

Анализ степени нейронального повреждения и когнитивного статуса у пациентов после операций на дуге аорты

Козлов Б. Н.^{1,2}, Панфилов Д. С.¹, Березовская М. О.¹, Пономаренко И. В.¹, Афанасьева Н. Л.¹, Максимов А. И.¹, Подоксенов Ю. К.^{1,2}, Дьякова М. Л.¹, Гусакова А. М.¹, Шипулин В. М.^{1,2}

Цель. Оценить степень нейронального повреждения и когнитивного статуса в условиях унилатеральной антеградной перфузии головного мозга через брахиоцефальный ствол при хирургической реконструкции грудной аорты.

Материал и методы. В исследование включены 144 пациента с аневризмой и расслоением грудной аорты. Больным выполняли реконструктивные вмешательства в условиях искусственного кровообращения, унилатеральной антеградной перфузии головного мозга и циркуляторного ареста. До и после вмешательства проводился анализ когнитивного статуса с использованием МоСА-теста, корректурной пробы, таблиц Шульте. Периоперационно определяли динамику нейрон-специфической енолазы (NSE) — маркера нейронального повреждения.

Результаты. Продолжительность искусственного кровообращения составила 155 [115; 201] мин, кардиоплегического ареста — 100 [72; 150] мин, унилатеральной перфузии — 20 [15; 51] мин, циркуляторного ареста — 20 [15; 30] мин. Госпитальная летальность составила 7% (10 случаев). Неврологические осложнения были отмечены в 12 (8%) случаях. У всех пациентов в послеоперационном периоде (в течение 24 ч) отмечалось повышение уровня NSE по сравнению с исходными значениями (3,3 мкг/л и 2,07 мкг/л, соответственно, $p=0,0003$), но не выходящее за верхнюю границу нормы (9,9 мкг/л). По результатам психометрических тестов, которые проводились при поступлении в стационар и через 2 нед. после операции, не было выявлено отрицательных изменений (МоСА-тест: 24 [21; 26] балла — 26 [24; 27] баллов, $p=0,00001$; таблицы Шульте: 288 [240; 368] сек — 278 [241; 328] сек, $p=0,01$; проба Аматун 264 [216; 297] сек — 254 [221; 280] сек, $p=0,57$).

Заключение. На основании анализа периоперационной динамики нейрон-специфической енолазы и когнитивных тестов унилатеральная перфузия головного мозга через брахиоцефальный ствол является эффективной и относительно безопасной. Данный способ перфузионной защиты головного мозга способствует минимизации послеоперационных неврологических осложнений при операциях на грудной аорте.

Российский кардиологический журнал. 2019;24(8):52–58

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2019-8-52-58>

Ключевые слова: грудная аорта, антеградная унилатеральная перфузия головного мозга, циркуляторный арест, нейрон-специфическая енолаза (NSE), когнитивная дисфункция, неврологические осложнения.

Конфликт интересов: не заявлен.

¹ Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский центр Российской академии наук, Томск; ² ФГБУ ВО Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, Томск, Россия.

Козлов Б. Н. — д.м.н., в.н.с. ОССХ, зав. кардиохирургическим отделением № 1, ORCID: 0000-0002-0217-7737, Панфилов Д. С. — к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург отделения сердечнососудистой хирургии, ORCID: 0000-0003-2201-350X, Березовская М. О. — врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации отдела сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0002-6720-3801, Пономаренко И. В. — к.м.н., с.н.с. кардиохирургического отделения № 1, ORCID: 0000-0003-2494-0104, Афанасьева Н. Л. — к.м.н., врач кардиолог отделения сердечнососудистой хирургии, ORCID: 0000-0001-5471-7566, Максимов А. И. — к.м.н., врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации отдела сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0001-8384-1494, Подоксенов Ю. К. — д.м.н., в.н.с., ORCID: 0000-0002-8939-2340, Дьякова М. Л. — к.м.н., н.с. ОССХ, ORCID: 0000-0001-9353-7234, Гусакова А. М. — к.ф.н., н.с. отделения функциональной и лабораторной диагностики, ORCID: 0000-0002-3147-3025, Шипулин В. М. — д.м.н., профессор, руководитель отдела сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0003-1956-0692.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

milla2210@yandex.ru

ИК — искусственное кровообращение, БЦС — брахиоцефальный ствол, ЦА — циркуляторный арест, NSE (neuron-specific enolase) — нейрон-специфическая енолаза, АПГМ — антеградная перфузия головного мозга, ИВЛ — искусственная вентиляция легких.

