

*Е.В. Кривошеков, О.А. Егунов, А.Ю. Подоксенов, Н.М. Трошкинев,
Е.А. Связов, А.А. Соколов*

ОЦЕНКА НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ КОАРКТАЦИИ АОРТЫ В УСЛОВИЯХ АНТЕГРАДНОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ПЕРФУЗИИ

Отдел сердечно-сосудистой хирургии, кардиохирургическое отделение № 2 ТНИМЦ НИИ кардиологии,
г. Томск, РФ



Существуют различные подходы в хирургии коарктации аорты (КоАо). По нашему мнению, срединный доступ в сочетании с искусственным кровообращением (ИК) и антеградной селективной церебральной перфузией (АСЦП) позволяет выполнить радикальную коррекцию КоАо, не увеличивая риск рекоарктаций (реКоАо) и нейро- и органных дисфункций. Цель исследования – проанализировать непосредственные результаты хирургического лечения детей с изолированной КоАо и в сочетании с другими врожденными пороками сердца (ВПС) наложением расширенного косоанастомоза конец-в-конец через срединную стернотомию с ИК и АСЦП; оценить неврологический статус, функцию почек и остаточный градиент в раннем послеоперационном периоде. Материалы и методы исследования: в исследовании участвовали 180 пациентов, разделенных на 3 группы в зависимости от наличия сопутствующих ВПС. Всем пациентам выполняли коррекцию КоАо в условиях ИК и АСЦП. Интраоперационно фиксировали время ИК, АСЦП, пережатия аорты, NIRS головного мозга, почек и лактат плазмы, в первые 12 ч и 24 ч послеоперационного периода – лактат, церебральный и почечный NIRS. Неврологический статус определяли по детской шкале ком Глазго, наличием очаговой симптоматики и времени ИВЛ. Отмечали общее время пребывания в палате интенсивной терапии. Функцию почек определяли критериями rRIFLE. Эхокардиографически оценивали остаточный градиент в интра- и послеоперационном периоде. Результаты: осложнений, связанных с хирургической техникой, не наблюдалось. Летальность составила 2,2%. Пациенты трех групп не различались по уровню сознания после экстубации и церебрального NIRS через 12 ч и 24 ч. Большая продолжительность ИВЛ в 3-й группе объясняется наличием сложных сопутствующих ВПС. Почечный NIRS не различался между группами. Повреждение почек не требовало экстракорпоральной детоксикации или перитонеального диализа. Эхокардиографически остаточный градиент не определялся ни у одного пациента. Заключение: по результатам исследования, использование ИК и АСЦП не увеличивает риск органных и неврологических дисфункций независимо от наличия изолированной КоАо или в сочетании с ВПС. При этом методика позволяет выполнять коррекцию КоАо без гемодинамически значимых остаточных градиентов.

Ключевые слова: коарктация аорты, антеградная селективная церебральная перфузия, широкий косоанастомоз конец-в-конец, NIRS, повреждение почек.

Цит.: Е.В. Кривошеков, О.А. Егунов, А.Ю. Подоксенов, Н.М. Трошкинев, Е.А. Связов, А.А. Соколов. Оценка непосредственных результатов хирургической коррекции коарктации аорты в условиях антеградной селективной церебральной перфузии. Педиатрия. 2019; 98 (5): 188–195.

*E.V. Krivoshekov, O.A. Egunov, A.Yu. Podoksenov, N.M. Troshkinev,
E.A. Svyazov, A.A. Sokolov*

ASSESSMENT OF THE IMMEDIATE RESULTS OF AORTIC COARCTATION SURGICAL CORRECTION UNDER CONDITIONS OF ANTEGRADE SELECTIVE CEREBRAL PERFUSION

Cardiovascular Surgery Department, Cardiac Surgery Unit № 2, Scientific Research Institute of Cardiology, Tomsk, Russia

Контактная информация:

Кривошеков Евгений Владимирович – д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела сердечно-сосудистой хирургии, заведующий кардиохирургическим отделением № 2 Клиники НИИ кардиологии ТНИМЦ
Адрес: Россия, 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111А
Тел.: (382) 256-07-70, E-mail: KEV@cardio-tomsk.ru
Статья поступила 18.04.18, принята к печати 20.09.19.

Contact Information:

Krivoshekov Yevgeniy Vladimirovich – MD., leading researcher of the Cardiovascular Surgery Department, head of Cardiac Surgery Unit № 2, Scientific Research Institute of Cardiology
Address: Russia, 634012, Tomsk, Kiyevskaya str., 111A
Tel.: (382) 256-07-70, E-mail: KEV@cardio-tomsk.ru
Received on Apr. 18, 2018, submitted for publication on Sep. 20, 2019.

