

## Непосредственные результаты вмешательств на дуге аорты у пациентов с различными видами церебральной перфузии, циркуляторным арестом и умеренной гипотермией

© Михайлов А.В., Зиятдинов Д.Ж.

Свердловская областная клиническая больница № 1, 620102, Екатеринбург, Российская Федерация

Поступила в редакцию 7 сентября 2016 г. Принята к печати 14 ноября 2016 г.

Для корреспонденции: Зиятдинов Данил Жамилевич, [jamilichd@mail.ru](mailto:jamilichd@mail.ru)

### Цель

Выполнить сравнительный анализ непосредственных результатов вмешательств на дуге аорты у пациентов, оперированных в условиях антеградной/ретроградной церебральной перфузии и умеренного гипотермического циркуляторного ареста.

### Методы

Ретроспективно проанализировали данные 49 пациентов, которым выполнили вмешательство на восходящем отделе и дуге аорты в условиях антеградной (24 пациента — группа 1) и ретроградной (25 пациентов — группа 2) церебральной перфузии и умеренного гипотермического циркуляторного ареста с 2011 по 2015 гг. По поводу острого расслоения прооперировали 13 (26,5%) пациентов. Двустворчатый аортальный клапан имелся у 16 (33%), синдром Марфана — у 2 (4%), аортальная регургитация II и III степени — у 27 (56%).

### Результаты

Средний возраст пациентов составил  $58 \pm 11$  и  $58 \pm 12$  лет ( $p = 0,9$ ), лица мужского пола — 83 и 76% ( $p = 0,524$ ), функциональный класс по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA) —  $2,9 \pm 0,5$  и  $2,8 \pm 0,8$  ( $p = 0,689$ ) в группах 1 и 2 соответственно. Время искусственного кровообращения составило  $190 \pm 44$  и  $207 \pm 50$  мин ( $p = 0,227$ ), пережатия аорты —  $119 \pm 32$  и  $113 \pm 26$  мин ( $p = 0,503$ ), циркуляторного ареста —  $21 \pm 12$  и  $21 \pm 15$  мин ( $p = 0,968$ ) в группах 1 и 2 соответственно. Послеоперационная летальность составила 0 и 8% ( $p = 0,157$ ), длительное пребывание в реанимационно-анестезиологическом отделении — 71 и 48% ( $p = 0,182$ ), осложнения — 67 и 64% ( $p = 0,831$ ), острое нарушение мозгового кровообращения — 12,5 и 12% ( $p = 0,955$ ) в группах 1 и 2 соответственно.

### Заключение

Антеградная и ретроградная церебральные перфузии в условиях непродолжительного умеренного гипотермического циркуляторного ареста при вмешательствах на дуге аорты показали сопоставимые удовлетворительные непосредственные результаты. Антеградную церебральную перфузию следует использовать в большинстве случаев как более физиологичную.

### Ключевые слова

Церебральная перфузия • Умеренная гипотермия • Дуга аорты • Циркуляторный арест

**Как цитировать:** Михайлов А.В., Зиятдинов Д.Ж. Непосредственные результаты вмешательств на дуге аорты у пациентов с различными видами церебральной перфузии, циркуляторным арестом и умеренной гипотермией. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016;20(4):58-65. <http://dx.doi.org/10.21688-1681-3472-2016-4-58-65>

### Введение

Глубокий гипотермический циркуляторный арест длительное время являлся основным методом защиты головного мозга при хирургическом лечении патологии дуги аорты, и его продолжают применять [1]. Дополнительно к гипотермическому циркуляторному аресту многие хирурги используют антеградную или ретро-

градную церебральную перфузию [2]. В литературе анализируют и сравнивают клинические исходы между двумя вариантами перфузии головного мозга при глубокой гипотермии [3]. В то же время имеется тенденция к увеличению числа операций, выполняемых в условиях умеренного гипотермического ( $24\text{--}28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) циркуляторного ареста, так как в этом случае наблюдается сниже-



ние продолжительности искусственного кровообращения и нарушений в системе гемостаза [4, 5]. В связи с этим мы решили, что сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов, которым вмешательство на восходящем отделе и дуге аорты выполняли с антеградной/ретроградной церебральной перфузией и умеренным гипотермическим циркуляторным арестом, будет достаточно актуальным и интересным.