Рукопись получена 20.03.2019

Рецензия получена 14.05.2019

Принята к публикации 26.05.2019



Analysis of the neuronal damage severity and cognitive status in patients after operations on the aortic arch

Kozlov B. N.^{1,2}, Panfilov D. S.¹, Berezovskaya M. O.¹, Ponomarenko I. V.¹, Afanasyeva N. L.¹, Maksimov A. I.¹, Podoksenov Yu. K.^{1,2}, Dyakova M. L.¹, Gusakova A. M.¹, Shipulin V. M.^{1,2}

Aim. To assess the neuronal damage severity and cognitive status in conditions of unilateral antegrade cerebral perfusion through the brachiocephalic trunk during surgical reconstruction of the thoracic aorta.

Material and methods. The study included 144 patients with aneurysm and dissection of the thoracic aorta. Patients underwent reconstructive surgery under cardiopulmonary bypass, unilateral antegrade cerebral perfusion and circulatory arrest. Before and after the intervention, a cognitive status analysis was performed using the Montreal Cognitive Assessment (MoCA), Amatini test and Schulte tables. The dynamics of neuron-specific enolase (NSE), a marker of neuronal damage, was determined perioperatively.

Results. The duration of cardiopulmonary bypass was 155 [115; 201] min, cardioplegic arrest — 100 [72; 150] min, unilateral perfusion — 20 [15; 51] min, circulatory arrest — 20 [15; 30] min. Hospital mortality was 7% (10 cases). Neurological complications were noted in 12 (8%) cases. All patients in the postoperative period (within 24 hours) showed an increase in NSE compared with

baseline values (3,3 µg/L and 2,07 µg/L, respectively, $p=0,0003$), but not exceeding the upper limit of normal (9,9 µg/L). According to the results of psychometric tests, which were carried out upon admission to the hospital and 2 weeks after the operation, there were no negative changes (MoCA test: 24 [21; 26] points — 26 [24; 27] points, $p=0,00001$; Schulte tables: 288 [240; 368] s — 278 [241; 328] s, $p=0,01$; Amatini sample 264 [216; 297] s — 254 [221; 280] s, $p=0,57$).

Conclusion. Based on the analysis of the perioperative dynamics of neuron-specific enolase and cognitive tests, unilateral cerebral perfusion through the brachiocephalic trunk is effective and relatively safe. This method of perfusion protection of the brain helps to minimize postoperative neurological complications during operations on the thoracic aorta.

Russian Journal of Cardiology. 2019;24(8):52–58

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2019-8-52-58>

Key words: thoracic aorta, antegrade unilateral cerebral perfusion, circulatory arrest, neuron-specific enolase (NSE), cognitive dysfunction, neurological complications.

Conflicts of Interest: nothing to declare.

¹Cardiology Research Institute, Tomsk; ²Siberian State Medical University, Tomsk, Russia.

Kozlov B.N. ORCID: 0000-0002-0217-7737, Panfilov D.S. ORCID: 0000-0003-2201-350X, Berezhovskaya M.O. ORCID: 0000-0002-6720-3801, Ponomarenko I.V. ORCID: 0000-0003-2494-0104, Afanasyeva N.L. ORCID: 0000-0001-5471-7566, Maksimov A.I. ORCID: 0000-0001-8384-1494, Podoksenov Yu. K. ORCID: 0000-0002-8939-2340, Dyakova M.L. ORCID: 0000-0001-9353-7234, Gusakova A.M. ORCID: 0000-0002-3147-3025, Shipulin V.M. ORCID: 0000-0003-1956-0692.

Received: 20.03.2019 **Revision Received:** 14.05.2019 **Accepted:** 26.05.2019

Хирургическое лечение заболеваний грудного отдела аорты является современной актуальной проблемой в кардиохирургии и кардиоанестезиологии. Эти операции характеризуются большой травматичностью и требуют не только проведения искусственного кровообращения (ИК), но и обеспечения перфузионной и анестезиологической защиты головного мозга. В течение длительного периода времени глубокая гипотермия без перфузии головного мозга являлась основным методом церебральной защиты [1]. Позже были предложены различные варианты перфузионной церебральной защиты: билатеральная, унилатеральная антеградная и ретроградная перфузия [2].

Наиболее часто оценка эффективности различных видов перфузионной защиты головного мозга в настоящее время базируется на проведении различных интраоперационных инструментальных тестов (инфракрасная спектроскопия, транскраниальная доплерография, электроэнцефалография), которые имеют преимущественно косвенный характер. В то же время лабораторная и клиническая диагностика неврологических нарушений в послеоперационном периоде является более специфичной, однако изучена недостаточно.

Цель работы: оценить степень нейронального повреждения и когнитивного статуса в условиях унилатеральной антеградной перфузии головного мозга (АПГМ) через брахиоцефальный ствол (БЦС) при хирургической реконструкции грудной аорты.

