

DOI: 10.15825/1995-1191-2022-3-121-129

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ МЕТОДИКИ СЕЛЕКТИВНОЙ ПЕРФУЗИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА ВОСХОДЯЩЕМ ОТДЕЛЕ И ДУГЕ АОРТЫ

Д.М. Бондаренко, А.Г. Сдвигова, Г.А. Акопов, А.С. Иванов, М.К. Луговский, А.Ф. Афанасьев, Р.Ю. Бангаров

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Расслаивающая аневризма аорты представляет собой одно из самых опасных заболеваний аорты, часто приводящее к развитию серьезных осложнений или летальному исходу. В настоящее время в связи с возросшим уровнем диагностики и скорости оказания помощи пациентам с заболеваниями аорты возникла потребность в усовершенствовании подходов к лечению данной патологии. В настоящей статье приводятся результаты применения методики, разработанной в нашем Центре, по селективной перфузии головного мозга (СПГМ) при выполнении протезирования дуги аорты в условиях циркуляторного ареста. Хирургическое лечение проводится в экстренном порядке. При данных операциях особое внимание уделяется профилактике неврологических осложнений. По результатам проведенного анализа эффективности и безопасности разработанной нами методики СПГМ получены положительные результаты. При анализе 10 наблюдений протезирования дуги аорты данных, свидетельствующих о наличии неврологических осложнений, получено не было. Данная методика позволяет проводить более адекватный мониторинг за выполнением перфузии во время реконструктивных вмешательств на восходящем отделе и дуге аорты по сравнению с классической методикой перфузии.

Ключевые слова: реконструкция восходящего отдела и дуги аорты, расслаивающая аневризма аорты, селективная антеградная перфузия головного мозга, циркуляторный арест, ишемические повреждения головного мозга.

USING A NEW SELECTIVE ANTEGRADE CEREBRAL PERFUSION TECHNIQUE FOR ASCENDING AORTA AND AORTIC ARCH REPAIR

D.M. Bondarenko, A.G. Sdvigova, G.A. Akopov, A.S. Ivanov, M.K. Lugovskii, A.F. Afanasiev, R.Yu. Bangarov

Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

Dissecting aortic aneurysm is one of the most dangerous diseases of the aorta, often leading to severe complications or death. Currently, due to the increased level of diagnosis and the speed of care for patients with aortic diseases, there is now a need to improve approaches to the treatment of this condition. This paper presents the outcomes of a technique developed at our center, Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, for selective antegrade cerebral perfusion (SACP) when performing prosthetic replacement of the aortic arch under circulatory arrest. Surgical treatment is performed on an emergency basis. During these surgeries, we focused on preventing neurological complications. Analysis of the efficacy and safety of our SACP technique shows that we obtained positive outcomes. In the analysis of 10 cases of aortic arch replacement,

Для корреспонденции: Луговский Максим Константинович. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 1. Тел. (926) 590-62-05. E-mail: lugovskiymax@gmail.com

Corresponding author: Maxim Lugovskiy. Address: 1, Shchukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation. Phone: (926) 590-62-05. E-mail: lugovskiymax@gmail.com

there was no evidence indicating the presence of any neurological complication. This technique allows for more adequate monitoring of perfusion during reconstructive interventions on the ascending aorta and aortic arch than the classical perfusion technique.

Keywords: *ascending aorta and aortic arch repair, dissecting aortic aneurysm, selective antegrade cerebral perfusion, circulatory arrest, ischemic brain injury.*

Хирургия дуги аорты остается одним из самых сложных направлений кардиохирургии. Основной патологией, приводящей к необходимости хирургического вмешательства на восходящем отделе аорты и дуге, является расслаивающая аневризма (рис. 1).

Расслаивающая аневризма (РА) аорты представляет собой образование дефекта (разрыва) внутренней эластической мембраны аорты с последующим поступлением крови в дегенеративно измененный средний слой, образованием внутрстеночной гематомы и распространением на внутренний и наружный слои с формированием дополнительного внутрисосудистого канала (ложного просвета) (рис. 2). Расслоение чаще происходит в дистальном (антеградном) направлении, реже – в проксимальном (ретроградном) [1, 2].

Расслаивающая аневризма аорты является неотложным состоянием (требующим хирургической коррекции в максимально короткие сроки), которое даже при оптимальном лечении может быстро привести к смерти. Если РА проходит через все три слоя, то формируется полный разрыв стенки, что приводит к массивному кровотечению. Смертность в результате разрыва составляет 80%, а половина пациентов умирают на догоспитальном этапе [3, 6–10].