## Методы

С января 2011 г. по декабрь 2015 г. в кардиохирургическом отделении №1 Свердловской областной клинической больницы №1 (Екатеринбург, Россия) последовательно прооперировали 75 пациентов по поводу патологии восходящего отдела и дуги аорты. Выполнили ретроспективное когортное исследование 49 пациентов, которым оперативное вмешательство провели в условиях умеренной гипотермии (температура тела 26–30 °С). Во время циркуляторного ареста 24 пациентам (группа 1) осуществили антеградную церебральную перфузию, 25 пациентам (группа 2) — ретроградную церебральную перфузию. Исследование одобрил локальный этический комитет Свердловской областной клинической больницы № 1. Все пациенты подписали информированные согласия на включение в исследование.

### Техника операций

Выполняли операции через срединную стернотомию в условиях гипотермического искусственного кровообращения. Артериальную канюляцию в восходящую аорту провели 20 (41%) пациентам, правую подключичную артерию — 18 (37%), брахиоцефальный ствол — 6 (12%), бедренную артерию — 3 (6%), в обе общие сонные артерии — 2 (4%). Если планировали антеградную церебральную перфузию, то перед операцией выполняли транскраниальную ультразвуковую доплерографию и пробу Матаса слева с определением коллатерального кровотока справа налево по левой средней мозговой артерии. Применяли фармакохолодовую кардиоплегию раствором «Кустодиол» 40 (82%) пациентам, у остальных 9 (18%) — холодовую кровяную кардиоплегию. По достижении температуры в пищеводе 28 °С осуществляли циркуляторный арест, в 25 (51%) случаях выполняли ретроградную церебральную перфузию, в 24 (49%) — антеградную церебральную перфузию. С 2015 г. во всех случаях отдаем предпочтение антеградной церебральной перфузии. Адекватность церебраль-

ной перфузии контролировали при помощи транскраниальной ультразвуковой доплерографии в 43 (88%) случаях или церебральной инфракрасной оксиметрии — в 6 (12%). При антеградной церебральной перфузии 2 (4%) пациентам дополнительно понадобилась канюляция левой общей сонной артерии. Обязательным условием адекватной антеградной церебральной перфузии является окклюзия всех брахиоцефальных ветвей дуги аорты. Протезирование восходящего отдела и «полудуги» аорты понадобилось 46 (94%) оперированным, восходящего отдела и полной дуги аорты — 3 (6%). При фиксации протеза к аорте и устьям коронарных артерий во всех случаях использовали фетровые прокладки и биоклей. Протезирование аортального клапана выполнили 38 (78%) пациентам, из них имплантацию биологического клапана лишь одному, реимплантацию аортального клапана по David — одному пациенту (2%), супракоронарное протезирование аорты — 10 (20%). Сопутствующая пластика митрального клапана понадобилась в 8 (16%) случаях, трикуспидального клапана в 6 (12%), коронарное шунтирование в 2 (4%). Таким образом, дополнительно к протезированию аорты 5 (10%) больным выполнили трехклапанную коррекцию, одному (2%) — трехклапанную коррекцию и коронарное шунтирование, двум (4%) — двухклапанную коррекцию.

### Статистический анализ

Количественные данные представлены в виде среднеарифметического со стандартным отклонением. Качественные данные описаны в виде процентных долей. Если данные соответствовали нормальному распределению, при сравнении количественных признаков применяли t-тест с двусторонней значимостью. Если данные не соответствовали нормальному распределению, для сравнения применяли тест Манна – Уитни. Для сравнения качественных признаков между группами использовали критерий  $\chi^2$ . При сравнении данных различия считались достоверными при  $p < 0,05$ . Статистическую обработку данных проводили с использованием программы SPSS Statistics 17.0 (Chicago, IL).

