

Смена парадигмы при операциях на дуге аорты — «теплая голова – холодное тело»

© Россейкин Е.В., Евдокимов М.Е., Базылев В.В., Батраков П.А., Кобзев Е.Е., Гебгарт Т.В.

Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Минздрава России (г. Пенза), 440071, Пенза, Российская Федерация

Поступила в редакцию 26 октября 2016 г. Принята к печати 14 декабря 2016 г.

Для корреспонденции: Батраков Павел Александрович, batrakov155@rambler.ru

Цель	Представить непосредственные результаты применения новой технологии протезирования дуги аорты и ее ветвей.
Методы	С января 2014 г. по июль 2016 г. 56 пациентам выполнили протезирование дуги аорты по новой технологии. Средний возраст составил от 23 до 73 лет (медиана 57,5). Показанием к протезированию дуги аорты являлись аневризма дуги аорты (32 пациента, 57%), острое (8 пациентов, 14%) и хроническое расслоение (16 пациентов, 29%) аорты 1-го и 2-го типов по Дебейки. Технология протезирования дуги аорты и ее ветвей включала 4 взаимосвязанных компонента: 1) тотальную индивидуальную антеградную перфузию головного мозга в нормотермическом режиме; 2) систему двух независимых контуров аппарата искусственного кровообращения; 3) технику первоначального протезирования ветвей дуги аорты в обратном порядке (Opposite Branch First Technique); 4) Пензенскую технику канюляции аорты (Penza Cannulation).
Результаты	Госпитальная летальность — 0. У 2 пациентов в ближайшем послеоперационном периоде возник неврологический дефицит, связанный с фибрилляцией предсердий. Время искусственного кровообращения составило 177,5 (92–312) мин, время антеградной перфузии головного мозга — 145 (78–220) мин, интраоперационная кровопотеря — 626,5 (300–3 200) мл. Пациенты экстубированы через 8,9 (3,6–106,8) ч после операции, а в отделении реанимации провели 3 (2–23) дня.
Заключение	Предложенная технология протезирования дуги аорты и ее ветвей является радикальной, универсальной и индивидуальной, имеет положительные клинические результаты без госпитальной летальности. Только она позволяет использовать технику «открытого дистального анастомоза» одновременно с нормотермической перфузией головного мозга.
Ключевые слова	Аневризма аорты • Расслоение аорты • Тотальная реконструкция дуги аорты • Селективная антеградная перфузия головного мозга • Нормотермическая перфузия

Как цитировать: Россейкин Е.В., Евдокимов М.Е., Базылев В.В., Батраков П.А., Кобзев Е.Е., Гебгарт Т.В. Смена парадигмы при операциях на дуге аорты — «теплая голова – холодное тело». Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016;20(4):26-33.
<http://dx.doi.org/10.21688-1681-3472-2016-4-26-33>

Введение

Одним из методов защиты головного мозга при операциях на дуге аорты является селективная антеградная перфузия (АПГМ). Основные принципы и способы селективной АПГМ предложены в середине прошлого века [1], однако в связи с осложнениями метод не нашел тогда широкого применения. Возрождение селективной АПГМ произошло в конце 1990-х – начале 2000-х гг. [2], когда появились новые варианты хирургической тактики, методики, материалы, методы перфузии, мониторные системы. При

операциях на дуге аорты существует ряд осложнений и побочных эффектов общепринятых методик, которые не дают снизить госпитальную летальность ниже 11% [3–6], что служит стимулом для разработки новых комплексных технологий оперативных вмешательств и перфузии. С 2014 г. в практику ФЦССХ (г. Пенза) внедрили новую оригинальную технологию работы при патологии дуги аорты. Мы назвали ее «Пензенская технология реконструкции дуги аорты» (Penza Arch Technology). Она включает четыре взаимосвязанных компонента:



Таблица 1 Профиль пациентов

Параметр	Значение, среднее \pm стандартное отклонение, медиана (мин – макс)
Возраст, лет	57,5 (23–73)
Пол, мужской / женский, n (%)	37 (66) / 19 (34)
Аневризма аорты, n (%)	32 (57)
Расслоение аорты острое, n (%)	8 (14)
Расслоение аорты хроническое, n (%)	16 (29)
Тотальная реконструкция дуги аорты – 3-4 брахиоцефальные артерии, n (%)	56 (100)
Сочетание с коронарным шунтированием, пластикой / протезированием клапанов сердца, протезированием восходящего отдела аорты, n (%)	54 (96,4)

1. тотальную индивидуальную антеградную перфузию головного мозга в нормотермическом режиме;

2. систему аппарата искусственного кровообращения из двух независимых контуров — основного (висцерального) и селективного (церебрального), — позволяющую создавать различающиеся режимы перфузии для тела и головного мозга;

3. технику первоначального протезирования ветвей дуги аорты в обратном порядке (Opposite Branch First Technique);

4. Пензенскую технику канюляции аорты (Penza Cannulation).