Артериальная гипертензия является одной из основных причин развития расслаивающих аневризм. У большинства пациентов с РА отмечается наличие данного заболевания. Дисплазии соединительной ткани и врожденные заболевания часто сочетаются с синдромами Марфана, Элерса–Данло, врожденным двустворчатым клапаном, коарктацией аорты, синдромом Тернера, гигантоклеточным аортитом, рецидивирующим полихондритом и другими заболеваниями, что также является важным фактором в развитии расслаивающих аневризм.

Беременность тоже является фактором риска расслоения аорты. В 50% случаев у женщин моложе 40 лет расслоение возникает именно во время беременности. Наиболее высокая частота РА приходится на III триместр беременности [2–7]. Аортиты, закрытые травмы грудной клетки, атеросклероз аорты в сочетании с гипертонической болезнью и токсикоз беременных также сопровождаются расслоением и даже разрывом аневризмы аорты в качестве осложнения [2, 4, 5].

Описаны случаи расслаивающей аневризмы аорты после хирургических процедур, когда в аорту вводят устройства для контрпульсации или канюлируют

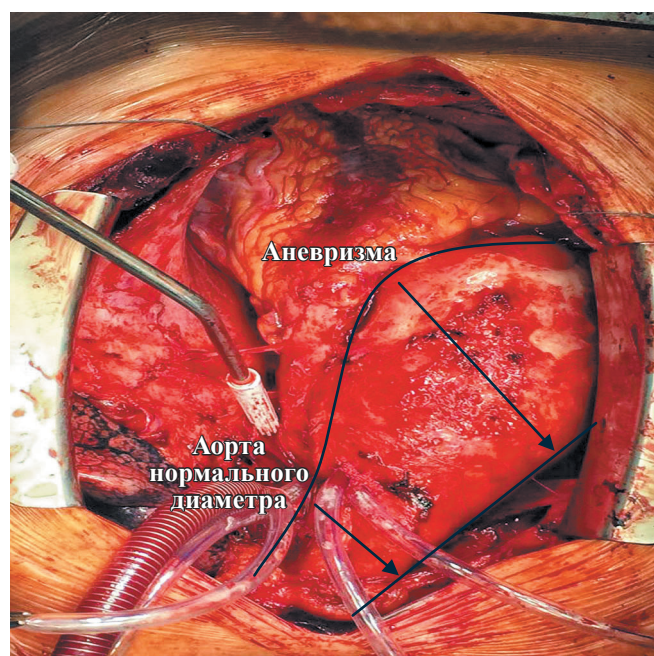


Рис. 1. Аневризма аорты

Fig. 1. Aortic aneurysm

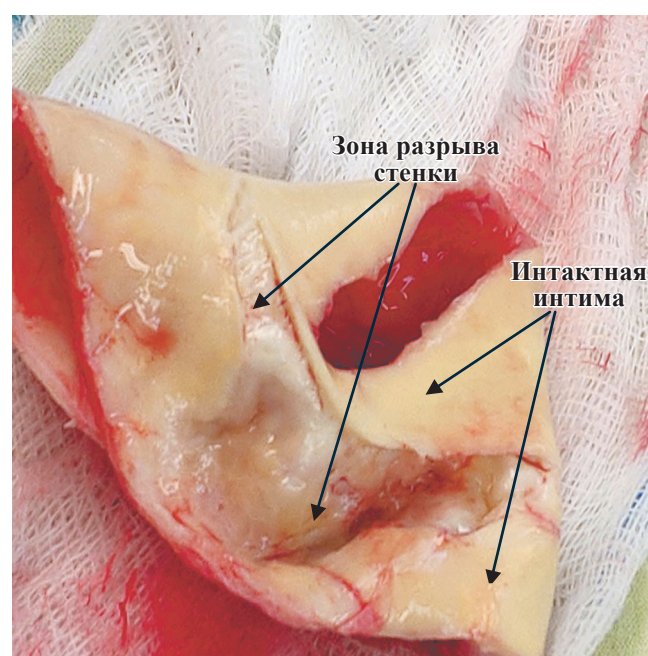


Рис. 2. Фрагмент иссеченного участка восходящей аорты с расслоением

Fig. 2. Excised section of the dissected ascending aorta

аорту или ее основные ветви. Существует мнение, что ятрогенная расслаивающаяся аневризма аорты является редким осложнением. В отличие от спонтанного ятрогенное расслоение наблюдается у людей старших возрастных групп и чаще сопровождается атеросклерозом. Травма редко приводит к расслаивающейся аневризме [4–10].