There are various approaches in aortic coarctation (AoCo) surgery. In our opinion, median access in combination with artificial blood circulation (ABC) and antegrade selective cerebral perfusion (ASCP) allows to perform AoCo radical correction without increasing the risk of re-coarctation (reAoCo) and neuro and organ dysfunctions. Objective of the research – to analyze immediate results of surgical treatment of children with isolated AoCo and in combination with other congenital heart defects (CHD), by applying an end-to-end oblique anastomosis through median sternotomy with ABC and ASCP; assess neurological status, renal function and residual gradient in the early postoperative period. Materials and methods: the study included 180 patients, divided into 3 groups depending on the presence of concomitant CHD. All patients underwent AoCo correction under conditions of ABC and ASCP. Intraoperatively recorded the time of ABC, ASCP, aortic clamping, brain NIRS, kidney and plasma lactate; in the first 12 hours and 24 hours of the postoperative period – lactate, cerebral and renal NIRS. Neurological status was assessed according to Glasgow pediatric coma scale, focal symptoms presence and mechanical ventilation time. The total time spent in the intensive care unit was recorded. Kidney function was assessed according to pRIFLE criteria. The residual gradient in the intra and postoperative periods was evaluated echocardiographically. Results: no complications associated with the surgical technique were observed. Mortality rate was 2,2%. Patients of three groups did not differ in consciousness level after extubation and cerebral NIRS after 12 h and 24 h. Longer duration of mechanical ventilation in the 3rd group is explained by presence of complex concomitant CHD. Renal NIRS did not differ between groups. Kidney damage did not require extracorporeal detoxification or peritoneal dialysis. Echocardiographic residual gradient was not found in any patient. Conclusion: according to study results the use of ABC and ASCP does not increase the risk of organ and neurological dysfunctions, regardless of isolated AoCo or in combination with CHD. This technique allows to perform AoCo correction without hemodynamically significant residual gradients.

Keywords: aortic coarctation, antegrade selective cerebral perfusion, end-to-end oblique anastomosis, NIRS, kidney lesion.

Quote: E.V. Krivoschekov, O.A. Egunov, A.Yu. Podoksenov, N.M. Troshkinev, E.A. Svyazov, A.A. Sokolov. Assessment of the immediate results of aortic coarctation surgical correction under conditions of antegrade selective cerebral perfusion. *Pediatrics*. 2019; 98 (5): 188–195.

Коарктация аорты (КоАо) – врожденный порок сердца (ВПС), характеризующийся сужением аорты дистальнее левой подключичной артерии в месте отхождения артериального протока (аорто-легочной связки) [1]. Распространенность КоАо составляет от 2 до 6 случаев на 10 000 новорожденных (5–8% среди всех ВПС). КоАо может встречаться изолированно (20–50% случаев) и в сочетании с другими ВПС (бicuspidальный клапан аорты, септальные дефекты, открытый артериальный проток и др.) [2]. Наличие сопутствующих ВПС привело к формированию различных подходов в хирургической тактике [2–6]. Во многих клиниках придерживаются методики двухэтапной коррекции, выполняя резекцию КоАо в период новорожденности через боковую торакотомию без использования искусственного кровообращения (ИК), а сопутствующий ВПС оперируют вторым этапом через срединный доступ с применением ИК по достижении ребенком возраста 6 месяцев и старше [7–9]. Другим способом является одномоментная резекция КоАо через боковую торакотомию, после чего пациент укладывается на спину, выполняется срединная стернотомия и проводится хирургическая коррекция сопутствующего ВПС с использованием ИК [7, 10]. Разнообразие методик обусловлено тем, что устранение КоАо, выполненное в периоде новорожденности, снижает риск развития коллатерального кровотока и артериальной гипертензии вследствие ремоделирования аорты (Ао) [11, 12]. Отсутствие общего мнения о наиболее эффек-

тивном способе нейро- и органопroteкции является причиной продолжающихся дискуссий на тему выбора хирургического доступа, этапности хирургической коррекции, методики перфузии и температурного режима [13].

По нашему мнению, срединный доступ в сочетании с ИК и антеградной селективной церебральной перфузией (АСЦП) дает возможность хорошо визуализировать все отделы Ао, выполнить радикальную коррекцию КоАо в сочетании с другими ВПС, не увеличивая риск нейро- и органных дисфункций, а также не формируя гемодинамически значимый остаточный градиент на участке анастомоза в раннем послеоперационном периоде [14–17].

Цель исследования – провести анализ непосредственных результатов хирургического лечения детей с изолированной КоАо и в сочетании с другими ВПС методом наложения расширенного косоанастомоза конец-в-конец доступом через срединную стернотомию в условиях ИК и АСЦП; выполнить сравнительную оценку неврологического статуса, функции почек и остаточного градиента в раннем послеоперационном периоде.

Материалы и методы исследования

Дизайн исследования

Проведено нерандомизированное контролируемое исследование по оценке неврологического статуса, функции почек и остаточного градиента в раннем послеоперационном периоде у пациентов, прооперированных по поводу КоАо в сочетании с другими ВПС в условиях ИК и

АСЦП. Источник данных – результаты обследования пациентов, поступивших в кардиохирургическое отделение № 2 ФГБНУ «ТНИМЦ» «НИИ кардиологии» в пред-, интра- и послеоперационном периодах.

Критерии соответствия

Критериями включения пациентов в исследование являлись диагноз изолированной КоАо и в сочетании с другими ВПС, поставленный на основании жалоб, сбора данных анамнеза, объективного обследования, данных ЭХОКГ, ангиографии, мультиспиральной компьютерной томографии с 3D моделированием, а также хирургическое лечение КоАо и сопутствующего ВПС доступом через срединную стернотомию в условиях ИК и АСЦП.

Критерием исключения являлась необходимость пластики заплатой или протезирования Ао.

Условия проведения, продолжительность и участники исследования

В исследование были включены 180 пациентов, обследованных и прооперированных в кардиохирургическом отделении № 2 ФГБНУ «ТНИМЦ» «НИИ кардиологии» с 2010 по 2017 гг. Наблюдение осуществляли в течение всего периода госпитализации. Среди них было 115 мальчиков и 65 девочек (табл. 1).