Основой данной технологии стала методика «теплая голова – холодное тело», позволяющая формировать дистальный анастомоз с нисходящим отделом аорты при гипотермической остановке кровообращения тела («холодное тело», «открытый дистальный анастомоз») и непрекращающейся нормотермической селективной АПГМ («теплая голова»). В литературе не обнаружили похожей на предлагаемую технологии и поставили цель — представить и изучить непосредственные результаты применения новой методики протезирования дуги аорты и ее ветвей.

Методы

В исследование включили 56 пациентов, которым с января 2014 г. по июль 2016 г. выполнили протезирование дуги аорты по предлагаемой технологии. Возраст составил от 23 до 73 лет (медиана 57,5). Показанием к протезированию дуги аорты являлись аневризма дуги аорты (32 пациента, 57%), острое (8 пациентов, 14%) и хроническое расслоение (16 пациентов, 29%) аорты 1-го и 2-го типов по Дебейки. Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Стандартным доступом у пациентов была медиальная стернотомия с расширением кожного разреза

от яремной вырезки вверх и влево вдоль медиального края грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Выделение дуги аорты и ее ветвей у всех пациентов выполняли экстраперикардially, то есть до вскрытия перикарда. Последовательно производили выделение брахиоцефального ствола и его бифуркации, левой общей сонной, левой подключичной и при необходимости левой позвоночной артерий (рис. 1).

На фоне стабильных и нормальных для пациента показателей гемодинамики (частота сердечных сокращений, артериальное давление инвазивное, центральное венозное давление) и церебральной оксиметрии (NIRS) методом интраоперационной флуометрии (ТТФМ, VeryQ MediStim, Norway) последовательно измеряли

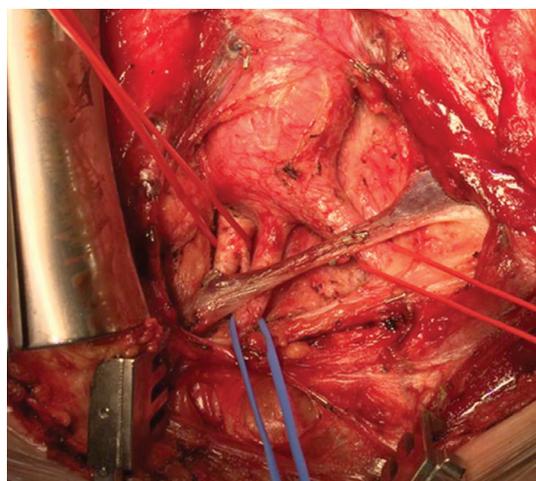


Рис. 1. Экстраперикардially выделение дуги аорты и ее ветвей

Fig. 1. Extra pericardial separation of aortic arch and its branches

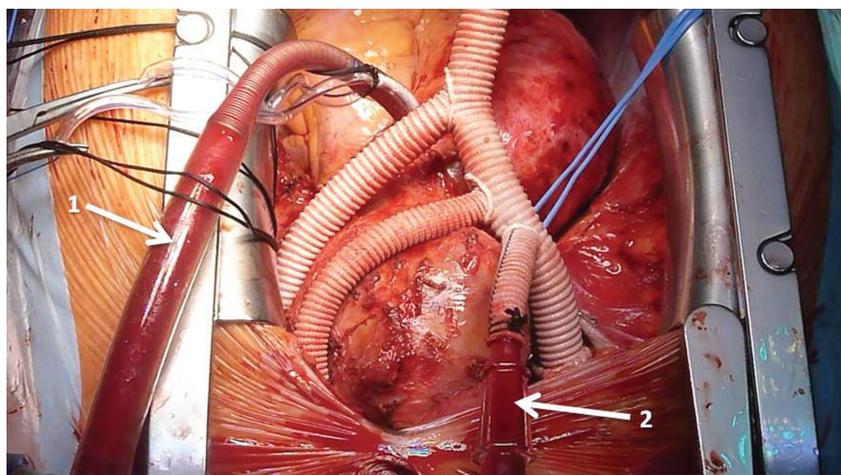


Рис. 2. Церебральная перфузия через трифуркационный протез

Примечание. 1 — артериальная канюля основного висцерального контура; 2 — артериальная канюля селективного церебрального контура

Fig. 2. Cerebral perfusion through a trifurcation prosthesis. 1 – arterial cannula of the main visceral circuit; 2 – arterial cannula of selective cerebral circuit

объемную скорость кровотока по левой подключичной, левой общей сонной артериям и брахиоцефальному стволу. Объемную скорость для АПГМ у пациента рассчитывали как сумму измеренных скоростей по всем брахиоцефальным ветвям аорты. Таким образом, АПГМ становится полностью персонифицированной и соответствующей объемной скорости кровотока по брахиоцефальным ветвям, измеренной до основного хирургического этапа в физиологических условиях кровоснабжения головного мозга (тотальная индивидуальная АПГМ).