Классификация расслаивающихся аневризм аорты основана на локализации проксимального разрыва внутренней оболочки аорты и протяженности расслоения.

Классификация РА, предложенная Michael Ellis DeBakey (1965 г.), предусматривает анатомическое описание вариантов расслоения (рис. 3). Он разделяет расслоение в зависимости от места начала и степени расслоения:

тип I – начало расслоения в восходящей части аорты, далее распространяется на дугу и часто дистально за ее пределы;

тип II – ограничивается восходящей аортой;

тип III – начало в нисходящей аорте, но распространяется дистально, редко распространяется проксимально.

Согласно Стенфордской классификации РА (1970 г.), все случаи разрывов аорты могут быть разделены на две группы – А и В, в зависимости от того, какой отдел аорты участвует.

Группа А включает наличие расслоения в восходящей аорте и/или дуге аорты, и возможно, нисходящей аорте. Она включает в себя типы I, II и III по классификации DeBakey. Также возможно ретроградное распространение расслоения (возникает в нисходящей аорте или дуге аорты, но распространяется на восходящую аорту).

Группа В включает наличие расслоения в нисходящей аорте (дистальнее отхождения левой подключичной артерии), без участия восходящей аорты или дуги аорты. Она включает в себя DeBakey типа III без ретроградного продолжения в восходящий отдел аорты [2, 6, 7, 10].

В настоящее время рассматривается два основных механизма образования расслаивающейся аневризмы: разрыв или растяжение интимы аорты и развитие интрамуральной гематомы. Данный механизм наиболее распространен и чаще упоминается в литературе. Разрыв эндотелиального слоя аорты возникает обычно в связи с гипертензией и/или дилатацией сосуда. Разделение слоев аорты происходит вследствие воздействия пульсовой волны крови. Наиболее часто разрыв интимы образуется в восходящей части аорты, непосредственно выше ее синусов. В 60% случаев разрыв локализуется на передней поверхности восходящей аорты, дистальное расположение по отношению к левой подключичной артерии в 30%, в пределах дуги аорты – 10% [6, 10].

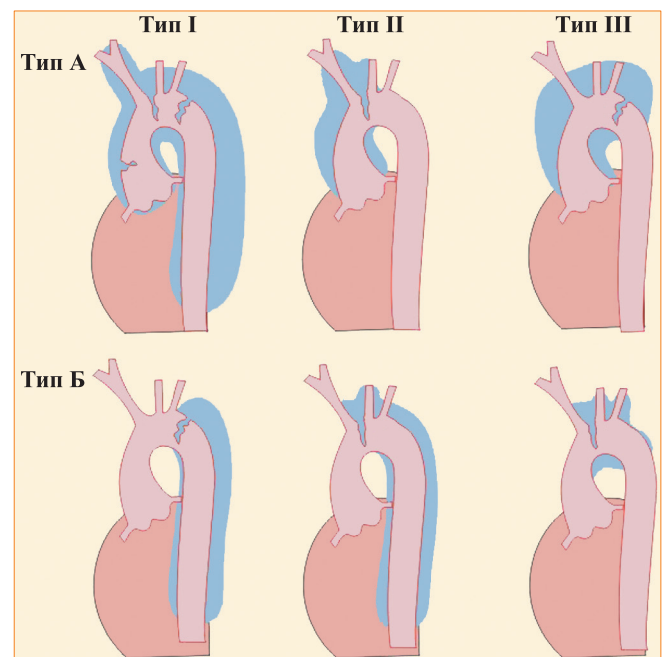


Рис. 3. Классификация расслоений аорты по распространенности: DeBakey (1965 г.) и Stanford (1970 г.)

Fig. 3. Classification of aortic dissections by prevalence: DeBakey (1965) and Stanford (1970)

Гораздо более сложным является второй механизм расслоения аорты. Разрывы *vasa vasorum*, и как следствие, образование интрамуральной гематомы, распространяющейся в пределах среднего слоя стенки аорты, приводят к разрыву интимы. Данный механизм встречается не более чем в 10% случаев.