При проведении исследования пациенты были разделены на 3 группы. В 1-ю группу включены пациенты с изолированной КоАо, во 2-ю группу вошли пациенты с КоАо в сочетании с гемодинамически значимыми септальными дефектами (дефект межпредсердной (ДМПП) и межжелудочковой перегородки (ДМЖП)), 3-ю группу составили пациенты с КоАо в сочетании с другими ВПС.

Описание медицинского вмешательства

Анестезиологическая подготовка включала интубацию трахеи с последующим проведением искусственной вентиляции легких (ИВЛ), установку центрального венозного катетера, инвазивный мониторинг артериального давления на всех этапах операции посредством катетеризации правой лучевой и бедренной артерий. Осуществляли пульсоксиметрию на верхних и нижних конечностях. Помимо этого использовали контроль мозговой и почечной сатурации с помощью церебрального оксиметра INVOS фирмы Somanetics. Температуру тела контролировали в прямой кишке и с кожи стопы. Применяли комбинированную анестезию в сочетании с внутривенным введением фентанила в дозе 25 мкг/кг до кожного разреза и дальнейшим поддержанием в дозе 5 мкг/кг/ч, релаксацией ардуаном в дозе 0,1 мг/кг и эндо-

трахеального наркоза севофлюраном с минимальной альвеолярной концентрацией 0,7–0,9 об. %.

После выполнения срединной стернотомии, доступа к сердцу и магистральным сосудам подключали аппарат ИК (АИК). Канюляцию Ао выполняли гибкой армированной канюлей необходимого диаметра. Если возраст детей был менее 3–4 мес, то аортальную канюлю устанавливали в протез Gore-tex 3–4 мм, предварительно анастомозированный с брахиоцефальным стволом (БЦС). Выполняли раздельную канюляцию полых вен, установку дренажа левого желудочка через правую верхнюю легочную вену.

После инициации ИК выделяли дугу Ао и ее ветви, участок КоАо, нисходящий отдел грудной Ао. Пациента охлаждали до 28–30 °С (умеренная гипотермия). ИК проводили в Ph-стат режиме. Гематокрит у данной категории пациентов поддерживали на уровне 30%. Поток свежего газа подбирали таким образом, чтобы рСО₂ в артериальной крови находилось в пределах 50 мм рт. ст., при этом FiO₂ – 0,8, а рО₂ артериальной крови – в пределах 355 мм рт. ст. Газы крови и уровень pH контролировали в on-line режиме с помощью монитора CDI-500 фирмы Terumo.

Выполняли антеградную кардиоплегию. После перемещения канюли в БЦС скорость перфузии (СП) снижалась до 50 мл/кг/мин, что составляет приблизительно 30% от расчетной, БЦС отжимали турникетом. Во время основного этапа уровень мозговой и почечной сатурации, как правило, оставался выше 60% от исходного.

Основной этап операции: резекция участка КоАо, дугу Ао пересекали по нижнему краю с переходом на дистальную треть восходящей Ао (на 10–15 мм ниже устья БЦС). Нисходящую Ао пересекали продольно по задней стенке до соответствующего диаметра рассеченной дуги Ао. Накладывали широкий косой анастомоз по типу «конец-в-конец» между дугой и нисходящей Ао.

После окончания основного этапа аортальную канюлю перемещали из БЦС в просвет Ао и запускали кровотоки с увеличением СП до 100% и одновременным согреванием пациента до нормотермии. Во время согревания при сочетании КоАо с внутрисердечной патологией выполняли коррекцию последней, после чего прекращали ИК, выполняли чреспищеводный ЭХОКГ контроль, проводили модифицированную ультрафильтрацию, деканюляцию с последующим гемостазом и послойным ушиванием раны.

Исходы исследования

Интраоперационно фиксировали показатели NIRS головного мозга и почек, уровень лактата плазмы крови в начале операции, во время АСЦП и в конце операции. Оценивали общее время ИК, время АСЦП и время пережатия Ао (табл. 2).

Таблица 1

Общая характеристика наблюдаемых пациентов

Группы	n	Мужской пол, %	Возраст, дни Me (Q25–Q75%)	Вес, кг Me (Q25–Q75%)	P
1-я	53	67,9	1200 (187,5–2190)	14 (7,15–22)	0,003
2-я	77	70,1	60 (23–180)	4,34 (3,47–6,96)	0,041
3-я	50	50	24,5 (12,25–82,5)	3,8 (3,2–4,9)	0,043

Интраоперационные показатели наблюдаемых пациентов

Показатели	1-я группа	2-я группа	3-я группа	p
NIRS ГМ начало операции, %	70±15	73±7	73±5	0,190
NIRS ГМ этап АСЦП, %	88±4	89±6	82±9	0,053
NIRS ГМ конец операции, %	75±10	71±4	74±5	0,211
NIRS почек начало операции, %	69±7	71±3	67±8	0,076
NIRS почек этап АСЦП, %	57±4	56±3	51±9	0,121
NIRS почек конец операции, %	67±2	67±4	68±3	0,093
Лактат начало операции, ммоль/л	1,2±0,7	1,2±1,1	1,7±1,3	0,062
Лактат этап АСЦП, ммоль/л	1,9±0,9	2,0±1,4	2,2±1,1	0,142
Лактат конец операции, ммоль/л	2,2±0,5	2,7±0,4	3,0±0,3	0,201
Общее время ИК, мин	76±25	105±40	162±45	0,032
Время пережатия Ао, мин	35±10	57±13	80±37	0,009
Время АСЦП, мин	23±7	18±2	19±3	0,044

Отмечали общее время нахождения в палате интенсивной терапии (ПИТ). В первые 12 и 24 ч после-операционного периода оценивали уровень лактата, церебральный и почечный NIRS. Неврологический статус оценивался неврологом, в т.ч. с помощью нейросонографии, и по детской шкале ком Глазго (дШКГ), наличию или отсутствию очаговой симптоматики, а также времени ИВЛ в ПИТ.