После перикардотомии начинали искусственное кровообращение. Затем, начиная с левой подключичной артерии (Opposite Branch First Technique), формировали анастомозы по типу «конец-в-конец» между проксимальными частями всех брахиоцефальных артерий и модифицированным трифуркационным протезом с отдельной ветвью для перфузии (TAPP graft, Vascutek Ltd., Renfrewshire, Scotland, UK), рис. 2.

АПГМ начинали сразу после формирования анастомоза с левой подключичной артерией. Протезирование восходящего отдела и дуги аорты, а также реконструкцию клапанного аппарата сердца и коронарное шунтирование выполняли в зависимости от патологии, явившейся показанием к операции.

Всем пациентам введение в анестезию осуществляли внутривенными препаратами (фентанил, пропофол, рокурония бромид), а поддерживали анестезию ингаляционными анестетиками (севофлюран) с добавлением опиоидных анальгетиков (фентанил) и миорелаксантов (рокурония бромид). Искусственную вентиляцию легких проводили в режиме управления по давлению и нормовентиляции с фракцией O_2 65–80%. Для постоянного мониторинга артериального давления во всех отделах дуги и нисходящей части аорты пунктировали и катетеризировали обе лучевые артерии и одну бедренную артерию. Контроль оксигенации и перфузии головного мозга осуществляли двухканальным церебральным NIRS оксиметром (INVOS™ 5100C Cerebral/Somatic Oximeter, Medtronic-Covidien, USA) с двумя датчиками в лобной области. Температуру пациентов измеряли постоянно в носоглотке и прямой кишке. Защиту миокарда во время пережатия аорты проводили фармакохолодовой кардиopleгией (НТК-раствор, кустодиол).

Искусственное кровообращение осуществляли по оригинальной методике с использованием двух независимых контуров, работающих параллельно друг другу, для основной висцеральной и селективной церебральной перфузии. Для создания независимости контуров