Несмотря на достижения и усовершенствования хирургических и перфузионных методов за последние 30 лет, смертность, заболеваемость, и в частности частота церебральных осложнений, остаются выше, чем при процедурах, проводимых на более проксимальном отделе аорты. Традиционные подходы в профилактике церебральных повреждений сосредоточены на использовании следующих концепций во время замены дуги: циркуляторный арест в условиях глубокой системной гипотермии (10–15 °C), ретроградная перфузия головного мозга через яремные вены на фоне циркуляторного ареста при умеренной гипотермии (25–30 °C), антеградная селективная перфузия головного мозга на фоне циркуляторного ареста при умеренной гипотермии (25–30 °C) – методика, которой сейчас придерживается большинство мировых клиник [11].

ПУТИ ЗАЩИТЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Преимуществом глубокого гипотермического циркуляторного ареста (ГГЦА) является сухое и свободное от канюль операционное поле. Однако имеется ряд значимых недостатков. Во-первых, процесс охлаждения и согревания приводит к зна-

чительному увеличению продолжительности искусственного кровообращения (ИК) и связанной с этим послеоперационной органной дисфункции. Развиваются также выраженные явления коагулопатии и увеличение связанных с этим рисков развития неконтролируемого спонтанного кровотечения [11]. Во-вторых, в течение периода согревания есть вероятность ишемического реперфузионного повреждения головного мозга [12], нарушения нормальных механизмов регуляции мозгового кровообращения и образования избыточных градиентов церебральной температуры [13], которые усугубляют другие источники церебрального повреждения. В-третьих, формирование анастомозов по открытой методике во время ГГЦА увеличивает риск попадания материальных и воздушных эмболов как в церебральный, так и в дистальные отделы сосудов. Время, доступное для выполнения сложной реконструкции дуги в условиях ГГЦА, ограничено, так как длительные периоды ареста связаны с пропорциональным увеличением частоты повреждений головного мозга и органов-мишеней [14]. Следует отметить, что минимальные нарушения мозговой функции могут возникнуть при ГГЦА длительностью даже 20 минут [10]. Потенциально это указывает на то, что любой период ГГЦА может вызывать неблагоприятный неврологический исход. Подобное ограничение времени может привести к технически несовершенной реконструкции дуги, что в свою очередь может привести к ранним или поздним осложнениям.

В попытке обеспечить адекватный мозговой кровоток и таким образом продлить «безопасный» период ГГЦА многие центры внедрили вспомогательные методы церебральной перфузии. Некоторые центры, занимающиеся хирургией аорты в больших объемах, успешно адаптировали использование ретроградной перфузии головного мозга (РПГМ) в сочетании с ГГЦА [13]. Однако в настоящее время публикуют экспериментальные и клинические исследования, показывающие ограниченное снабжение мозга питательными веществами при РПГМ, и выдвигаются предположения о чрезмерном ретроградном перфузионном давлении и связанном с ним отеке мозга, усугубляющие церебральное повреждение [4, 5].

В отличие от РПГМ селективная антеградная перфузия головного мозга (СПГМ) более широко используется и обеспечивает адекватный мозговой кровоток [8]. Методы делятся на 2 основные группы: 1) раздельная канюляция отдельных сосудов, 2) использование участков канюляции ветвей дуги, таких как подмышечная, безымянная или сонная артерия. Тем не менее у обоих методов есть свои недостатки. Прямая канюляция ветвей через открытую дугу может привести к атероматозным и воздушным эмболам. Кроме того, поскольку до и после введения перфузионной канюли бывают периоды остановки

кровообращения, необходимо применение глубокой гипотермии. С другой стороны, катетеризация ветвей дуги на периферии операционного поля (например, подмышечной артерии) позволяет избежать многих из этих недостатков, но имеет при этом свои. Период реконструкции дуги выполняется с одним притоком и зависит от коллатералей, потенциально обеспечивающих перенос потока в контралатеральное полушарие. Это создает возможность возникновения ипсилатеральной гиперперфузии и/или контралатеральной гипоперфузии, в зависимости от того, является ли поток чрезмерным или слишком скудным.

Важно отметить, что как антеградные, так и ретроградные методы церебральной перфузии не обеспечивают перфузию других жизненно важных органов и полностью полагаются на глубокую гипотермию для защиты таких органов, как почки, печень и спинной мозг. Иногда утверждается, что СПГМ обеспечивает перфузию дистальных органов через коллатерали верхней и нижней части тела [13]. Однако сомнительно, обеспечивает ли такой побочный поток реальный поток питательных веществ в условиях открытых дистальных анастомозов, когда большая часть потока неизбежно попадает по пути наименьшего сопротивления – непосредственно в отсосы АИК. Важно отметить, что мальперфузия жизненно важных органов может легко остаться без должного внимания, поскольку ее последствия не так очевидны, как ОНМК. Но несмотря на это, ее воздействие может быть столь же опасным, проявляясь в виде коагулопатии, желудочно-кишечного кровотечения, сепсиса и полиорганной недостаточности [5].