В качестве оценки функции почек использовали критерии классификации rRIFLE. Ввиду разного возраста детей в группах снижение клиренса креатинина рассчитывали не в абсолютных значениях, а в процентах от возрастной нормы.

Всем пациентам в обязательном порядке проводили оценку остаточного градиента с помощью ЭХОКГ на момент поступления в ПИТ и на следующие сутки после операции.

Проведение исследования было одобрено этическим комитетом ФГБНУ «ТНИМЦ» «НИИ кардиологии». С родителей всех пациентов было взято информированное согласие на анализ и обработку персональных данных.

Статистический анализ

Результаты исследования были обработаны с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistic v20.0. Проверку групп на подчинение нормальному закону распределения проводили с помощью критерия Шапиро–Вилка. При сравнении групп статистически значимыми различиями между значениями считали при уровне $p < 0,05$. Для статистического анализа количественных показателей использовали критерии Крускала–Уолиса с проведением попарного анализа Манна–Уитни с корректировкой с учетом поправки Бонферрони. Для статистического анализа качественных показателей применяли критерий χ^2 .

Результаты

Всем пациентам была выполнена одномоментная коррекция КоАо и сопутствующей патологии с применением ИК и АСЦП в условиях умеренной гипотермии и доступом через срединную стернотомию. У пациентов 2-й и 3-й групп первым этапом хирургического лечения выполняли коррекцию КоАо, а затем сопутствующего ВПС (табл. 3).

Осложнений, связанных с хирургической техникой, не наблюдалось ни в одной из групп. Данные, полученные в послеоперационном периоде, представлены в табл. 4 и 5.

Общая летальность составила 2,2% – все 4 пациента были из 3-й группы. Первый пациент в возрасте 7 дней и весом 3,3 кг поступил с диагнозом: единственный желудочек сердца (ЕЖС), двуприточный левый желудочек (ЛЖ), D-позиция магистральных сосудов, КоАо, гипоплазия дуги. Градиент на бульбо-вентрикулярном отверстии составил 34/16 мм рт. ст. Была выполнена операция Дамус–Кей–Стенсела с наложением системно-легочного шунта и резекцией КоАо с наложением расширенного косоанастомоза «конец-в-конец». Через 2 ч после поступления в ПИТ произошли снижение SpO_2 до 20% и остановка сердечной деятельности. Смерть – после 40 мин реанимационных мероприятий. Причина смерти – острая сердечная недостаточность, системно-легочный шунт не тромбирован. Второй пациент в возрасте 1 месяца и весом 3,6 кг поступил в отделение с диагнозом: КоАо, гипоплазия дуги, стеноз аортального клапана и мышечный ДМЖП. По данным ЭХОКГ, ФВ ЛЖ – 40%, КДО – 9 мл. Интраоперационно при визуальном анализе анатомии сердца принято решение о невозможности двухжелудочковой коррекции, поскольку межжелудочковая перегородка полностью отсутствовала. Таким образом, была выполнена операция в объеме резекции КоАо с наложением расширенного косоанастомоза «конец-в-конец», открытой комиссуротомии аортального клапана и суживания легочной артерии (ЛА), а также иссечения межпредсердной перегородки. В течение 5 суток отмечались нестабильность гемодинамики на фоне максимальных доз инотропной поддержки, эпизоды снижения SpO_2 до 50%, лактат-ацидоз. Смерть наступила на 5-е сутки в результате острой сердечной недостаточности. Третьему пациенту в возрасте 1 месяца с диагнозом: двойное отхождение сосудов от правого желудочка, ДМЖП (Тауссиг-Бинг) и КоАо была выполнена операция в объ-

**Структура и хирургическое вмешательство при сопутствующих ВПС
у пациентов 2-й и 3-й групп**

ВПС	Хирургическая техника
ДМПП (52)	Пластика аутоперикардиальной заплатой
ДМЖП (25)	Пластика дакроновой заплатой
АВК (4): полная форма транзиторная форма	Двухзаплаточная техника «Австралийская методика»
Гемитрункус (1)	Пластика восходящей аорты + протезирование ствола ЛА
ГКМП (1)	Миэктомия
ДОС Тауссиг-Бинг (1)	Артериальное переключение с пластикой ДМЖП и протезированием ЛА
ЕЖС (8)	1-й этап гемодинамической коррекции – бенд/шунт 2-й этап гемодинамической коррекции – ДКПА
Сосудистые кольца/аберрантные артерии (15)	Пересечение сосудистого кольца с реплантацией аберрантной артерии
Стеноз МК (2)	Шовная пластика/протезирование
Недостаточность МК (4)	
Стеноз АоК (10)	
Стеноз ветвей ЛА (2)	Пластика ветвей заплатой
ТАДЛВ (1)	Перемещение коллектора ЛВ в ЛП
Scimitar синдром (1)	