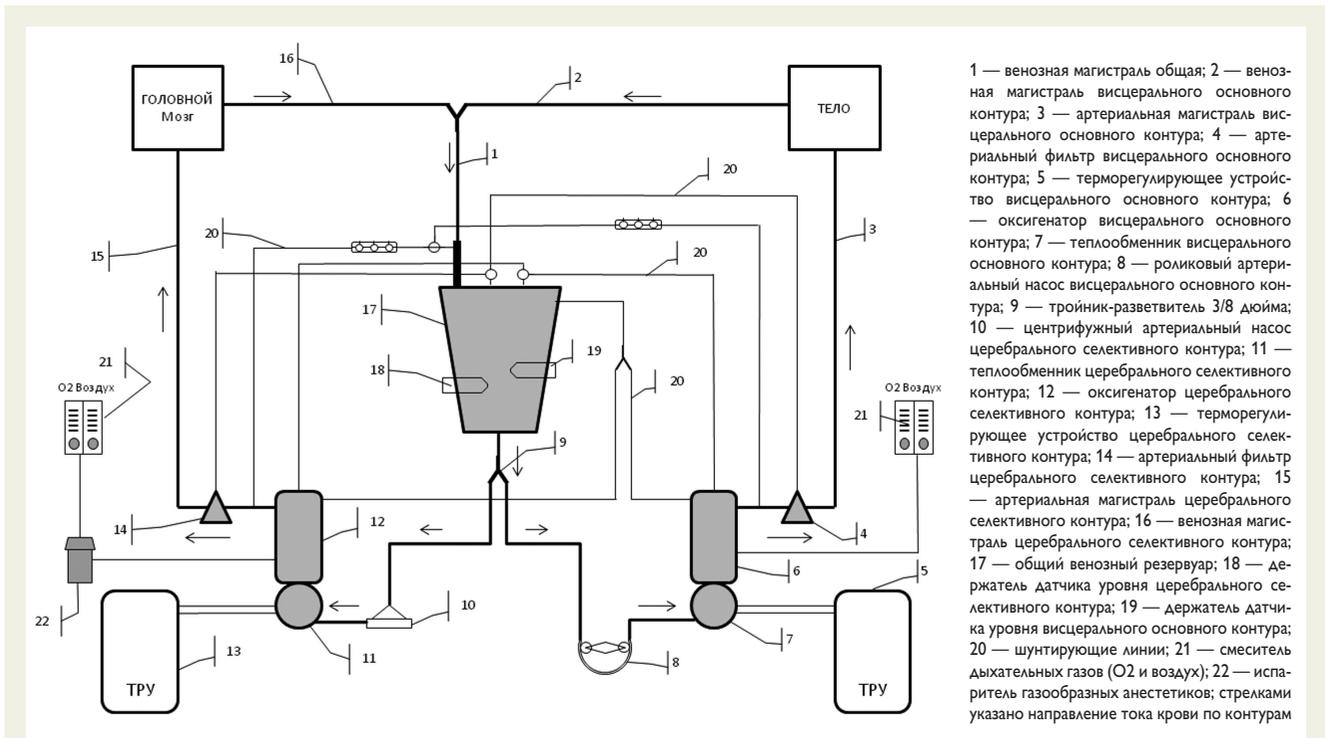


Рис. 3. Схема аппарата искусственного кровообращения с двумя независимыми контурами — висцеральным основным (тело) и церебральным селективным (головной мозг)

Fig. 3. CPB pump with two independent circuits, main visceral (body) and selective cerebral (brain)

1 — common venous tube line; 2 — venous tube line of main visceral circuit; 3 — arterial tube line of main visceral circuit; 4 — arterial filter of main visceral circuit; 5 — thermostatic control valve of main visceral circuit; 6 — oxygenator of main visceral circuit; 7 — heat exchanger of main visceral circuit; 8 — roller arterial pump of main visceral circuit; 9 — 3/8-inch T-branch; 10 — centrifugal arterial pump of selective cerebral circuit; 11 — heat exchanger of selective cerebral circuit; 12 — oxygenator of selective cerebral circuit; 13 — thermostatic control valve of selective cerebral circuit; 14 — arterial filter of selective cerebral circuit; 15 — arterial tube line of selective cerebral circuit; 16 — venous tube line of selective cerebral circuit; 17 — common venous reservoir; 18 — level sensor holder of selective cerebral circuit; 19 — level sensor holder of main visceral circuit; 20 — bypass lines; 21 — breathing gas mixer (O₂ and air); 22 — gaseous anesthetic vaporizer; the arrows indicate the direction of blood flow along the circuits

использовали два оксигенатора, два артериальных насоса (основной висцеральный роликовый и селективный церебральный центрифужный), два терморегулирующих устройства, два смесителя дыхательных газов и один общий венозный резервуар (рис. 3).

Такой способ позволил проводить основную висцеральную и селективную церебральную перфузии в разных температурных и скоростных режимах («теплая голова — холодное тело»). После канюляции аорты и полых вен начинается перфузия по основному контуру в нормотермическом режиме. По мере формирования анастомозов с ветвями протеза и всеми брахиоцефальными артериями начинается и увеличивается перфузия головного мозга по селективному церебральному контуру, согласно измеренным до перфузии скоростям по брахиоцефальным артериям (тотальная индивидуальная АПГМ), скорость перфузии основного контура

уменьшается пропорционально скорости селективного контура. Во время реконструкции клапанного аппарата сердца и восходящего отдела аорты началось охлаждение в основном висцеральном контуре, в то время как в селективном церебральном контуре продолжалась нормотермическая перфузия (температура в носоглотке 36,5 °С). По достижении ректальной температуры 26–28 °С кровообращение по основному висцеральному контуру останавливалось, и формировался дистальный анастомоз протеза с нисходящим отделом аорты («открытый дистальный анастомоз»), АПГМ в нормотермическом режиме не прекращалась. После формирования дистального анастомоза возобновлялась перфузия по основному висцеральному контуру и началось согревание. Снимали зажим с аорты, восстанавливали сердечную деятельность. Перфузия по селективному церебральному контуру продолжалась до

формирования анастомоза протеза восходящей аорты с протезом брахиоцефальных сосудов, висцеральный и церебральный потоки объединялись, и перфузия продолжалась по основному контуру. По завершении согревания (ректальная температура 36,2–36,4 °С, температура в носоглотке 36,5 °С) и при нормальных показателях сократительной функции сердца перфузию заканчивали. После операции всех пациентов в состоянии медикаментозного сна, на искусственной вентиляции легких переводили в отделение реанимации.

Фиксировали данные пациентов в медицинской информационной системе Медиалог 7.0 (ООО «Пост Модерн Текнолоджи», Россия) с последующей обработкой в электронной таблице (Microsoft Office Excel 2007, US) и представляли в виде среднего значения ± стандартное отклонение или медиана (диапазон минимум – максимум).