## Результаты

Среди пациентов преобладали мужчины трудоспособного возраста. Хроническая сердечная недостаточность (по классификации NYHA) I функционального класса (ФК) была у 2 (4%) оперированных, II ФК — у 8 (16%), III ФК — у 33 (68%), IV ФК — у

**Таблица 1** Дооперационная характеристика пациентов

Параметр	Всего, n = 49	Группа 1, n = 24	Группа 2, n = 25	p*
Возраст, лет ( $\mu \pm \sigma$ )	58 $\pm$ 11,3	58,2 $\pm$ 11,1	57,8 $\pm$ 11,7	0,9
Пол, мужской/женский, n (%)	39/10 (80/20)	20/4 (83/17)	19/6 (76/24)	0,524
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> ( $\mu \pm \sigma$ )	26,7 $\pm$ 4,6	27,1 $\pm$ 5,3	26,3 $\pm$ 3,9	0,549
ФК ХСН по NYHA, n (%)				
I	2 (4)	0	2 (8)	
II	8 (16)	4 (16)	4 (16)	0,689
III	33 (68)	17 (71)	15 (60)	
IV	6 (12)	3 (13)	4 (16)	
Повторная операция, n (%)	2 (4)	0	2 (8)	0,157
Артериальная гипертензия, n (%)	37 (76)	17 (71)	20 (80)	0,536
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	4 (8)	1 (4)	3 (12)	0,317
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	3 (6)	1 (4)	2 (8)	0,425
Хроническая болезнь почек, n (%)	7 (14)	4 (17)	3 (12)	0,641
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	2 (4)	1 (4)	1 (4)	0,976
Фибрилляция предсердий / трепетание предсердий, n (%)	7 (14)	4 (17)	3 (12)	0,641
Острое расслоение, n (%)	13 (26,5)	8 (33)	5 (20)	0,247
Двустворчатый аортальный клапан, n (%)	16 (33)	7 (29)	9 (36)	0,714
Синдром Марфана, n (%)	2 (4)	1 (4)	1 (4)	0,714

Примечание. ФК ХСН по NYHA — функциональный класс хронической сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA); \* — при сравнении между подгруппами по видам церебральной перфузии

6 (12%). Операция по поводу аневризмы восходящего отдела аорты выполнена 30 (61%) пациентам. Острое расслоение диагностировано в 13 (26,5%) случаях, хроническое расслоение — в 3 (6%), ложная аневризма — в 3 (6%). Двум пациентам (4%) ранее выполняли вмешательства на восходящем отделе и дуге аорты, у одного из них с течением времени на фоне протез-

ного эндокардита возникла несостоятельность дистального шва на дуге аорты с формированием ложной аневризмы. В другом случае ложная аневризма сформировалась вследствие децелерационного синдрома и сопровождалась сдавлением левого главного бронха. Исходная характеристика пациентов представлена табл. 1.

**Таблица 2** Дооперационные эхокардиографические и ангиографические параметры пациентов

Параметр	Всего, n = 49	Группа 1, n = 24	Группа 2, n = 25	p
Конечный диастолический размер левого желудочка, мм ( $\mu \pm \sigma$ )	58,4 $\pm$ 10,8	58,2 $\pm$ 9,7	58,7 $\pm$ 11,9	0,882
Конечный систолический размер левого желудочка, мм ( $\mu \pm \sigma$ )	40 $\pm$ 9	38,9 $\pm$ 7,5	41,1 $\pm$ 10,3	0,402
Фракция выброса левого желудочка, мм ( $\mu \pm \sigma$ )	58 $\pm$ 10	60,2 $\pm$ 9,1	55,9 $\pm$ 10,6	0,137
	0	3 (12,5)	3 (12)	0,871
Регургитация аортального клапана, n (%)	I	9 (37,5)	7 (28)	0,157
	II	9 (37,5)	11 (44)	0,536
	III	3 (12,5)	4 (16)	0,317
Средний трансортальный градиент, n (%)				0,953
<40 мм рт. ст.	42 (86)	20 (83)	22 (88)	
>40 мм рт. ст.	7 (14)	4 (17)	3 (12)	
Регургитация митрального клапана $\geq$ II ст., n (%)	7 (14)	4 (17)	3 (12)	0,872
Регургитация трикуспидального клапана $\geq$ II ст., n (%)	4 (8)	2 (8)	2 (8)	0,632
Восходящая аорта*, мм ( $\mu \pm \sigma$ )	58,1 $\pm$ 13,3	58 $\pm$ 10,9	58,2 $\pm$ 15,6	0,975
Дуга аорты*, мм ( $\mu \pm \sigma$ )	35,3 $\pm$ 13,3	35,9 $\pm$ 7,1	34,8 $\pm$ 15,6	0,77