Таблица 4

Послеоперационные показатели наблюдаемых пациентов

Показатели	1-я группа	2-я группа	3-я группа	p
Лактат после 12 ч в ПИТ, ммоль/л	1,7±0,7	1,9±0,6	1,9±0,8	0,067
Лактат после 24 ч в ПИТ, ммоль/л	1,5±0,3	1,8±0,6	1,4±1,2	0,072
Продолжительность ИВЛ, ч	21,4±7,3	22,7±8,3	35,3±12,3	0,012
Уровень сознания после экстубации (ШКГ для детей), баллы	8,4±0,3	8,5±0,8	8,2±0,5	0,053
Очаговая симптоматика	0	0	3,7%	
Церебральный NIRS 12 ч в ПИТ, %	72±15	75±7	89±5	0,053
Церебральный NIRS 24 ч в ПИТ, %	73±10	71±7	69±12	0,069
Почечный NIRS 12 ч в ПИТ, %	55±5	54±9	57±7	0,055
Почечный NIRS 24 ч в ПИТ, %	60±8	59±11	62±11	0,071
Продолжительность пребывания в ПИТ, сут	1,5±0,4	2±0,8	5,5±4,3	<0,001
Градиент АД в месте анастомоза по данным ЭХОКГ, мм рт. ст.	5,9±4,2	6,2±3,4	5,7±2,3	0,065

Таблица 5

Повреждение почек у наблюдаемых пациентов

Показатели	1-я группа	2-я группа	3-я группа	p
Снижение клиренса креатинина, % *	23±21	25±23	37±26	0,032
Диурез за 24 ч, мл/кг/ч	1±0,7	1±0,6	0,9±0,3	0,044
Повреждение почек (Injury) в соответствии с pRIFLE	3 (5,6%)	5 (6,75%)	8 (14,8%)	–
ОПН (Failure) в соответствии с pRIFLE	1 (1,8%)	1 (1,3%)	6 (11,1%)	
Потребность в перитонеальном диализе	0	0	2 (3,7%)	

*Ввиду неоднородного возраста детей снижение клиренса креатинина в группах рассчитывали в % от возрастной нормы.

еме резекции КоАо с наложением расширенного косоанастомоза «конец-в-конец», артериального переключения и пластики ДМЖП дакроновой заплатой с созданием выхода из ЛЖ в неоаорту. Поскольку правая коронарная артерия пересекала выходной отдел правого желудочка, выполнение трансанулярной пластики не представлялось возможным и в легочную позицию был имплантирован клапаносодержащий кондуит «Contegra 200». После остановки ИК развилась острая левожелудочковая недостаточность с

тотальной недостаточностью клапана неоаорты. В аортальную позицию (в неоаорту) был имплантирован клапаносодержащий кондуит «Contegra 200». После остановки ИК развилась острая сердечная недостаточность. Реанимационные мероприятия в течение 45 мин оказались неэффективны. Четвертому пациенту в возрасте 11 месяцев с диагнозом стеноз митрального клапана (МК) («парашют») с градиентом 28/16 мм рт. ст., ДМЖП и КоАо была выполнена операция в объеме резекции КоАо с наложением расширенного

косо́го анастомоза «конец-в-конец», пластикой ДМЖП с фенестрацией заплата и имплантацией клапанной части протеза «Contegra» в митральную позицию. Имплантация механического протеза в митральную позицию не представлялась возможной ввиду ограничения подвижности запирающих элементов протеза миокардом ЛЖ и механического сдавления выходного отдела ЛЖ. После остановки АИК – острая правожелудочковая недостаточность, продленное ИК в течение 40 мин с целью реперфузии миокарда. Смерть сразу после отключения АИК.

У всех умерших пациентов церебральный и почечный NIRS, а также уровень лактата не отличались внутри группы на соответствующей контрольной точке (этап операции, первые 12 и 24 ч). Снижение диуреза не отмечалось ни на одном из этапов операции. Таким образом, можно сделать вывод, что летальные исходы определялись не выбранной методикой нейро- и органопротекции, а исходным состоянием пациентов, объемом операции и, как следствие, большей длительностью ИК и временем пережатия Ао. Стоит отметить, что выполнение операций у всех впоследствии умерших пациентов было абсолютно показано с учетом прогноза естественного течения ВПС.

Все группы, несмотря на разнородность по возрасту, объему и длительности хирургических вмешательств, что подтверждалось разной продолжительностью времени ИК ($p=0,032$), временем пережатия Ао ($p=0,009$) и перфузии головного мозга ($p=0,044$), имели схожие данные мониторинга NIRS головы и почек, а также уровня лактата на всех этапах операции (табл. 1). Это говорит о том, что интраоперационные результаты выбранной методики перфузии были сопоставимы.

Уровень лактата в послеоперационном периоде статистически значимо не отличался во всех трех группах как после 12 ч ($p=0,067$), так и после 24 ч ($p=0,072$) наблюдения.

При оценке неврологического статуса у пациентов всех трех групп не были выявлены различия по уровню церебрального NIRS через 12 ч ($p=0,053$) и 24 ч ($p=0,069$), а также уровню сознания после экстубации. При анализе продолжительности ИВЛ в послеоперационном периоде и наличию очаговой симптоматики данные, полученные у пациентов 3-й группы, отличались от результатов в 1-й и 2-й группах, как видно из табл. 4. Продолжительность ИВЛ была дольше в 3-й группе ($35,3\pm 12$ ч), чем в 1-й ($21,4\pm 7,3$ ч) и 2-й ($22,8\pm 8,3$ ч), что объясняется меньшим возрастом, весом и тяжестью перенесенной операции, что и требовало продленной ИВЛ ($p=0,012$).

По результатам осмотра невролога, наличие очаговой симптоматики было выявлено у 2 пациентов 3-й группы (3,7%), однако оба эти ребенка после рождения имели перинатальную гипоксически-ишемическую энцефалопатию с наличием неврологического дефицита в виде пареза верхних конечностей.