Целью настоящего исследования является анализ собственного опыта применения оригинальной методики селективной антеградной перфузии головного мозга при реконструктивных вмешательствах на восходящем отделе и дуге аорты для решения задач по усовершенствованию протокола перфузионного обеспечения хирургической реконструкции дуги аорты и самой процедуры в целом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ретроспективное исследование включены 10 пациентов, которым в период с 2019-го по 2021 г. были выполнены реконструктивные операции на восходящем отделе и дуге аорты в условиях искусственного кровообращения (ИК), циркуляторного ареста и селективной антеградной перфузии головного мозга по разработанной нами методике (СПГМ), патент № RU2734136C1.

Известные на сегодняшний день способы СПГМ не позволяют обеспечить контроль объемной скорости перфузии изолированно в артериях каждой гемисферы головного мозга, а также не позволяют точно оценить перфузионное давление в брахиоцефальном стволе (БЦС) и левой общей сонной арте-

рии (ЛОСА). После прекращения циркуляторного ареста контроль давления в БЦС и ЛОСА возможен только с помощью окклюдера на магистрали церебральной перфузии или в одной общей магистрали, которая на операционном столе раздваивается с помощью переходника-тройника. Имеющиеся методики не позволяют производить отдельный контроль и коррекцию температуры головного мозга и тела пациента.

Кроме того, известные способы являются сложными, так как требуют проведения ультразвуковой доплерографии БЦС, ЛОСА, левой аксиллярной артерии, а также транскраниальной доплерографии среднемозговой артерии.

В связи с этим был применен разработанный в НИИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова способ селективной билатеральной перфузии головного мозга.

Этот метод позволяет проводить перфузию головного мозга системой селективной билатеральной перфузии головного мозга, объединенной с физиологическим блоком таким образом, что появляется возможность выполнить отдельную подачу оксигенированной крови по БЦС и ЛОСА с заданной объемной скоростью и температурой под контролем давления в каждой линии (рис. 4).

Данная система включает: кардиотомный резервуар (1), первый насос (2), оксигенатор (3), выход которого связан с портом артериальной магистрали (6), порт (17) левой общей сонной артерии (ЛОСА), порт (18) брахиоцефального ствола (БЦС), второй насос (11), отличающийся тем, что дополнительно включает циркуляционный резервуар (7), теплообменник (9), третий насос (12), первый (5), второй (13) и третий (14) датчики давления, шесть (4, 8, 10, 15, 16, 19) тройников-разветвителей, причем выход оксигенатора соединен последовательно с портом артериальной магистрали через первый тройник-разветвитель и первый датчик давления, один из портов первого тройника-разветвителя соединен с первым портом второго тройника-разветвителя, последовательно соединяющим входы циркуляционного резервуара и теплообменника; выход теплообменника через третий тройник связан с портами ЛОСА и БЦС индивидуальными магистралями, одна из которых содержит второй насос и второй датчик давления, а другая – третий насос и третий датчик давления, при этом выход циркуляционного резервуара соединен через четвертый, пятый и шестой тройники с магистралями ЛОСА и БЦС.

Преимущество использованной системы селективной билатеральной перфузии головного мозга заключается в обеспечении возможности изолированного контроля и коррекции объемной скорости перфузии и перфузионного давления в обеих гемисферах головного мозга, а также независимой тер-

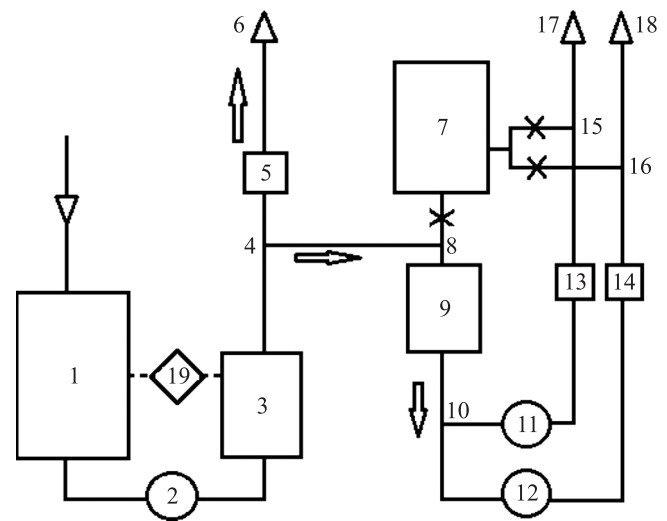


Рис. 4. Система для селективной билатеральной перфузии головного мозга при реконструктивной операции на дуге аорты, проводимой в условиях искусственного кровообращения

Fig. 4. System for bilateral selective antegrade cerebral perfusion during reconstructive surgery on the aortic arch under cardiopulmonary bypass

морегуляции контуров кровообращения головного мозга и тела пациента.