Примечание. \* — по данным КТ-ангиографии

**Таблица 3** Характеристика искусственного кровообращения и церебральной перфузии (среднее ± стандартное отклонение)

Параметр	Всего, n = 49	Группа 1, n = 24	Группа 2, n = 25	p
Время искусственного кровообращения, мин	198,7±47,3	190,3±44,2	206,7±49,7	0,227
Пережатие аорты, мин	116±28,7	118,8±31,7	113,2±25,9	0,503
Температура, °С	27±1,5	27±1,8	26,9±1,3	0,786
Циркуляторный арест, мин	21,1±13,6	21±12,2	21,2±15,1	0,968

По данным эхокардиографии, аортальная недостаточность II–III ст. встречалась у 27 (55%) больных. Данные ультразвукового исследования сердца и компьютерной томографической ангиографии (КТ-ангиографии) аорты отражены в табл. 2.

Как видно из табл. 1 и 2, между группами статистически достоверной разницы по исходным данным не выявили.

Характеристика данных искусственного кровообращения и церебральной перфузии представлена в табл. 3.

Продленная искусственная вентиляция легких (более 24 ч) понадобилась 21 (43%) оперированному пациенту, длительное пребывание в реанимационно-анестезиологическом отделении (более 48 ч) — 29 (59%). Послеоперационная летальность составила 2 (4%) случая, причина смерти — послеоперационная острая сердечно-сосудистая недостаточность на фоне периоперационного инфаркта миокарда.

В раннем послеоперационном периоде осложнения возникли у 32 (65%) пациентов. Острое нарушение мозгового кровообращения перенесли 6 (12%) больных; послеоперационное кровотечение, потребовавшее рестернотомии, — 2 (4%); почечную недостаточность (по критериям AKIN, 2007) — 12 (24%), двум из них потребовалась гемофильтрация; послеоперационную

сердечно-сосудистую недостаточность (потребность в инотропной поддержке более 24 ч) — 30 (61%); сдавливающий перикардит — 2 (4%); полиорганную недостаточность — 7 (14%). В табл. 4 представлена сравнительная характеристика результатов лечения пациентов с антеградной и ретроградной церебральной перфузией в раннем послеоперационном периоде. Статистически достоверной разницы по непосредственным результатам лечения у пациентов с антеградной и ретроградной церебральной перфузией не выявили.

### Обсуждение

Церебральную перфузию и гипотермический циркуляторный арест широко применяют при вмешательствах на дуге аорты. Iba Y. с соавт. представили исследование, в котором провели анализ 1 001 операции на дуге аорты; пациентам выполняли как антеградную, так и ретроградную церебральную перфузию. Госпитальная летальность составила 4,7%, стойкие неврологические осложнения — 3,5%, переходящая церебральная недостаточность — 6,7% [2].

Zierer A. с соавт. представили данные анализа хирургического лечения 1 002 пациентов, которым выполняли антеградную церебральную перфузию при температуре 28–30 °С с послеоперационной летальностью 5% и

**Таблица 4** Сравнительная характеристика результатов лечения пациентов с антеградной и ретроградной церебральной перфузией

Осложнение	Группа 1, n = 24	Группа 2, n = 25	p
Длительное пребывание в реанимационно-анестезиологическом отделении, n (%)	17 (71)	12 (48)	0,182
Продленная искусственная вентиляция легких, n (%)	13 (54)	8 (32)	0,367
Летальность, n (%)	0	2 (8)	0,157
Осложнения, n (%)	16 (67)	16 (64)	0,831
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	3 (12,5)	3 (12)	0,955
Кровотечение, n (%)	2 (8)	0	0,157
Сдавливающий перикардит, n (%)	1 (4)	1 (4)	0,975
Почечная недостаточность, n (%)	5 (21)	7 (28)	0,45
Сердечно-сосудистая недостаточность, n (%)	15 (62,5)	15 (60)	1,0
Полиорганная недостаточность, n (%)	3 (12,5)	4 (16)	0,638

стойкими неврологическими нарушениями в 3% случаев [6].