Анализ почечного NIRS не выявил статистически значимых различий между группами через 12 ч ($p=0,055$) и 24 ч ($p=0,071$). Повреждение почек оценивали по шкале rRIFLE. Стоит отметить, что ни в одном случае не проводилась заместительная почечная терапия с использованием гемофильтрации. Снижение клиренса креатинина ($37\pm 26\%$) и диуреза ($0,9\pm 0,3$) в 3-й группе было достоверно выше, чем в 1-й ($23\pm 21\%$) и ($1\pm 0,7$), а также ($25\pm 23\%$) и ($1\pm 0,6$) во 2-й группах ($p=0,032$). Повреждение почек (Injury) в соответствии с rRIFLE было выявлено во всех трех группах. Почечная недостаточность чаще встречалась в 3-й группе – 6 (11,1%) против 1 (1,8%) и 1 (1,3%) в 1-й и 2-й группах. Среди 6 пациентов 3-й группы с острой почечной недостаточностью (ОПН) наложение перитонеального диализа потребовалось только 2 (3,7%) пациентам (табл. 5). У остальных пациентов лечение ОПН осуществляли инфузией лазикса, эуфиллина и коррекцией вводимой жидкости.

Время пребывания в ПИТ в 3-й группе пациентов было значительно дольше ($5,5\pm 4,3$ сут) против ($1,5\pm 0,4$ сут) в 1-й группе и ($2\pm 0,8$ сут) во 2-й ($p<0,001$). Это связано с лабильностью гемодинамики, продленной ИВЛ, более частым повреждением почек и большим объемом вмешательства.

По данным послеоперационной ЭХОКГ, гемодинамически значимый остаточный градиент не определялся ни у одного из прооперированных пациентов всех трех групп ($p=0,065$) (табл. 4).

Обсуждение

Непосредственные результаты хирургического лечения КоАо, в т.ч. в сочетании с другими ВПС, состоят из двух компонентов: выбранной техники коррекции и методики нейро- и органопротекции. В качестве показателя, определяющего эффективность хирургической техники коррекции КоАо, выступает определение остаточного градиента на участке анастомоза с помощью УЗИ. Оценить адекватность нейро- и органопротекции помогают данные психического и соматического развития детей. На настоящий момент все мониторируемые интра- и послеоперационные показатели носят лишь прогностический характер. Все это приводит к тому, что большинство клиник страны и мира в выборе методики органопротекции и хирургической техники руководствуется личным опытом.

По данным различных источников, ОПН является осложнением ИК и АСЦП у детей почти в 30% случаев [18–21], что часто приводит к летальному исходу [18]. Наиболее важными и подтвержденными факторами риска развития ОПН у детей являются: возраст, время ИК, коррелирующее с объемом вмешательства, в т.ч. АСЦП, ламинарный кровоток при проведении ИК и воспалительный ответ [19, 22]. С целью интра- и послеоперационного мониторинга повреждения почек был выбран NIRS, поскольку он показал лучшую достоверность в качестве

предиктора развития ОПН вне зависимости от развития цианоза, в сравнении с биомаркерами (NGAL, цистатин С) [18, 21]. Тяжесть повреждения почек оценивали критериями rRIFLE, куда включены клиренс креатинина и диурез, которые, по нашим данным и данным других исследований [23], наиболее удобны в клинической практике и дают возможность наиболее точно оценить степень повреждения почек. Поскольку в нашем исследовании внутри групп существовала достаточно большая разница в возрасте, от которой зависит клиренс креатинина, мы рассчитывали снижение клиренса в процентах от возрастной нормы. Показатели почечного NIRS не отличались среди групп, однако при оценке функции почек по rRIFLE количество пациентов с повреждением почек и почечной недостаточностью преобладало в 3-й группе. Мы связываем это с большим объемом операции, длительностью ИК и временем пережатия Ао. Кроме того, необходимо учитывать огромный потенциал к компенсации функции и регенерации паренхимы почек у детей. Результаты недавно опубликованных работ говорят о том, что развитие ОПН у детей не является достоверным критерием развития хронической почечной недостаточности в течение ближайших 5 лет [24].

Оценка неврологического статуса детей, в особенности новорожденных, после операций на дуге Ао является широко обсуждаемой проблемой в научных кругах. Главной причиной дискуссий является влияние на нервную систему в целом и мозг в частности различных методик нейропротекции, среди которых наиболее распространены гипотермический циркуляторный арест и различные варианты селективной перфузии головного мозга. Проблема заключается в сложности объективной оценки неврологического статуса ребенка, особенно первых 3 лет, ввиду незрелости ЦНС. В результате этого формируется большое количество способов оценки уровня сознания детей, неспособных к продуктивному контакту. Наиболее часто неврологический статус оценивается путем объективного осмотра, исключающего продуктивную симптоматику, также применяются различные шкалы. Кроме того, возможно выполнить оценку структурных изменений головного мозга с помощью УЗИ и КТ [25]. В качестве прогностического критерия развития неврологических осложнений интра- и послеоперационно необходим мониторинг уровня церебрального NIRS. Очень важным параметром является продолжительность ИВЛ, поскольку при отсутствии признаков органной

дисфункции отсутствие спонтанного респираторного драйва у новорожденных и детей старшего возраста является важнейшим признаком повреждения ЦНС. По данным, полученным нами в результате проведенного исследования, можно сделать вывод, что частота неврологических осложнений по наличию очаговой симптоматики была выше в 3-й группе пациентов. Тем не менее мы не можем связать эти осложнения с длительностью ИК, АСЦП и временем пережатия Ао, поскольку эти данные были сопоставимы со 2-й группой пациентов.