Материал и методы

В период с августа 2008г по апрель 2018г на базе НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра Российской академии наук было выполнено 144 реконструкции грудной аорты в условиях ИК, циркуляторного ареста (ЦА) и унилатеральной АПГМ через БЦС. Характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Большинство операций проводилось по поводу аневризм грудной аорты, а в 31% при расслоении. Наиболее часто выполнялось протезирование дуги аорты по типу “hemiarh” (65%) и реконструкция грудной аорты с технологией “frozen elephant trunk” (33%).

Помимо вмешательства на грудной аорте, выполнение сочетанных операций по поводу сопутствую-

щей кардиальной патологии потребовалось 72 (50%) пациентам, в том числе: протезирование аортального клапана — 46 (32%), реконструкция корня аорты по методике Т. David — 5 (3%) и Bentall DeBono — 8 (6%), коронарное шунтирование — 14 (10%) пациентов, протезирование митрального клапана — 1 (0,7%).

Для проведения перфузионной защиты головного мозга использовалась оригинальная методика подключения артериальной магистрали контура ИК через протез, вшитый “конец-в-бок” в БЦС [3].

Анестезиологическое пособие выполнялось по типу комбинированной анестезии. Премедикацию осуществляли наркотическим анальгетиком, бензодиазепином и антигистаминным препаратом. Индукцию в анестезию проводили фентанилом (3,0-5,0 мкг/кг) и пропофолом (1,5 мг/кг). Для миоплегии использовали пипекурония бромид (0,1 мг/кг). Для поддержания анестезии до и после ИК применяли ингаляцию севофлурана (2-3 об%), во время перфузии использовали инфузию пропофола (4,0-5,0 мг/кг). Анальгезия поддерживалась инфузией фентанила (3-5 мкг/кг/ч).

ИК проводили на консоли S3 (Stockert, Германия) с использованием оксигенаторов Skipper (Eurosets, Италия). Объемная скорость перфузии составляла 2,5 л/мин/м². На этапе ЦА объем унилатеральной АПГМ составлял 8-10 мл/кг/мин, при этом давление в артериальной линии поддерживали в диапазоне 60-80 мм рт.ст. Для обеспечения гипокоагуляции до ИК вводили гепарин в дозе 3 мг/кг с поддержанием времени активированного свертывания >480 с. Для защиты миокарда применяли кристаллоидную фармакохолодовую кардиopleгию (Custodiol, Koehler Chemi, Alsbach-Haenlien, Германия). После окончания перфузии действие гепарина нейтрализовали введением протамина сульфата в соотношении 1:2.

На всех этапах операций стандартно проводили мониторинг электрокардиограммы (ЭКГ), инвазивный мониторинг артериального давления в обеих лучевых артериях с использованием артериальной канюли 20G (B Braun, Германия), центрального венозного давления (ЦВД) с использованием центрального венозного катетера 12F (Certofix, B Braun, Германия), фиксировали назофарингеальную и ректальную температуры тела с использованием аппарата Infinity® Delta XL (Dräger, Германия). Также анализировали газовый, кислотно-щелочной и элект-

Таблица 1

Клинико-демографические характеристики пациентов

Показатель	Количество пациентов
Возраст, лет	56±12
Мужской пол, n (%)	97 (67)
Структура патологии аорты	
Аневризма восходящей аорты, n (%)	92 (64)
Аневризма дуги аорты, n (%)	6 (4)
Аневризма нисходящей аорты, n (%)	7 (5)
Расслоение аорты тип А по Stanford, n (%)	24 (17)
Расслоение аорты тип В по Stanford, n (%)	15 (10)
Сопутствующая патология	
Гипертоническая болезнь, n (%)	114 (80)
Сахарный диабет, n (%)	8 (6)
ОНМК в анамнезе, n (%)	6 (4)
Хроническая ишемия головного мозга, n (%)	9 (6)
Фибрилляция предсердий, n (%)	20 (14)

Сокращение: ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения.

тролитный состав артериальной крови. Для контроля почасового диуреза осуществляли катетеризацию мочевого пузыря. Искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) проводили на аппарате Primus (Dräger, Германия).

Кроме того, осуществляли контроль церебральной оксиметрии (rSO_2 , %) правого и левого полушарий с использованием инфракрасной спектроскопии (INVOS 5100, Somanetics, США). Показатели rSO_2 анализировали на этапах: индукции анестезии, во время ИК перед ЦА, в период ЦА, при согревании перед отлучением от ИК, в конце операции.