Белов Ю.В. с соавт. считают антеградную церебральную перфузию в условиях умеренной гипотермии методом выбора. При операциях с антеградной перфузией головного мозга и температуре 24–28 °С отмечали у 18% оперированных почечную недостаточность и в трети случаев (33,8%) неврологические расстройства [7]. Операции в условиях ретроградной церебральной перфузии в их исследовании сопровождались большей частотой стойких неврологических осложнений (6,25 и 2,1%) и летальностью (31 и 13%) [4]. Tsai J.Y. с соавт. также отмечают преимущества умеренной гипотермии над глубокой при операциях на грудной аорте в виде уменьшения госпитальной летальности, в то же время не обнаруживая различий по частоте неврологических осложнений и послеоперационных кровотечений [8]. Другие авторы, напротив, не находят достоверных различий между ретроградной и антеградной церебральной перфузией по результатам лечения пациентов с патологией дуги аорты [9]. Griep R.B. приводит данные, на основании которых считает, что 75-минутный циркуляторный арест при температуре тела 28 °С — безопасный интервал для спинного мозга [10]. Как правило, этого времени достаточно при коррекции патологии полной дуги аорты, поэтому антеградную церебральную перфузию в условиях умеренного гипотермического циркуляторного ареста можно безопасно применять при планируемых непродолжительных вмешательствах на дуге аорты.

Okita Y. и соавт. проанализировали данные по вмешательствам на дуге аорты 8 169 пациентов из национальной базы данных. Послеоперационная летальность составила 6 и 7,1%, острое нарушение мозгового кровообращения 6,7 и 8,6% у пациентов с антеградной и ретроградной перфузией головного мозга соответственно. Но авторы обнаружили более длительное пребывание пациентов в реанимационно-анестезиологическом отделении после операций с ретроградной церебральной перфузией. Они рекомендуют при сложных вмешательствах на дуге аорты использовать антеградную перфузию головного мозга [11]. Мы в исследовании также не обнаружили достоверных различий в непосредственных послеоперационных результатах при различных вариантах перфузии головного мозга, а полученные показатели осложнений и летальности сопоставимы с данными большинства других авторов.

При вмешательствах на дуге аорты рекомендована канюляция правой подключичной артерии как наиболее оптимальная [12]. В публикуемых исследованиях при антеградной перфузии головного мозга авторы отдают предпочтение монолатеральной церебральной перфузии через правую подключичную артерию или брахиоцефальный ствол и не наблюдают увеличения числа неврологических осложнений по сравнению с бигемисферальной [13–15]. По результатам большого метаанализа, основанного на данных 5 100 пациентов, Angeloni E. с соавт. не обнаружили различий по частоте летальных исходов и неврологических осложнений среди пациентов с моно- и билатеральной церебральной перфузией [16]. Мы также чаще используем монолатеральную антеградную перфузию головного мозга, в 96% случаев по данным интраоперационного мониторинга мы не наблюдали гипоперфузии в левом полушарии. Бигемисферальную перфузию выполнили 4% пациентов, когда по данным транскраниальной доплерографии или инфракрасной спектрометрии отмечали недостаточный кровоток (или оксигенацию) в левом полушарии мозга.

Имеются данные о преимуществах центральной канюляции и недостатках канюляции бедренной артерии при операциях по поводу патологии грудной аорты. Benedetto U. с соавт. выполнили метаанализ 4 476 пациентов и выявили, что центральная канюляция снижает частоту неврологических осложнений (ОР 0,71, 95% ДИ 0,55–0,9) и летальных исходов (ОР 0,59, 95% ДИ 0,48–0,7) [17]. В нашем исследовании канюляцию бедренной артерии выполняли в 3% случаев. Такой вариант артериальной канюляции считаем оправданным и возможным при остром расслоении грудной аорты с переходом диссекции на брахиоцефальный ствол и правую подключичную артерию.

## Заключение

Антеградная и ретроградная церебральные перфузии в условиях непродолжительного умеренного гипотермического циркуляторного ареста при вмешательствах на дуге аорты показывают сопоставимые удовлетворительные непосредственные результаты. Однако более физиологичную антеградную церебральную перфузию можно использовать в этих случаях как процедуру выбора. Антеградная монолатеральная церебральная перфузия через правую подключичную артерию или брахиоцефальный ствол в большинстве

случаев обеспечивает адекватную перфузию обоих полушарий головного мозга.