По нашему мнению, непосредственные результаты хирургической коррекции КоАо определяются не только остаточным градиентом и формой дуги Ао, получившейся в результате операции, но и выбранной методикой нейро- и органпротекции, обеспечивающей минимальный риск повреждения почек и ЦНС. В нашем исследовании в качестве доступа к сердцу и Ао была выбрана срединная стернотомия. Данный доступ в сочетании с использованием ИК и АСЦП в условиях умеренной гипотермии позволяет успешно выполнить радикальную коррекцию КоАо, в т.ч. при наличии сопутствующих ВПС.

Заключение

До настоящего времени не утихают споры об оптимальном выборе метода органпротекции у детей с КоАо, особенно с сопутствующими ВПС, что, в свою очередь, приводит к большому разнообразию хирургических доступов, техник (использование нативных тканей или применение синтетических материалов) и, как следствие, неудовлетворительных результатов лечения. По результатам проведенного исследования, использование ИК и АСЦП не увеличивают риск органных и неврологических дисфункций независимо от наличия изолированной КоАо или в сочетании с сопутствующими ВПС, при этом во всех случаях позволяют выполнять коррекцию патологии дуги Ао без гемодинамически значимых остаточных градиентов.

Финансирование и конфликт интересов: авторы статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Krivoschekov E.V.  0000-0002-0828-3995

Egunov O.A.  0000-0003-4023-455X

Podoksenov A.Yu.  0000-0002-4958-1462

Troshkinev N.M.  0000-0001-7627-7303

Svyazov E.A.  0000-0002-6907-381X

Sokolov A.A.  0000-0003-0513-9012

Литература

1. Carrico A, Moura C, Monterroso J, Casanova J, de Sousa R, Bastos P, Areias JC. Patients with aortic coarctation operated during the first year of life, different surgical techniques and prognostic factors – 21 years of experience. Portuguese Journal of Cardiology. 2003; 22 (10): 1185–1193.

2. Coarctation of the aorta. In: Mavroudis C. Pediatric Cardiac Surgery. Backer CL, Kaushal S, eds. United Kingdom: Blackwell Publishing, 2013; 256–257.

3. Gunnarsson SI, Torfason B, Sigfusson G, Helgason H,

Gudbjartsson T. Surgery for coarctation of the aorta in Iceland 1990–2006. Icelandic Medical Journal. 2009; 95 (10): 647–653.

4. Jonas RA. Coarctation of the aorta. In: Jonas RA, eds. Comprehensive Surgical Management of Congenital Heart Disease. United Kingdom: Arnold, part of Hodder Education, an Hachette UK Company, 2004: 208–209.

5. Algra SO, Jansen NJ, van der Tweel I, Schouten AN, Groenendaal F, Toel M, van Oeveren W, van Haastert IC, Schoof PH, de Vries LS, Haas F. Neurological injury after

neonatal cardiac surgery: a randomized, controlled trial of 2 perfusion techniques. *Circulation*. 2014; 129 (2): 224–233. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003312>

6. Goldberg CS, Bove EL, Devaney EJ, Mollen E, Schwartz E, Tindall S, Nowak C, Charpie J, Brown MB, Kulik TJ, Ohye RG. A randomized clinical trial of regional cerebral perfusion versus deep hypothermic circulatory arrest: outcomes for infants with functional single ventricle. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2007; 133 (4): 880–887.

7. Kanter KR, Mahle WT, Kogon BE, Kirshbom PM. What is the optimal management of infants with coarctation and ventricular septal defect? *The Annals of Thoracic Surgery*. 2007; 84 (2): 612–618.

8. Shiina Y, Kin H, Ogawa M, Mukaida M, Ishihara K, Kawazoe K. Two-staged repair of coarctation of the aortic arch with severe subaortic stenosis and ventricular septal defect. *The Japanese Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery: official publication of the Japanese association for thoracic surgery*. 1997; 45 (11): 1898–1902.

9. Tsang VT, Stark J. *Coarctation of the aorta*. In: Stark J, de Leval M, Tsang VT. *Surgery for congenital heart defects* third edition. England: John Wiley and sons, 2006: 285–298.

10. Callahan C, Saudek D, Shillingford A, Creighton S, Hill G, Johnson W, Tweddell JS, Mitchell ME, Woods RK. Single-stage repair of coarctation of the aorta and ventricular septal defect: a comparison of surgical strategies and resource utilization. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery*. 2017; 8 (5): 559–563. <http://doi.org/10.1177/2150135117727256>

11. Cheng HT, Lin MC, Jan SL, Fu YC. Endovascular stent for coarctation of the aorta in child and review of the literature. *Pediatrics and Neonatology*. 2011; 52 (4): 237–239. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2011.05.007>

12. Trojnarzka O, Szczepaniak-Chichet L, Mizia-Stec K, Gabriel M, Bartczak A, Grajek S, Gasior Z, Kramer L, Tykariski A. Vascular remodeling in adults after coarctation repair: impact of descending aorta stenosis and age at surgery. *Clinical Research in Cardiology: official journal of the German Cardiac Society*. 2011; 100 (5): 447–455. <https://doi.org/10.1007/s00392-010-0263-2>

13. Gesnjevar RA, Purbojo A, Muench F, Juengert J, Rueffer A. Goal-directed-perfusion in neonatal aortic arch surgery. *Translational Pediatrics [electronic resource]*. 2016; 5 (3): 134–141.