Результаты

Среди пациентов не было госпитальной летальности. У 2 пациентов в послеоперационном периоде (на 3-е сутки) произошли нарушения мозгового кровообращения: у одного — стойкое (инсульт), у другого — преходящее. Оба случая связаны с пароксизмом фибрилляции предсердий и последующей тромбоэмболией. Основные характеристики интра- и послеоперационного периода приведены в табл. 2.

При интраоперационном измерении скорости кровотока по брахиоцефальным артериям у 4 пациентов измеренная суммарная объемная скорость соответствовала рекомендуемой многими авторами скорости АПГМ 10 мл/кг/мин; у 12 пациентов была меньше этого значения (в среднем 7,8 мл/кг/мин), а у 40 была больше (в среднем 14,6 мл/кг/мин).

Необходимо подчеркнуть, что представленная методика перфузии двумя независимыми контурами позволила проводить нормотермическую АПГМ практически так же долго, как и всю перфузию (144±36,5 и 185,1±47,6 мин соответственно).

Обсуждение

При любых подходах к протезированию дуги аорты авторы сходятся во мнении о необходимости остановки кровообращения для формирования качественного дистального анастомоза с нисходящем отделом аорты, что также отражено в рекомендациях Европейского общества кардиоторакальных хирургов [3]. При остановке кровообращения используют разные подходы защиты головного мозга. Это глубокая гипотермия с полной остановкой кровообращения (без перфузии головного мозга [7, 8]) и глубокая или умеренная гипотермия с различными вариантами перфузии головного мозга (антеградная, ретроградная, одно- и двухсторонняя, тотальная) [9–12]. Открытым остается вопрос о выборе скорости селективной церебральной перфузии, которая у разных авторов колеблется от 8 до 20 мл/кг/мин [2, 3], что зачастую может приводить как к гипо-, так и гиперперфузии головного мозга.

Мы разработали и внедрили [13] методику тотальной индивидуальной перфузии головного мозга.

На протяжении долгого времени именно гипотермия являлась спасительным методом для защиты головного мозга при операциях на дуге аорты. Однако, применив индивидуальный подход и методику искусственного кровообращения с двумя независимыми контурами перфузии, мы стали рассматривать защиту головного мозга как

Таблица 2 Интра- и послеоперационные данные

Параметр	Значение, среднее ± стандартное отклонение, медиана (мин. – макс.)
Время операции, ч	7,38±1,13
Время искусственного кровообращения, мин	177,5 (92–312)
Время ишемии миокарда, мин	102,8±36,1
Время антеградной перфузии головного мозга, мин	145 (78–220)
Время остановки кровообращения тела, мин	22 (8–55)
Интраоперационная кровопотеря, мл	626,5 (300–3 200)
Время искусственной вентиляции легких в реанимации, ч	8,9 (3,6–106,8)
Пребывание в реанимации, дней	3 (2–23)
Дней после операции	11 (7–48)
Госпитальная летальность, %	0
Послеоперационное преходящее нарушение мозгового кровообращения, n (%)	1 (1,7)
Послеоперационный инсульт, n (%)	1 (1,7)

создание условий его кровоснабжения, аналогичных при операциях с искусственным кровообращением без вовлечения дуги аорты.

Технология с двумя независимыми контурами позволяет осуществлять технику «открытого дистального анастомоза» («холодное тело»), не прекращая нормотермическую селективную АПГМ («теплая голова»). Некоторые авторы пытались проводить основную и селективную перфузии при реконструкции дуги аорты в разных температурных режимах [14, 15], но использовали нормотермию для перфузии тела, что не позволяло работать на открытой аорте в зоне дистального анастомоза, а гипотермическая перфузия головного мозга могла приводить к его повреждению на этапе согревания [16, 17]. Другие авторы предлагают методики реконструкции дуги аорты полностью на нормотермической перфузии без остановки кровообращения тела [18], однако эти методики не всегда выполнимы в определенных клинических ситуациях (острое расслоение аорты) и не позволяют удобно работать в зоне дистального анастомоза.

Подход «теплая голова – холодное тело» лишен этих недостатков, устраняет повреждающий фактор согревания от наиболее чувствительного органа (головного мозга) и уменьшает время гипотермической остановки кровообращения тела за счет удобства выполнения дистального анастомоза. А индивидуализация объемной скорости АПГМ благодаря интраоперационной флоуметрии (ТТФМ), ее тотальность (перфузия по всем брахиоцефальным артериям) в сочетании с неинвазивным мониторингом церебральной оксиметрии (NIRS) позволяют адекватно и без осложнений проводить АПГМ продолжительное время.