В сыворотке крови методом иммуноферментного анализа определяли уровень маркера нейронального повреждения — нейрон-специфической енолазы (NSE). Забор венозной крови для исследования проводили в двух точках: основная — в операционной, после осуществления венозного доступа, и контрольная — на следующее утро после операции. Для исследования использовали сыворотку, которая центрифугировалась 10 мин. Уровень NSE 9,9 мкг/л считался верхней границей нормы, медиана — 6,5 мкг/кг.

При поступлении в стационар (исходные данные), а также через 2 нед. после хирургического вмешательства пациентам проводили психометрические тесты. Для этого использовали следующие тесты: Монреальскую шкалу оценки когнитивных функций (MoCA-тест), корректурную пробу (проба Аматунни), таблицы Шульге. Методика проведения представлена в приложении.

Статистический анализ полученных данных был проведен в программе STATISTICA 13.3 (StatSoft, Inc., USA). Нормальность распределения показателей проверялась с помощью критерия Колмогорова-

Таблица 2

Интраоперационные показатели

Параметры	Результат
Время операции, мин	325 [260; 405]
Время ИК, мин	155 [115; 201]
Время кардиального ареста, мин	100 [72; 150]
Время АПГМ, мин	20 [15; 51]
Время ЦА, мин	20 [15; 30]
Умеренная гипотермия (25-28° C), n	144

Примечание: данные представлены в виде Ме [25; 75].

Сокращения: ИК — искусственное кровообращение, АПГМ — антеградная перфузия головного мозга, ЦА — циркуляторный арест.

Смирнова. Количественные значения выражались как среднее \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$) при нормальном законе распределения. При неизвестном законе распределения данные представляли, как медиана и 25-75 процентиля (Ме [25; 75]). При нормальном распределении данных применяли t-test для независимых и зависимых выборок. Сравнение количественных характеристик при неизвестном распределении данных проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни, T-критерия Уилкоксона. Различия между группами по качественным признакам оценивали с помощью точного теста Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Данные интраоперационного периода представлены в таблице 2. Исходные значения церебральной оксиметрии на фоне нормального газового состава артериальной крови, а также на этапе основного этапа и ЦА находились в пределах референсных значений, имея межполушарную асимметрию не более 3% (рис. 1).

В послеоперационном периоде время пребывания пациентов в отделении интенсивной терапии составило 3 [2; 9] дня. Длительность ИВЛ составила 21 [12; 55] ч. В связи с развившейся дыхательной недостаточностью наложение трахеостомы на 3-4 сут. потребовалось у 23 (16%) пациентов. Время ИВЛ у пациентов этой подгруппы составило 380 [240; 528] ч.

Всего неврологические осложнения были отмечены в 12 (8%) случаях. У 2 (1,4%) пациентов в раннем послеоперационном периоде отмечалась клиника острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу, у 2 (1,4%) — транзиторная ишемическая атака, которая купировалась в течение 12 ч без остаточного очагового неврологического дефицита. У 8 (5%) — послеоперационный делирий без остаточных явлений.

У всех пациентов в послеоперационном периоде (в течение 24 ч) отмечалось повышение уровня NSE по сравнению с исходными значениями