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Вклад авторов

Все авторы соответствуют четырем критериям авторства ИСМJE и одинаково участвовали на всех этапах исследования.

## Список литературы

- Griep R.B., Luozzo G. Hypothermia for aortic surgery // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013. Vol. 145. No. 3. P. S56–S58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.11.072>
- Iba Y., Minatoya K., Matsuda H., Sasaki H., Tanaka H., Kobayashi J., Ogino H. Contemporary open aortic arch repair with selective cerebral perfusion in the era of endovascular aortic repair // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013. Vol. 145. No. 3. P. S72–S77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.11.047>
- Hu Z., Wang Z., Ren Z., Wu H., Zhang M., Zhang H., Hu X. Similar cerebral protective effectiveness of antegrade and retrograde cerebral perfusion combined with deep hypothermia circulatory arrest in aortic arch surgery: A meta-analysis and systematic review of 5060 patients // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014. Vol. 148. No. 2. P. 544–560. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.10.036>
- Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Винокуров И.А. Проблема защиты головного мозга при операциях на дуге аорты // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2013. Т. 6. № 1. С. 40–42.
- Algarni K.D., Yanagawa B., Rao V., Yau T.M. Profound hypothermia compared with moderate hypothermia in repair of acute type A aortic dissection // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014. Vol. 148. No. 6. P. 2888–2894. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.01.020>
- Zierer A., El-Sayed A.A., Papadopoulos N., Moritz A., Diegeler A., Urbanski P.P. Selective antegrade cerebral perfusion and mild (28°–30°C) systemic hypothermic circulatory arrest for aortic arch replacement: results from 1002 patients // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012. Vol. 144. No. 5. P. 1042–1049. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.07.063>
- Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Комаров Р.Н., Винокуров И.А. Прогностические факторы развития осложнений в виде нарушения функции головного мозга и почек в хирургии дуги аорты // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2014. Т. 7. № 2. С. 39–42.
- Tsai J.Y., Pan W., Lemaire S.A., Pisklak P., Lee V.V., Bracey A.W., Elayda M.A., Preventza O., Price M.D., Collard C.D., Coselli J.S. Moderate hypothermia during aortic arch surgery is associated with reduced risk of early mortality // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013. Vol. 146. No. 3. P. 662–667. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.03.004>
- Ganapathi A.M., Hanna J.M., Schechter M.A., Englum B.R., Castleberry A.W., Gaca J.G., Hughes G.C. Antegrade versus retrograde cerebral perfusion for hemiarch replacement with deep hypothermic circulatory arrest: does it matter? A propensity-matched analysis // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014. Vol. 148. No. 6. P. 2896–2902. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.04.014>
- Milewski R.K., Pacini D., Moser G.W., Moeller P., Cowie D., Szeto W.Y., Woo J.Y., Desai N., Di Marco L., Pochettino A., Di Bartolomeo R., Bavaria J.E. Retrograde and Antegrade Cerebral Perfusion: Results in Short Elective Arch Reconstructive Times // *Ann. Thorac. Surg.* 2010. Vol. 89. No. 5. P. 1448–1457. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.01.056>
- Okita Y., Miyata H., Motomura N., Takamoto S. A study of brain protection during total arch replacement comparing antegrade cerebral perfusion versus hypothermic circulatory arrest, with or without retrograde cerebral perfusion: Analysis based on the Japan Adult Cardiovascular Surgery Database // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015. Vol. 149. No. 2. P. 65–73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.08.070>
- Svensson L.G., Adams D.H., Bonow R.O. Aortic Valve and Ascending Aorta Guidelines for Management and Quality Measures // *Ann. Thorac. Surg.* 2013. Vol. 95. No. 6. P. S1–66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.01.083>
- Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Комаров Р.Н., Винокуров И.А. Антеградная перфузия головного мозга в хирургии дуги аорты // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2014. Т. 7. № 2. С. 49–51.
- Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Пономаренко И.В., Мирошниченко А.Г., Горохов А.С., Кузнецов М.С., Насрашвили Г.Г., Шипулин В.М. Антеградная перфузия головного мозга через брахиоцефальный ствол при операциях на дуге аорты // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2015. Т. 8. № 1. С. 30–34. <http://dx.doi.org/10.17116/kardio20158130-34>
- Huang F.J., Wu Q., Ren C.W., Lai Y.Q., Yang S., Rui Q.J., Xu S.D. Cannulation of the Innominate Artery With a SideGraft in Arch Surgery // *Ann. Thorac. Surg.* 2010. Vol. 89. No. 3. P. 800–803. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.12.005>
- Angeloni E., Benedetto U., Takkenberg J.J., Stigliano I., Roscitano A., Melina G., Sinatra R.J. Unilateral versus bilateral antegrade cerebral protection during circulatory arrest in aortic surgery: a meta-analysis of 5100 patients // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014. Vol. 147. No. 1. P. 60–67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.10.029>
- Benedetto U., Raja S.G., Amrani M., Pepper J.R., Zeinah M., Tonelli E., Biondi-Zoccai G., Frati G. The impact of arterial cannulation strategy on operative outcomes in aortic surgery: evidence from a comprehensive meta-analysis of comparative studies on 4476 patients // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014. Vol. 148. No. 6. P. 2936–2943. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.05.082>