Заключение

Предложенная технология протезирования дуги аорты и ее ветвей является радикальной, универсальной и индивидуальной, имеет положительные клинические результаты без госпитальной летальности. Только она позволяет использовать технику «открытого дистального анастомоза» одновременно с нормотермической перфузией головного мозга.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Россейкин Е.В., Евдокимов М.Е., Базылев В.В.

Сбор и обработка материала: Евдокимов М.Е., Батраков П.А., Гебгарт Т.В.

Статистическая обработка данных: Евдокимов М.Е., Батраков П.А., Кобзев Е.Е.

Написание статьи: Евдокимов М.Е., Батраков П.А.

Редактирование статьи: Евдокимов М.Е., Россейкин Е.В., Базылев В.В.

Список литературы

1. Cooley D., DeBaakey M., Morris G. Jr. Controlled extracorporeal circulation in surgical treatment of aortic aneurysm // *Annals of Surgery*. 1957. Vol. 146. No. 3. P. 473–485.
2. Harrington D., Fragomeni F., Bonser R. Cerebral perfusion // *Ann. Thorac. Surg.* 2007. Vol. 83. No. 2. P. S799–804. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.11.018>
3. De Paulis R., Czerny M., Weltert L., Bavaria J., Borger M.A., Carrel T.P., Etz C.D., Grimm M., Loubani M., Pacini D., Resch T., Urbanski P.P., Weigang E., EACTS Vascular Domain Group. Current trends in cannulation and neuroprotection during surgery of the aortic arch in Europe // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015. Vol. 47. No. 5. P. 917–923. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezu284>
4. Urbanski P., Luehr M., Di Bartolomeo R., Diegeler A., De Paulis R., Esposito G., Bonser R.S., Etz C.D., Kallenbach K., Rylski B., Shrestha M.L., Tsagakis K., Zacher M., Zierer A. Multicentre analysis of current strategies and outcomes in open aortic arch surgery: heterogeneity is still an issue // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2016. Vol. 50. No. 2. P. 249–255. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezw055>
5. Чернявский А.М., Альсов С.А., Ляшенко М.М., Сирота Д.А., Хван Д.С., Виноградова Т.Е., Ломиворотов В.В., Захаров С.Л. Анализ неврологических осложнений после хирургической реконструкции дуги аорты у пациентов с проксимальным расслоением // *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2013. Т. 17. № 2. С. 35–40.
6. Аксельрод Б.А., Гуськов Д.А., Чарчян Э.Р., Федулова С.В., Ойстрах А.С., Еременко А.А., Локшин Л.С., Хачатрян З.Р., Медведева Л.А., Трекова Н.А. Анестезиологическое обеспечение реконструктивных операций на дуге аорты: нюансы органопroteкции // *Анестезиология и реаниматология*. 2015. Т. 60. № 5. С. 26–31.
7. Griep R., Stinson E., Hollingsworth J., Buehler D. Prosthetic replacement of the aortic arch // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1975. Vol. 70. No. 6. P. 1051–1063.
8. Griep R., Ergin M., McCullough J., Nguyen K.H., Juvonen T., Chang N., Griep E.B. Use of hypothermic circulatory arrest for cerebral protection during aortic surgery // *J. Cardiovasc. Surg.* 1997. Vol. 12. Suppl. 2. P. 312–321.
9. Di Eusanio M., Schepens M., Morshuis W., Dossche K.M., Di Bartolomeo R., Pacini D., Pierangeli A., Kazui T., Ohkura K., Washiyama N. Brain protection using antegrade selective cerebral perfusion: a multicenter study // *Ann. Thorac. Surg.* 2003. Vol. 76. No. 4. P. 1181–1188.
10. Kamiya H., Hagl C., Kropivnitskaya I., Böthig D., Kallenbach K., Khaladj N., Martens A., Haverich A., Karck M. The safety of moderate hypothermic lower body circulatory arrest with