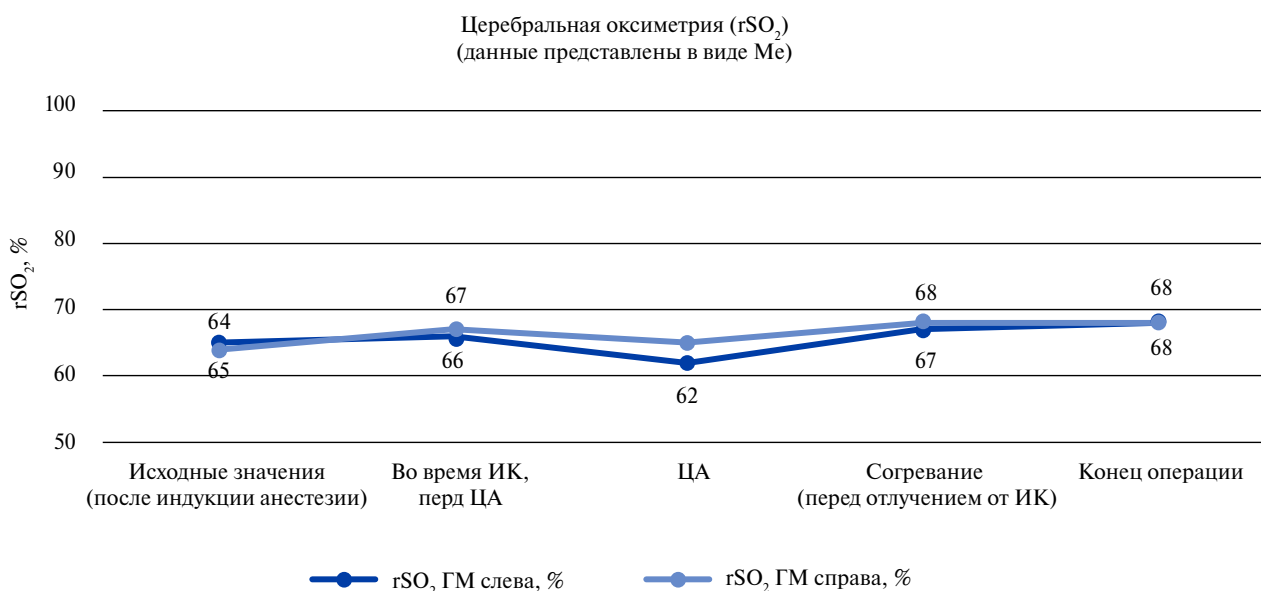


Рис. 1. Показатели церебральной оксиметрии (rSO_2) на разных этапах операции.

($p=0,0003$), но не выходящее за верхнюю границу нормы (рис. 2.).

По данным МоСА-теста у обсуждаемых пациентов после операции отмечается статистически значимое увеличение общего балла до 26 [24; 27] ($p=0,00001$). Также отмечено статистически значимое повышение показателей зрительно-конструктивных навыков — соединения цифр и букв, копирования куба и теста “Часы”. По результатам теста “таблицы Шульте” отмечается статистически значимое снижение общего времени прохождения теста ($p=0,01$). По данным корректурной пробы внимание и психомоторная скорость пациентов не изменились. Исходные и послеоперационные показатели психометрических тестов представлены в таблице 3.

Общая госпитальная летальность составила 7% (10 случаев). Причинами смерти явились: острый интраоперационный инфаркт миокарда ($n=4$); полиорганная недостаточность, сепсис ($n=5$); геморрагический шок, ДВС-синдром ($n=1$).

Обсуждение

В настоящее время нет единого подхода к выбору метода защиты головного мозга при операциях на дуге аорты. Глубокая гипотермия в качестве защиты головного мозга при реконструкциях грудной аорты имеет все меньше сторонников, поскольку наряду с невысокой эффективностью церебральной защиты она связана с развитием коагулопатии, эндотелиальной дисфункции микрососудов головного мозга, повреждением нейронов, усилением системного воспалительного ответа и повышением риска развития нарушений функций органов и систем [4, 5].

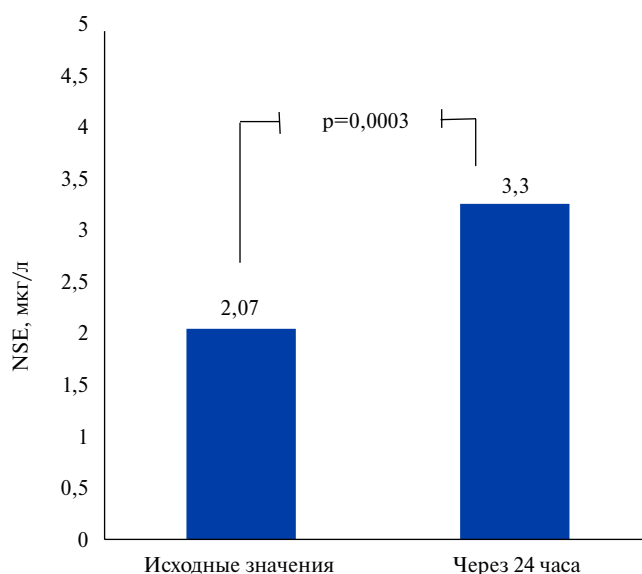


Рис. 2. Периоперационная динамика уровня NSE в сыворотке крови.

Примечание: данные представлены в виде Ме.

Numata S, et al. [6], проведя сравнительный анализ различных температурных режимов при операциях на грудной аорте, показали, что при температуре тела больного более 28°C обеспечивается приемлемая защита головного мозга и внутренних органов. Преимущество использования умеренной гипотермии связано не только с гипотермическим эффектом, но также с сокращением времени, необходимого для охлаждения и согревания пациента, что, в свою очередь, определяет продолжительность ИК — независимого фактора риска послеоперационной дисфункции центральной нервной системы.

