04957-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04957-6)
8. Sidi D., Planche C., Kachaner J., Bruniaux J., Villain E., le Bidois J., Piechaud J.F., Lacour-Gayet F. Anatomic correction of simple transposition of the great arteries in 50 neonates. *Circulation*. 1987;75(2):429-35. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.75.2.429>
9. Foran J.P., Sullivan I.D., Elliott M.J., de Leval M.R. Primary arterial switch operation for transposition of the great arteries with intact ventricular septum in infants older than 21 days. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31(4):883-9.
10. Davis A.M., Wilkinson J.L., Karl T.R., Mee R.B. Transposition of the great arteries with intact ventricular septum. Arterial switch repair in patients 21 days of age or older. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1993;106(1):111-5.
11. Kang N., de Leval M.R., Elliott M., Tsang V., Kocyildirim E., Sehic I., Foran J., Sullivan I. Extending the boundaries of the primary arterial switch operation in patients with transposition of the great arteries and intact ventricular septum. *Circulation*. 2004;110(11):1123-7. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.0000138221.68312.33>
12. Nakazawa M., Oyama K., Imai Y., Nojima K., Aotsuka H., Satomi G., Kurosawa H., Takao A. Criteria for two staged arterial switch operation for simple transposition of great arteries. *Circulation*. 1988;78(1):124-31.
13. Trusler G.A., Mustard W.T. A method of banding the pulmonary artery for large isolated ventricular septal defect with and without transposition of the great arteries. *Ann Thorac Surg*. 1972;13(4):351-5.
14. Parker N.M., Zuhdi M., Kouatli A., Baslaim G. Late presenters with dextro-transposition of great arteries and intact ventricular septum: to train or not to train the left ventricle for arterial switch operation? *Congenit Heart Dis*. 2009;4(6):424-32. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-0803.2009.00352.x>
15. Dabritz S., Engelhardt W., von Bernuth G., Mesner B.J. Trial of pulmonary artery banding: a diagnostic criterion for 'one stage' arterial switch in simple transposition of the great arteries beyond the neonatal period. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997;11(1):112-6.
16. Jonas R.A. *Comprehensive surgical management of congenital heart disease. Second Edition*. CRC press; 2014. 391 p.
17. Wernovsky G., Hougen T.J., Walsh E.P., Sholler G.F., Colan S.D., Sanders S.P., Parness I.A., Keane J.F., Mayer J.E., Jonas R.A. Midterm results after arterial switch operation for transposition of the great arteries with intact ventricular septum: clinical, hemodynamic, echocardiographic, and electrophysiologic data. *Circulation*. 1988;77(6):1333-44.
18. Schroeder J., Albert J., Clarke D., Schaffer M., Wolfe R., Hays T. Hemolysis due branch pulmonary stenosis after the arterial switch procedure. *Ann Thorac Surg*. 1991;51(3):491-2. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(91\)90878-T](https://doi.org/10.1016/0003-4975(91)90878-T)
19. Jenkins K.J., Hanley F.L., Colan C.D., Mayer J.E., Castaneda A.R., Wernovsky G. Function of the anatomic pulmonary valve in the systemic circulation. *Circulation*. 1991;84(5 Suppl):III173-9.
20. Schwartz M.L., Gauvreau K., del Nido P., Mayer J.E., Colan S.D. Long-term predictors of aortic root dilation and aortic regurgitation after arterial switch operation. *Circulation*. 2004;110:1128-1132. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000138392.68841.d3>
21. Losay J., Touchot A., Capderou A., Piot J.D., Belli E., Planche C., Serraf A. Aortic valve regurgitation after arterial switch operation for transposition of the great arteries: incidence, risk factors, and outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(10):2057-62. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.12.061>
22. Lo Rito M., Fittipaldi M., Haththotuwa R., Jones T.J., Khan N., Clift P., Brawn W.J., Barron D.J. Long-term fate of the aortic valve after an arterial switch operation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149(4):1089-94. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.11.075>
23. Hazekamp M.G. Long-term follow-up after the arterial switch operation: Not as perfect as we would have hoped? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149(4):968. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.12.026>

Two-stage anatomical repair of “simple” transposition of great arteries in neonates with extracardiac perinatal complications

Oleg Yu. Kornoukhov, Vladimir N. Ilyin, Asia A. Valitova, Vladislav A. Kryukov
N.F. Filatov Pediatric City Clinical Hospital No. 13, 123001 Moscow, Russian Federation

Corresponding author. Oleg Yu. Kornoukhov, okgreat@mail.ru

Aim. This study was designed to analyse the results of two-stage arterial switch operation (ASO) of “simple” transposition of great arteries in patients with infection, neurological problems or necrotizing enterocolitis, which preclude neonatal surgery.

Methods. Transthoracic echocardiography data and outcomes of surgery were investigated in 19 patients (study group; #1) after two-stage ASO and 67 patients (control group; #2) after a single-stage ASO. Age of patients at the first stage was 27 (8–55) days and at the second stage 172 (92–256) days. Patients in group 2 were 7 (2–53) days old. All of them were followed up for 21 (4–49) months (group 1) and 40 (7–79) months (group 2) after arterial switch operation.

Results. There was no operative mortality at both stages in group 1. The duration of ventilation, length of intensive care unit and hospital stay after surgery were considerably lower in group 1. Actuarial survival and freedom from reoperation at 4 years in group 1 accounted for 100%, while in the control group those indicators at 6 years ran to 98.5% and 94%, respectively. The only difference detected by echocardiography was the aortic valve hinge points Z-score (3.9 ± 1.44 vs. 3.1 ± 1.27 ; $p = 0.025$) and sinuses of Valsalva (3.8 ± 1.41 vs. 2.8 ± 1.19 ; $p = 0.03$), which were higher in the 1st group. There was no aortic regurgitation >1 grade in both groups.

Conclusion. Two-stage repair of “simple” transposition of great arteries, when it's necessary to delay arterial switch operation on the clinical grounds, can be performed with excellent clinical outcomes. The tendency of group 1 patients to have a larger neo-aortic root does not appear to bear any clinical significance in mid-term follow-up.

Received 21 December 2016. Accepted 8 May 2017.

Keywords: congenital heart disease; cardiac surgery; transposition of the great arteries; arterial switch; two-stage repair; perinatal complications

Funding: The study had no sponsorship.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Study concept and design: O.Yu. Kornoukhov, V.N. Ilyin.

Data collection and analysis: O.Yu. Kornoukhov, A.A. Valitova, V.A. Kryukov.

Drafting the article: O.Yu. Kornoukhov.

Critical revision of the article: O.Yu. Kornoukhov, V.N. Ilyin.

Final approval of the version to be published: O.Yu. Kornoukhov, V.N. Ilyin.

Copyright: © 2017 Kornoukhov et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

How to cite: Kornoukhov O.Yu., Ilyin V.N., Valitova A.A., Kryukov V.A. Two-stage anatomical repair of “simple” transposition of great arteries in neonates with extracardiac perinatal complications. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2017;21(2):43-51. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-2-43-51>