Медико-технический результат заключается в профилактике и снижении неврологических осложнений, уменьшении частоты развития полиорганной недостаточности, обеспечении возможности ранней активизации пациента и направлен на снижение госпитальной летальности при выполнении операций на дуге аорты и ее ветвях, проводимых в условиях гипотермии и циркуляторного ареста с фармакоологической кардиоплегией за счет пролонгированной гипотермии головного мозга на этапе согревания пациента, контроля скорости перфузии и давления в артериях каждой гемисферы головного мозга.

Этап вмешательства на восходящем отделе аорты представлял собой супракоронарное протезирование восходящей аорты, протезирование корня аорты клапаносодержащим кондуитом с имплантацией в него устьев коронарных артерий (по методике Н.Н. Bentall и А. DeBono). Этап вмешательства на дуге аорты представлял собой полное или частичное протезирование дуги аорты многобланшевым протезом. При наличии расслоения в нисходящей грудной аорте для прекращения функции ложного канала использовалась методика «хобот слона», разработанная Н. Borst.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В данную статью включен анализ историй болезни 10 пациентов, поступивших с диагнозами: расслоение аорты, тип I и тип II по De Bakey.

Количество пациентов мужского пола – 5 человек, женского пола – 5 человек. Средний возраст пациентов составил $51,2 \pm 14,5$ года.

Из всей группы у 10% (1 пациент) выполнялась повторная операция в условиях ИК (реимплантация корня аорты по методике David синтетическим протезом «Gelweave-30», аннулопластика митрального клапана опорным кольцом «МедИнж-34», аннулопластика трикуспидального клапана опорным кольцом «МедИнж-30» и экзопротезирование восходящего отдела аорты и дуги синтетическим протезом «Gelweave-32» в условиях ИК, циркуляторного ареста и СПГМ), остальные 90% были прооперированы первично.

Среди всех пациентов 40% при поступлении отмечали боли в грудной клетке. При этом жалобы на одышку разной степени интенсивности отмечались у 70% пациентов. Патологические шумы на аорте при первичном осмотре были выявлены у 4 пациентов из 10. Трое пациентов были госпитализированы в тяжелом состоянии и прооперированы по жизненным показаниям в экстренном порядке. Стоит отметить, что нарушения ритма на дооперационном этапе присутствовали у 30% больных, где 20% имели исходно мерцательную аритмию, а 10% – наджелудочковую экстрасистолию. У остальных пациентов нарушений ритма отмечено не было. Средняя частота сердечных сокращений (ЧСС) составила $\sim 72 \pm 16,37$ уд/мин. Предоперационное обследование больных включало выполнение ЭхоКГ и МСКТ ОГК с внутривенным контрастированием. Средний диаметр фиброзного кольца (ФК) аортального клапана составил $2,36 \pm 0,13$ см, синотубулярного отдела аорты (СТО) – $3,91 \pm 0,59$ см, средний диаметр восходящего отдела аорты и дуги составил $5,63 \pm 1,05$ и $3,8 \pm 0,45$ см соответственно. Анализ объемных фракций левого желудочка (ЛЖ) показал: средний показатель КДО – $133,9 \pm 57,3$ мл; средний показатель КСО – $58,2 \pm 28,69$ мл; средний показатель УО – $75,8 \pm 28,35$ мл; средняя ФВ составила $55,7 \pm 7,44\%$. В 70% случаев в полости перикарда по данным ЭхоКГ обнаруживалось от 50 до 100 мл жидкости. Пациентов с двустворчатым аортальным клапаном (АК) среди обследованных пациентов выявлено 20%, тогда как основную массу составили именно пациенты с трехстворчатым клапаном аорты. Средний пиковый градиент составил $10,07 \pm 3,66$ мм рт. ст. У большинства пациентов (70%) наблюдалась недостаточность аортального клапана 2-й степени; на митральном клапане (МК) – 80% недостаточности 1-й степени. В двух случаях отмечалась недостаточность 2-й степени, при этом у одного из них ранее была выполнена пластика МК на опорном кольце. Явления легочной гипертензии 1-й степени отмечались у 30% больных.