Таблица 3

Результаты психометрических тестов

Тест	До операции	После операции	p-value
МоСа-тест, балл	24 [21; 26]	26 [24; 27]	p=0,00001
Зрительно-конструктивные навыки, балл	4 [3; 5]	5 [4; 5]	p=0,005
Таблицы Шульте (общее время), сек	288 [240; 368]	278 [241; 328]	p=0,01
Проба Аматунни (общее время), сек	264 [216; 297]	254 [221; 280]	p=0,57
Проба Аматунни (индекс утомляемости)	1,09 [0,98; 1,19]	1,10 [1,03; 1,21]	p=0,376

Примечание: данные представлены в виде Ме [25; 75].

В последнее время возрастает количество публикаций, доказывающих преимущество АПГМ перед ретроградным вариантом. Так, Okita Y, et al. [7], проанализировав данные вмешательств на дуге аорты 8169 пациентов, установили, что ретроградная перфузия сопровождается большей летальностью и частотой острого нарушения мозгового кровообращения по сравнению с антеградной церебральной перфузионной защитой головного мозга. Полученные авторами результаты согласуются с данными мета-анализа Tian DH, et al. [5].

Таким образом, при длительных и комплексных вмешательствах на дуге аорты целесообразно использовать АПГМ [2].

Однако, остается открытым вопрос о выборе варианта АПГМ. Так, Malvidi P, et al. [8], анализируя данные 3500 оперированных пациентов, считают билатеральную перфузию наиболее безопасным методом защиты головного мозга. Кроме того, некоторые исследователи полагают, что при увеличении времени остановки кровообращения более 40–50 мин обоснованным является применение именно билатеральной перфузии [9]. Предполагается, что данный способ нейропротекции имеет преимущества перед унилатеральной при аномалиях развития Виллизиева круга, а также при перенесенных ранее инсультах [8].

Тем временем, Angeloni E, et al. [10] представили данные мета-анализа 5100 пациентов, оперированных на дуге аорты с использованием обеих методик перфузии головного мозга. Было показано, что унилатеральная и билатеральная перфузия сопровождаются сравнимой частотой стойкого неврологического дефицита (6,1% против 6,5%; $p=0,8$), при этом переходящие нарушения мозгового кровообращения регистрировались чаще при билатеральной перфузии головного мозга (7,1% против 8,8%; $p=0,46$). Летальность в группах статистически не различалась (8,6% против 9,2%; $p=0,78$). Более высокая частота неврологического дефицита в группе пациентов с билатеральной перфузией связывается с дополнительными манипуляциями на измененных супрааортальных артериях, вследствие чего увеличивается вероятность материальной эмболии.

В ряде исследований было показано, что унилатеральная АПГМ имеет преимущество в отношении

ранней выживаемости и послеоперационных постоянных неврологических осложнений. При этом важно отметить, что частота постоянных неврологических осложнений при билатеральной перфузии составляет 1,6–9,8% [11], а при унилатеральной 1,1–4,2% [12].

В профилактике мозговых осложнений наряду с вариантом церебральной перфузии большое значение имеет её продолжительность. Так, по данным литературы, длительность церебральной перфузии более 40 мин ассоциирована с послеоперационным неврологическим дефицитом. Увеличение её продолжительности до 65 мин и более связано с исключительно высокой летальностью [13, 14]. В нашем исследовании также отмечалась тенденция к увеличению неврологических осложнений с возрастанием времени церебральной перфузии.

На сегодняшний день оценка эффективности перфузионной защиты головного мозга, преимущественно основывается на данных таких инструментальных методов, как инфракрасная спектроскопия, транскраниальная доплерография, электроэнцефалография. Однако подобный анализ в большей степени имеет косвенный характер. Для более точного интраоперационного мониторинга неврологического статуса предложен анализ нейрон-специфических маркеров — протеинов S100, S100B и NSE [15, 16]. Эмпирически установлено, что наиболее достоверным и специфическим индикатором, отражающим церебральные повреждения при оперативных вмешательствах, а также послеоперационных нейропсихологических нарушений, является NSE [17, 18]. По результатам нашего исследования у всех пациентов в послеоперационном периоде (в течение 24 ч) отмечалось повышение уровня NSE по сравнению с исходными значениями ($p=0,0003$), но не выходящее за верхнюю границу нормы. Неврологические осложнения были отмечены в 8% случаев, но только 1,4% пациентов имели стойкий неврологический дефицит. Таким образом, унилатеральная перфузия головного мозга через БЦС обеспечивает адекватную церебральную протекцию.

Помимо неврологических осложнений большое внимание уделяется проблеме послеоперационных

когнитивных дисфункций (ПОКД), которые, являясь более мягким проявлением неврологических нарушений, приводят к значительному ухудшению качества жизни пациентов [19]. Общепринятого определения и четких диагностических критериев ПОКД до настоящего времени не выработано, их клиническими проявлениями считаются нарушения внимания, памяти, речи и других когнитивных функций, диагностируемые, как правило, с помощью нейропсихологического тестирования [20–23].