- selective cerebral perfusion: a propensity score analysis // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007. Vol. 133. No. 2. P. 501–509. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.09.045>
11. Pacini D., Leone A., Di Marco L., Marsilli D., Sobaih F., Turci S., Masieri V., Di Bartolomeo R. Antegrade selective cerebral perfusion in thoracic aorta surgery: safety of moderate hypothermia // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2007. Vol. 31. No. 4. P. 618–622. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2006.12.032>
 12. Bechtel J.F.M., Eleftheriadis S., Sievers H.-H. Surgical strategies for neuroprotection during ascending aortic and arch surgery // *Applied Cardiopulmonary Pathophysiology.* 2009. Vol. 13. P. 219–223.
 13. Россейкин Е.В., Евдокимов М.Е., Базылев В.В., Вачев С.А. Способ определения объемной скорости регионарного кровотока для проведения селективной антеградной перфузии // Бюллетень «Изобретения. Полезные модели». 2016. № 24. Патент RU 2596059 C2.
 14. Takano H., Sakakibara T., Matsuwaka R., Hori T., Sakagoshi N., Shinohara N. The safety and usefulness of cool head-warm body perfusion in aortic surgery // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery.* 2000. Vol. 18. No. 3. P. 262–269.
 15. Fernandes P., Mayer R., Adams C., Chu M.W.A. Simultaneous individually controlled upper and lower body perfusion for valve-sparing root and total aortic arch replacement: a case study // *JECT.* 2011. Vol. 43. No. 4. P. 245–251.
 16. Croughwell N.D., Frasco P., Blumenthal J.A., Leone B.J., White W.D., Reves J.G. Warming during cardiopulmonary bypass is associated with jugular bulb desaturation // *Ann. Thorac. Surg.* 1992. Vol. 53. No. 5. P. 827–832.
 17. Murkin J.M., Adams S.J., Novick R.J., Quantz M., Bainbridge D., Iglesias I., Cleland A., Schaefer B., Irwin B., Fox S. Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: a randomized, prospective study // *Anesthesia & Analgesia.* 2007. Vol. 104. No. 1. P. 51–58. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ane.0000246814.29362.f4>
 18. Touati G., Roux N., Carmi D., Degandt A., Benamar A., Marticho P., Nzomvuama A., Poulain H.J. Totally normothermic aortic arch replacement without circulatory arrest // *Ann. Thorac. Surg.* 2003. Vol. 76. No. 6. P. 2115–2117. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(03\)00739-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(03)00739-2)

Change of paradigm in the aortic arch reconstruction – “warm head – cool body”

Rosseykin E.V., Evdokimov M.E., Bazylev V.V., Batrakov P.A., Kobzev E.E., Gebgart T.V.

Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health Care of Russian Federation (Penza), 440071, Penza, Russian Federation

Corresponding author. Pavel A. Batrakov, batrakov155@rambler.ru

Aim. The article focuses on the immediate outcomes of a new technology implemented in total reconstruction of the aortic arch and its branches.

Methods. From January 2014 to July 2016 56 patients underwent aortic arch reconstruction by the proposed new technology. The age was from 23 till 73 years (median 57.5). Indications for aortic arch reconstruction were an aneurysm of the aortic arch (32 patients, 57%), acute (8 patients, 14%) and DeBakey Types 1 and 2 chronic dissection (16 patients, 29%). The proposed technology of aortic arch reconstruction included four interrelated components: 1) total individual antegrade cerebral perfusion in the normothermic mode; 2) a system of two independent circuits of perfusion; 3) original method of prosthetic aortic arch branches in reverse order (“Opposite Branch First Technique”); 4) Penza aortic cannulation technique (“Penza Cannulation”).

Results. No in-hospital mortality was observed. There were two cases of neurological deficit in the immediate postoperative period, associated with atrial fibrillation. CPB time was 177.5 (92–312) minutes. The time of ASCP was 145 (78–220) min. Intraoperative blood loss was 626.5 (300–3200) ml. Patients were extubated 8.9 (3.6–106.8) hours after surgery and held 3 (2–23) days in ICU.

Conclusion. The proposed technology of aortic arch reconstruction is a radical, universal and individual method. It shows good clinical results without in-hospital mortality. This method allows for using the technique of “open distal anastomosis” simultaneously with normothermic cerebral perfusion.

Keywords: aortic aneurysm; aortic dissection; total reconstruction of the aortic arch; selective antegrade cerebral perfusion; normothermic perfusion

Received 26 October 2016. Accepted 14 December 2016.

Funding: The study had no sponsorship.

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

Author contributions

Conceptualization and study design: Rosseykin E.V., Evdokimov M.E., Bazylev V.V.

Material acquisition and analysis: Evdokimov M.E., Batrakov P.A., Gebgart T.V.

Statistical data processing: Evdokimov M.E., Batrakov P.A., Kobzev E.E.

Article writing: Evdokimov M.E., Batrakov P.A.

Review & editing: Evdokimov M.E., Rosseykin E.V., Bazylev V.V.