По данным МСКТ расслоение аорты выявлено у всех пациентов. У 80% выявлено расслоение аорты I типа по De Bakey, а у 20% – расслоение II типа.

Объем оперативного вмешательства у выбранных пациентов распределился следующим образом:

- у 40% супракоронарное протезирование восходящего отдела аорты и ее дуги (рис. 5, а);
- у 20% супракоронарное протезирование восходящего отдела аорты и гемидуги (рис. 5, б);
- у 10% протезирование восходящего отдела аорты клапаносодержащим кондуитом с имплантацией устьев коронарных артерий по методике Kouchoucus + дуги аорты;
- у 30% протезирование дуги аорты многобраншевым протезом с низведением синтетического протеза в нисходящую грудную аорту по методике «хобот слона» (рис. 5, в).

Среднее время выполнения вышеуказанных операций составило $326,5 \pm 62,10$ мин. Время пережатия аорты в среднем составило $94,2 \pm 45,34$ мин. Селективная перфузия головного мозга в среднем длилась $49,4 \pm 40,78$ мин. Все операции были выполнены также в условиях умеренной гипотермии, средняя температура которой составила $25,9 \pm 2,06$ °C.

Всем пациентам после операции потребовалась кардиотоническая поддержка, преимущественно допамином со средней дозировкой $3,6$ мкг/кг/мин, также были использованы добутамин в среднем $2,25$ мкг/кг/мин. В двух случаях пациентам вводили адреналин в дозировках 80 и 10 нг/кг/мин. Стоит отметить, что оба случая применения адреналина были у пациентов, прооперированных в экстренном порядке по жизненным показаниям.

Показатели скорости и потока перфузии отражают качество выполненной защиты миокарда (табл. 1). Перфузия коронарного русла осуществлялась селективным антеградным путем во всех 10 случаях. В 30% случаев для кардиopleгии использовался раствор Кустодиол (2 л), а в остальных случаях калиевый кардиopleгический раствор на основе крови по Calafiore.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что средние показатели перфузии коронарных артерий находились в допустимых значениях во всех эпизодах

Таблица 1

Показатели проведенной селективной антеградной кардиopleгии

Indicators of the Selective antegrade cardioplegic perfusion conducted

Плегическая канюля	Поток, мл/мин	Сопротивление, мм рт. ст.
ЛКА, ср. $\pm$ ст. откл.	$185 \pm 14,4$	$100,1 \pm 8,4$
ПКА, ср. $\pm$ ст. откл.	$156,2 \pm 21,6$	$106 \pm 10,6$

кардиоплегии. В частности, отсутствие высокого сопротивления в коронарных артериях и оптимальные скорости потоков по обеим канюлям указывают на адекватность защиты миокарда во время выполнения вышеупомянутых операций. Кардиоплегия проводилась раствором на основе 15% KCL + MgSO₄ + лидокаин со скоростью перфузии 150–200 мл/мин в течение 2,5 мин.

Благодаря новой методике СПГМ во время циркуляторного ареста и на этапе формирования анастомозов также были определены параметры перфузии ГМ (табл. 2).

В представленной таблице отражены показатели скорости перфузии и сопротивления в БЦС и ЛОСА. Данные характеристики позволили на протяжении всей перфузии ГМ осуществлять контроль, а также регулировать поток в каждой гемисфере по отдельности (при использовании церебрального оксиметра NONIN Sen Smart), что, в свою очередь, повысило возможность предупреждения эпизодов гипо- и гиперперфузии.

Оптимальные показатели скорости перфузии и сопротивления в БЦС и ЛОСА на протяжении всего периода от канюляции и до формирования анастомозов говорят о качественно выполненной перфузии головного мозга. Церебральная оксиметрия (ScO₂),

Таблица 2

Характеристики выполненной антеградной ПГМ по новой методике

Characteristics of the antegrade cerebral perfusion performed using the new technique

Перфузионная канюля	Поток, мл/мин	Сопротивление, мм рт. ст.
БЦС, ср. ± ст. откл.	165 ± 23,6	67,1 ± 16,7
ЛОСА, ср. ± ст. откл.	182 ± 12,4	70,8 ± 18,1

выполнявшаяся оксиметром NONIN Sen Smart, в среднем составила 68 ± 4,3% справа и 66 ± 6,2% слева, что также отражает эффективность примененной методики перфузии ГМ. Средние значения краниальной оксиметрии в течение всей операции находились в пределах 63–72%.