Анализ собственных данных показал, что проведение реконструктивных операций на аорте не оказывает отрицательного влияния на когнитивные функции, а даже наоборот, приводит к улучшению счета, праксиса, нейродинамических функций, объема внимания и его концентрации, что подтверждается увеличением общего балла МоСА-теста после операции. У прооперированных пациентов отмечалось статистически значимое повышение показателей зрительно-конструктивных навыков — соединения цифр и букв, копирования куба и теста “Часы”. По результатам теста “таблицы Шульте” было отмечено сокращение затрачиваемого времени для прохождения теста, что свидетельствует об улучшении устойчивости и объема внимания, повышении эффективности работы, степени вработываемости, психической устойчивости. Улучшение когнитивных функций, по всей видимости, связано с улучшением кровоснабжения головного мозга, а также снижением гипоксии после операции.

Заключение

На основании анализа периоперационной динамики NSE и когнитивных тестов унилатеральная перфузия головного мозга через БЦС является эффективной и относительно безопасной. Данный способ пер-

фузионной защиты головного мозга способствует минимизации послеоперационных неврологических осложнений при операциях на грудной аорте.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Приложение

Монреальская шкала оценки когнитивных функций (МоСА-тест) оценивает различные когнитивные сферы: внимание и концентрацию, исполнительные функции, память, язык, зрительно-конструктивные навыки, абстрактное мышление, счет и ориентацию. Время для проведения составляет примерно 10 минут. Максимально возможное количество баллов — 30; 26 баллов и более считается нормальным.

Корректурная проба — метод исследования устойчивости и концентрации внимания. Пациенту предоставляется бланк корректурной пробы, в котором представлены числа от 0 до 9 в случайном порядке. Исследуемому предлагается просматривать эти числа строчка за строчкой, слева направо и вычеркивать цифры 6 и 9. После окончания теста проводится проверка правильности выполнения задания по заранее изготовленному “ключу”. Анализируется общее количество ошибок, а также количество ошибок, допущенное в первой и второй половине таблицы.

Таблицы Шульте определяют устойчивость внимания и динамику работоспособности. Испытуемому поочередно предлагается пять таблиц, на которых в произвольном порядке расположены числа от 1 до 25. Испытуемый отыскивает, показывает и называет числа в порядке их возрастания. Оценивается общее время прохождения теста и высчитывается среднее на каждый квадрат.

Литература/References

- Griep RB, Luozzo G. Hypothermia for aortic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(3):56–8. doi:10.1016/j.jtcvs.2012.11.072.
- Misfeld M, Mohr F, Etz C. Best strategy for cerebral protection in arch surgery — antegrade selective cerebral perfusion and adequate hypothermia. *J Ann Cardiothorac Surg* 2013;2(3):331–8. doi:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.02.05.
- Kozlov BN, Panfilov DS, Ponomarenko IV, et al. The new technique of unilateral antegrade cerebral perfusion during aortic arch surgery. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2015;8(1):30–4. (In Russ.) Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Пономаренко И.В. и др. Антеградная перфузия головного мозга через брахиоцефальный ствол при операциях на дуге аорты. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2015;8(1):30–4. doi:10.17116/kardio20158130-34.
- Kornilov IA, Sinelnikov YuS, Soyynov IA, et al. Risk assessment of renal and neurological complications in newborn after aortic reconstruction. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya.* 2015;19(1):84–9. (In Russ.) Корнилов И.А., Синельников Ю.С., Сойнов И.А., и др. Оценка риска почечных и неврологических осложнений у новорожденных детей после реконструкции аорты. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2015;19(1):84–9. doi:10.21688/1681-3472-2015-1-84-89.
- Tian DH, Wan B, Bannon PG et al. A meta-analysis of deep hypothermic circulatory arrest versus moderate hypothermic circulatory arrest with selective antegrade cerebral perfusion. *J Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(2):148–58. doi:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.03.13.
- Numata S, Tsutsumi Y, Monta O, et al. Acute type A aortic dissection repair with mild-to-moderate hypothermic circulatory arrest and selective cerebral perfusion. *The Journal of cardiovascular surgery.* 2015;56(4):525–30.
- 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):65–73. doi:10.1016/j.jtcvs.2014.08.070.
- Malvindi PG, Scarscia G, Vitale N. Is unilateral antegrade cerebral perfusion equivalent to bilateral cerebral perfusion for patients undergoing aortic arch surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(5):891–7. doi:10.1510/icvts.2008.184184.
- Misfeld M, Mohr F, Etz C. Best strategy for cerebral protection in arch surgery — antegrade selective cerebral perfusion and adequate hypothermia. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(3):331–8. doi:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.02.05.
- Angeloni E, Benedetto U, Takkenberg JJ, et al. 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. doi:10.1016/j.jtcvs.2012.10.029.
- Ozatk MA, Kocabeyoglu S, Küçük SA, et al. Neurochemical markers during selective cerebral perfusion via the right brachial artery. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2010;10(6):948–52. doi:10.1510/icvts.2009.228858.
- Bakhtiari F, Dogan S, Zierer A, et al. Antegrade cerebral perfusion for acute type A aortic dissection in 120 consecutive patients. *Ann. Thorac. Surg.* 2008;85(2):465–9. doi:10.1016/j.athoracsur.2007.10.017.
- Belov YuV, Charchyan ER, Akseled BA, et al. Cerebral and visceral organ protection during aortic arch surgery. Intraoperative tactics and monitoring details. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya.* 2016;20(4):34–44. (In Russ.) Белов Ю.В.,