14. Truong DT, Tani LY, Minich LL, Burch PT, Bardsley TR, Menon SC. Factors associated with reoperation after surgical repair of coarctation of the aorta by way of thoracotomy in young infants. *Pediatric Cardiology*. 2014; 35 (1): 164–170. <https://doi.org/10.1007/s00246-013-0757-6>

15. Adamson G, Karamlou T, Moore P, Natal-Hernandez L, Tabbutt S, Peyvandi S. Coarctation index predicts recurrent

aortic arch obstruction following surgical repair of coarctation of the aorta in infants. *Pediatric Cardiology*. 2017; 38 (6): 1241–1246. <https://doi.org/10.1007/s00246-017-1651-4>

16. Dodge-Khatami A, Backer CL, Mavroudis C. Risk factors for reoperation and results of reoperation: 40-years review. *Journal of Cardiac Surgery*. 2000; 15 (6): 369–377.

17. Wood AE, Javadpour H, Duff D, Oslizlok P, Walsh K. Is extended arch aortoplasty the operation of choice for infant aortic coarctation? Results of 15 years experience in 181 patients. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2004; 77 (4): 1353–1358.

18. Ruf B, Bonelli V, Balling G, Horer J, Nagdyman N, Braun SL, Ewert P, Reiter K. Intraoperative renal near-infrared spectroscopy indicates developing acute kidney injury in infants undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a case-control study. *Critical Care*. 2015; 19 (1): 27. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0760-9>

19. Reyes-Flanders EN, Herrera-Landero A, Bobadilla-Gonzalez P, Nunez-Enriquez JC. Risk factors associated with postoperative acute renal failure in pediatric patients undergoing cardiopulmonary bypass surgery. *Revista Chilena de Pediatría*. 2017; 88 (2): 209–215. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2016.08.004>

20. Краснынь Е., Страуме З., Аузыньш Я., Петерсон А. Острая почечная недостаточность у детей с врожденными пороками сердца после их хирургической коррекции с искусственным кровообращением. *Вестник хирургии*. 2014; 170 (4): 78–82. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2014-171-4-78-82>

21. Сафина А.И., Даминова М.А. Острая почечная недостаточность у новорожденных. *Практическая медицина*. 2011; 53 (5): 43–50.

22. Jo YY, Kim JY, Lee JY, Choi CH, Chang YJ, Kwak HJ. The effect of intraoperative dexmedetomidine on acute kidney injury after pediatric congenital heart surgery: A prospective randomized trial. *Medicine*. 2017; 96 (28): e7480. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007480>

23. Lopes JA, Jorge S. The RIFLE and AKIN classification for acute kidney injury: a critical and comprehensive review. *Clinical Kidney Journal*. 2013; 6 (1): 8–14.

24. Greenberg JH, Zappitelli M, Devarajan P, Thiessen-Philbrook HR, Krawczeski C, Li S, Garg AX, Coca S, Parikh CR. TRIBE-AKI Consortium. Kidney Outcomes 5 Years After Pediatric Cardiac Surgery: The TRIBE-AKI Study. *JAMA Pediatrics*. 2016; 1; 170 (11): 1071–1078. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2016.1532>

25. Александрович Ю.С., Гордеев В.И. Оценочные и прогностические шкалы в медицине критических состояний. М.: Издательство «Сотис», 2007.

РЕФЕРАТЫ

ЛАНГЕРГАНСОКЛЕТОЧНЫЙ ГИСТИОЦИТОЗ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА: ДАННЫЕ О СТАТУСЕ РИСКА

Задача исследования – изучить «статус риска» лангергансоклочного гистиоцитоза (ЛКГ) желудочно-кишечного тракта. Результаты 43 опубликованных случаев пациентов с ЛКГ и поражением желудочно-кишечного тракта были сопоставлены с 43 пациентами с ЛКГ, не затронувшего желудочно-кишечный тракт. Проведено сравнение 5-летней общей выживаемости, определенной по кривым выживаемости Каплана–Мейера для всей когорты пациентов, а также подгрупп, определяемых отсутствием вовлечения органов риска и более позднего периода лечения (для контроля временных изменений в схемах лечения ЛКГ). Кроме того, была исследована связь между ЛКГ желудочно-кишечного тракта и поражением органов риска. Результаты: общая 5-летняя выживаемость у детей с ЛКГ желудочно-кишечного тракта (45,3%) была значительно хуже, чем у детей без поражения желудочно-кишечного тракта (94,6%; $p=0,001$). Это различие оставалось значительным после исключения участия орга-

на риска (53,6 против 100%; $p=0,001$) и пациентов, диагностированных после 2000 г. (75 против 100%; $p=0,012$). Наблюдалось 4-кратное увеличение поражения органов риска при ЛКГ желудочно-кишечного тракта (ОШ 4,359; 95% ДИ 1,75–10,82, $p=0,001$). Выводы: это ограниченное ретроспективное исследование предполагает, что пациенты с ЛКГ желудочно-кишечного тракта могут иметь пониженную выживаемость, независимо от вовлечения органов риска, и предоставляет доказательства в поддержку проспективного исследования для оценки статуса органа риска. ЛКГ желудочно-кишечного тракта может быть связан с 4-кратным риском поражения органов. Требуется повышенное внимание к желудочно-кишечным симптомам у детей раннего возраста с диагнозом ЛКГ.

Hoi Soo Yoon, Jae Hee Lee, Jennifer Michlitsch, Manuel Garcia-Carega, Michael Jeng. *The Journal of Pediatrics*. 2019; 212: 66–72.