## Immediate results of aortic arch surgery in patients with mild hypothermic circulatory arrest and different types of cerebral perfusion

Mikhailov A.V., Ziyatdinov D.Zh.

Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No. 1, 620102, Ekaterinburg, Russian Federation

Corresponding author: Danil Zh. Ziyatdinov, jamilichd@mail.ru

**Aim.** Emphasis in the study was placed on the analysis of the immediate results of interventions on the aortic arch in patients operated under antegrade/retrograde cerebral perfusion and mild hypothermic circulatory arrest.

**Methods.** Data on 49 patients who underwent intervention on the aortic arch with antegrade (24 patients – group 1) or retrograde (25 patients – group 2) cerebral perfusion and moderate hypothermic circulatory arrest over a period from 2011 to 2015 was collected and analyzed retrospectively. 26.5 % (13) of patients were treated for acute type I aortic dissection. Bicuspid aortic valve was present in 33 % (16), Marfan syndrome was in 4 % (2), aortic regurgitation grade II and III accounted for 56 % (27).

**Results.** The mean age of patients was 58±11 and 58±12 years (p=0.9), males amounted to 83 % and 76 % (p=0.524), NYHA functional class was 2.9±0.5 and 2.8±0.8 (p=0.689) in group 1 and group 2, respectively. Cardiopulmonary bypass time amounted to 190±44 and 207±50 min (p=0.227), aortic cross-clamp time ran to 119±32 and 113±26 min (p=0.503), circulatory arrest lasted 21±12 and 21±15 min (p=0.968) in group 1 and group 2, respectively. Postoperative mortality, prolonged ICU time, complications, stroke were 0 and 8 % (p=0.157), 71 and 48 % (p=0.182), 67 and 64 % (p=0.831), 12.5 and 12 % (p=0.955) in group 1 and group 2, respectively.

**Conclusion.** Antegrade and retrograde cerebral perfusion under a short mild hypothermic circulatory arrest during aortic arch surgery showed comparable immediate results. Antegrade cerebral perfusion should be used in most cases as more physiological.

**Keywords:** cerebral perfusion; moderate hypothermia; circulatory arrest; aortic arch

Received 7 September 2016. Accepted 14 November 2016.

**Funding:** The study had no sponsorship.

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

### Author contributions

All authors meet ICMJE authorship criteria and contributed equally at all stages of the research.