Copyright: © 2016 Rosseykin et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

References

1. Cooley D, DeBakey M, Morris G Jr. Controlled extracorporeal circulation in surgical treatment of aortic aneurysm. *Annals of Surgery.* 1957;146(3):473–85.
2. Harrington D, Fragomeni F, Bonser R. Cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(2):S799–804. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.11.018>
3. De Paulis R, Czerny M, Weltert L, Bavaria J, Borger MA, Carrel TP, Etz CD, Grimm M, Loubani M, Pacini D, Resch T, Urbanski PP, Weigang E, EACTS Vascular Domain Group. Current trends in cannulation and neuroprotection during surgery of the aortic arch in Europe. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;47(5):917–23. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezu284>
4. Urbanski P, Luehr M, Di Bartolomeo R, Diegeler A, De Paulis R, Esposito G, Bonser RS, Etz CD, Kallenbach K, Rylski B, Shrestha ML, Tsagakis K, Zacher M, Zierer A. Multicentre analysis of current strategies and outcomes in open aortic arch surgery: heterogeneity is still an issue. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;50(2):249–55. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezw055>

5. Chernyavskiy AM, Alsov SA, Lyashenko MM, Sirota DA, Khvan DS, Vinogradova TYe, Lomivorotov VV, Zakharov SL. The analyze of neurological complications after aortic arch reconstruction in patients with proximal aortic dissection. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2013;17(2):35-40. (In Russ.)
6. Akselrod BA, Guskov DA, Charchyan ER, Fedulova SV, Oystyrakh AS, Eremenko AA, Lokshin LS, Khachatryan ZR, Medvedeva LA, Trekova NA. Anaesthetic management of reconstructive surgery on the aortic arch: the nuances of organ protection. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2015;60(5):26-31. (In Russ.)
7. Griep R, Stinson E, Hollingsworth J, Buehler D. Prosthetic replacement of the aortic arch. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1975;70(6):1051-63.
8. Griep R, Ergin M, McCullough J, Nguyen KH, Juvonen T, Chang N, Griep EB. Use of hypothermic circulatory arrest for cerebral protection during aortic surgery. *J Cardiovasc Surg*. 1997;12(2 Suppl):312-21.
9. Di Eusano M, Schepens M, Morshuis W, Dossche KM, Di Bartolomeo R, Pacini D, Pierangeli A, Kazui T, Ohkura K, Washiyama N. Brain protection using antegrade selective cerebral perfusion: a multicenter study. *Ann Thorac Surg*. 2003;76(4):1181-8.
10. Kamiya H, Hagl C, Kropivnitskaya I, Böthig D, Kallenbach K, Khaladj N, Martens A, Haverich A, Karck M. The safety of moderate hypothermic lower body circulatory arrest with selective cerebral perfusion: a propensity score analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;133(2):501-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.09.045>
11. Pacini D, Leone A, Di Marco L, Marsilli D, Sobaih F, Turci S, Masieri V, Di Bartolomeo R. Antegrade selective cerebral perfusion in thoracic aorta surgery: safety of moderate hypothermia. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007;31(4):618-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2006.12.032>
12. Bechtel JFM, Eleftheriadis S, Sievers H-H. Surgical strategies for neuroprotection during ascending aortic and arch surgery. *Applied Cardiopulmonary Pathophysiology*. 2009;13:219-23.
13. Rosseykin EV, Evdokimov ME, Bazylev VV, Vachev SA. Method for determining volume rate of regional blood flow for carrying out selective antegrade perfusion. *Russian Patent*. No. 2596059 C2. (In Russ.)
14. Takano H, Sakakibara T, Matsuwaka R, Hori T, Sakagoshi N, Shinohara N. The safety and usefulness of cool head-warm body perfusion in aortic surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2000;18(3):262-9.
15. Fernandes P, Mayer R, Adams C, Chu MWA. Simultaneous individually controlled upper and lower body perfusion for valve-sparing root and total aortic arch replacement: a case study. *JECT*. 2011;43(4):245-51.
16. Croughwell ND, Frasco P, Blumenthal JA, Leone BJ, White WD, Reves JG. Warming during cardiopulmonary bypass is associated with jugular bulb desaturation. *Ann Thorac Surg*. 1992;53(5):827-32.
17. Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ, Quantz M, Bainbridge D, Iglesias I, Cleland A, Schaefer B, Irwin B, Fox S. Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: a randomized, prospective study. *Anesthesia & Analgesia*. 2007;104(1):51-8. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ane.0000246814.29362.f4>
18. Touati G, Roux N, Carmi D, Degandt A, Benamar A, Marticho P, Nzomvuama A, Poulain HJ. Totally normothermic aortic arch replacement without circulatory arrest. *Ann Thorac Surg*. 2003;76(6):2115-7. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(03\)00739-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(03)00739-2)

How to cite: Rosseykin EV, Evdokimov ME, Bazylev VV, Batrakov PA, Kobzev EE, Gebgart TV. Change of paradigm in the aortic arch reconstruction – “warm head – cool body”. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2016;20(4):26-33. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688-1681-3472-2016-4-26-33>