- Чарчян Э.Р., Аксельрод Б.А., и др. Защита головного мозга и внутренних органов при реконструктивных вмешательствах на дуге аорты: особенности интраоперационной тактики и мониторинга. 2016;20(4):34-44. doi:10.21688-1681-3472-2016-4-34-44.
14. Di Eusanio M, Schepens MA, Morshuis WJ, et al. Antegrade selective cerebral perfusion during operations on the thoracic aorta: factors influencing survival and neurologic outcome in 413 patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002;124:1080-6.
15. Bockeria LA, Garmanov SV. Surgical treatment of aneurysms of the ascending aorta and aortic arch with the use of selective antegrade cerebral perfusion. *Annaly Khirurgii.* 2013;3:23-30. (In Russ.) Бокерия Л.А., Гарманов С.В. Хирургическое лечение аневризм восходящего отдела и дуги аорты в условиях селективной антеградной перфузии головного мозга. *Анналы хирургии.* 2013;3:23-30.
16. Shi-Min Yuan. Biomarkers of cerebral injury in cardiac surgery. *Anatol J Cardiol.* 2014;14(7):638-45. doi:10.5152/akd.2014.5321.
17. Schaefer ST, Koenigsperger S, Olotu C, Saller T. Biomarkers and postoperative cognitive function: could it be that easy? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2019;32(1):92-100. doi:10.1097/ACO.0000000000000676.
18. Sosnovsky EA, Puras JV, Talyпов AE. Biochemical markers of head injury. *Russian journal of neurosurgery.* 2014;(2):83-91. (In Russ.) Сосновский Е.А., Пурас Ю.В., Талыпов А.Э. Биохимические маркеры черепно-мозговой травмы. *Нейрохирургия.* 2014;(2):83-91. doi:10.17650/1683-3295-2014-0-2-83-91.
19. Newman MF, Grocott HP, Mathew JP, et al. Report of the substudy assessing the impact of neurocognitive function on quality of life 5 years after cardiac surgery. *Stroke.* 2001;32(12):2874-81. doi:10.1161/hs1201.099803.
20. Bokeria LA, Golukhova EZ, Polunina AG, et al. Cognitive functions after on-pump operations at early and delayed postoperative follow-ups. *Kreativnaya kardiologiya.* 2011;(2):71-88. (In Russ.) Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Полунина А.Г. и др. Когнитивные функции после операций с искусственным кровообращением в раннем и отдаленном послеоперационном периоде. *Креативная кардиология.* 2011;2:71-88.
21. Shnyder NA, Shprakh VV, Salmina AB. Post-operative cognitive dysfunction. *Krasnoyarsk: KrasGMA,* 2005 p. 96. (In Russ.) Шнайдер Н.А., Шпрах В.В., Салмина А.Б. Постоперационная когнитивная дисфункция (диагностика, профилактика, лечение). *Красноярск: КрасГМА,* 2005 p. 96.
22. Rasmussen LS, Larsen K, Houx P, et al. The assessment of postoperative cognitive function. *Acta Anaesth. Scand.* 2001;45(3):275-89. doi:10.1034/j.1399-6576.2001.045003275.x.
23. Novitskaya-Usenko LV. Post-operative cognitive dysfunction in an anesthesiologist's practice. *Meditzina neotlozhnykh sostoyaniy.* 2017;4(83):9-15. (In Russ.) Новицкая-Усенко Л.В. Послеоперационная когнитивная дисфункция в практике врача-анестезиолога. *Медицина неотложных состояний.* 2017;4(83):9-15. doi:10.22141/2224-0586.4.83.2017.107418.