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

## References

- Griep RB, Luozzo G. Hypothermia for aortic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(3 Suppl):S56-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.11.072>
- Iba Y, Minatoya K, Matsuda H, Sasaki H, Tanaka H, Kobayashi J, Ogino H. Contemporary open aortic arch repair with selective cerebral perfusion in the era of endovascular aortic repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(3 Suppl):S72-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.11.047>
- Hu Z, Wang Z, Ren Z, Wu H, Zhang M, Zhang H, Hu X. Similar cerebral protective effectiveness of antegrade and retrograde cerebral perfusion combined with deep hypothermia circulatory arrest in aortic arch surgery: A meta-analysis and systematic review of 5060 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(2):544-60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.10.036>
- Belov YuV, Charchyan ER, Vinokurov IA. The problem of brain protection during the aortic arch surgery. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya = Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2013;6(1):40-2. (In Russ.)
- Algarni KD, Yanagawa B, Rao V, Yau TM. Profound hypothermia compared with moderate hypothermia in repair of acute type A aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(6):2888-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.01.020>
- Zierer A, El-Sayed AA, Papadopoulos N, Moritz A, Diegeler A, Urbanski PP. Selective antegrade cerebral perfusion and mild (28°-30°C) systemic hypothermic circulatory arrest for aortic arch replacement: results from 1002 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144(5):1042-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.07.063>
- Belov YuV, Charchyan ER, Komarov RN, Vinokurov IA. Prognostic factors for complications in the form of the brain and kidneys dysfunction in aortic arch surgery. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya = Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2014;7(2):39-42. (In Russ.)
- Tsai JY, Pan W, Lemaire SA, Pisklak P, Lee VV, Bracey AW, Elayda MA, Preventza O, Price MD, Collard CD, Coselli JS. Moderate hypothermia during aortic arch surgery is associated with reduced risk of early mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;146(3):662-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.03.004>
- Ganapathi AM, Hanna JM, Schechter MA, Englum BR, Castleberry AW, Gaca JG, Hughes GC. Antegrade versus retrograde cerebral perfusion for hemiarch replacement with deep hypothermic circulatory arrest: does it matter? A propensity-matched analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(6):2896-902. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.04.014>
- Milewski RK, Pacini D, Moser GW, Moeller P, Cowie D, Szeto WY, Woo JY, Desai N, Di Marco L, Pochettino A, Di Bartolomeo R, Bavaria JE. Retrograde and Antegrade Cerebral Perfusion: Results in Short Elective Arch Reconstructive Times. *Ann Thorac Surg.* 2010;89(5):1448-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.01.056>
- Okita Y, Miyata H, Motomura N, Takamoto S. A study of brain protection during total arch replacement comparing antegrade cerebral perfusion versus hypothermic circulatory arrest, with or without retrograde cerebral perfusion: Analysis based on the Japan Adult Cardiovascular Surgery Database. *J Thorac Cardiovasc Surg.*

- 2015;149(2 Suppl):65-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.08.070>
12. Svensson LG, Adams DH, Bonow RO. Aortic Valve and Ascending Aorta Guidelines for Management and Quality Measures. *Ann Thorac Surg.* 2013;95(6 Suppl):S1-66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.01.083>
  13. Belov YuV, Charchyan ER, Komarov RN, Vinokurov IA. Antegrade cerebral perfusion in aortic arch surgery. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya = Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2014;7(2):49-51. (In Russ.)
  14. Kozlov BN, Panfilov DS, Ponomarenko IV, Miroshnichenko AG, Gorokhov AS, Kuznetsov MS, Nasrashvili GG, Shipulin VM. Antegrade cerebral perfusion via the brachiocephalic artery while on the aortic arch operations. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya = Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2015;8(1):30-4. <http://dx.doi.org/10.17116/kardio20158130-34>. (In Russ.)
  15. Huang FJ, Wu Q, Ren CW, Lai YQ, Yang S, Rui QJ, Xu SD. Cannulation of the Innominate Artery With a SideGraft in Arch Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2010;89(3):800-3. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.12.005>
  16. Angeloni E, Benedetto U, Takkenberg JJ, Stigliano I, Roscitano A, Melina G, Sinatra RJ. Unilateral versus bilateral antegrade cerebral protection during circulatory arrest in aortic surgery: a meta-analysis of 5100 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(1):60-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.10.029>
  17. Benedetto U, Raja SG, Amrani M, Pepper JR, Zeinah M, Tonelli E, Biondi-Zoccai G, Frati G. The impact of arterial cannulation strategy on operative outcomes in aortic surgery: evidence from a comprehensive meta-analysis of comparative studies on 4476 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(6):2936-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.05.082>

**How to cite:** Mikhailov AV, Ziyatdinov DZh. Immediate results of aortic arch surgery in patients with mild hypothermic circulatory arrest and different types of cerebral perfusion. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2016;20(4):58-65. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688-1681-3472-2016-4-58-65>