Лабораторные показатели, представленные в табл. 3 и 4, в свою очередь, свидетельствуют об отсутствии значимых метаболических нарушений во время выполненных операций.

Во время всего периода ИК производился онлайн-мониторинг газового состава артериальной и венозной крови (использовался аппарат CPI-500). Калибровка и контроль показателей крови производились каждые 30 минут от начала ИК с помощью лабора-

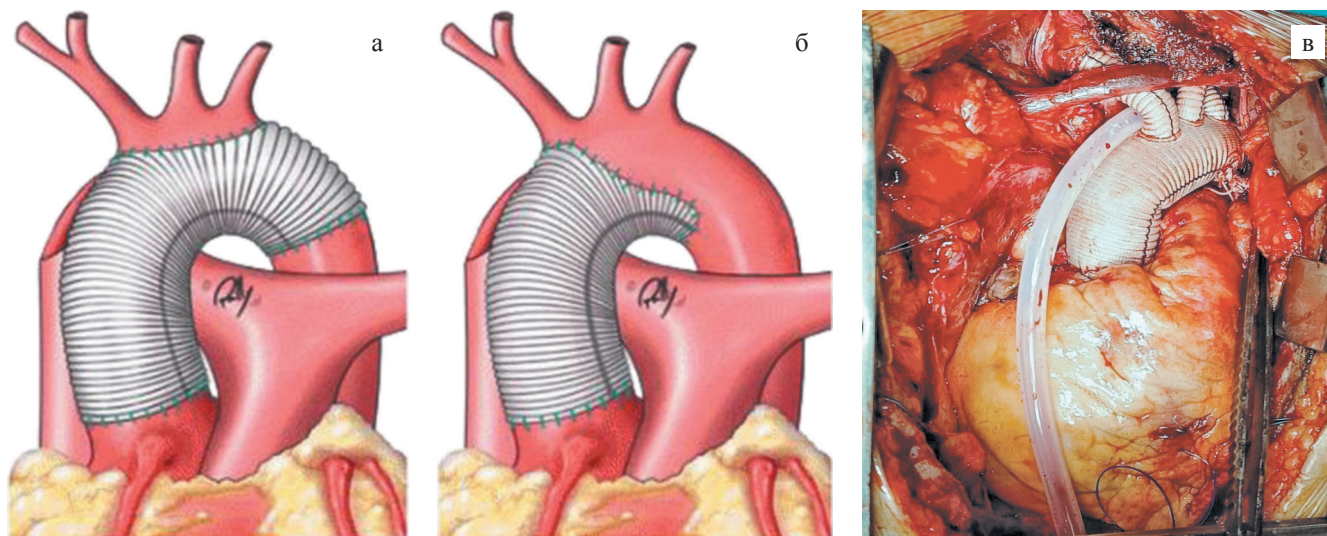


Рис. 5. Виды оперативных вмешательств: а – протезирование восходящего отдела аорты и дуги (https://www.researchgate.net/figure/230826243_fig1_Figure-3-Supracommissural-replacement-of-the-ascending-aorta-b-hemiarch-replacement-c); б – супракоронарное протезирование восходящего отдела аорты и гемидуги (https://www.researchgate.net/figure/230826243_fig1_Figure-3-Supracommissural-replacement-of-the-ascending-aorta-b-hemiarch-replacement-c); в – супракоронарное протезирование восходящего отдела аорты и ее дуги многобраншевым протезом с низведением синтетического протеза в нисходящую грудную аорту по методике «хобот слона» Н. Borst

Fig. 5. Types of surgical interventions: a – prosthetic replacement of the ascending aorta and aortic arch (https://www.researchgate.net/figure/230826243_fig1_Figure-3-Supracommissural-replacement-of-the-ascending-aorta-b-hemiarch-replacement-c); б – supracoronary ascending aortic and hemiarch replacement (https://www.researchgate.net/figure/230826243_fig1_Figure-3-Supracommissural-replacement-of-the-ascending-aorta-b-hemiarch-replacement-c); в – supracoronary ascending aortic and aortic arch replacement with a multi-branch prosthesis by lowering the synthetic prosthesis into the descending thoracic aorta according to Hans Borst's elephant trunk procedure

торной диагностики, что позволило поддерживать оптимальные концентрации основных показателей газового и ионного составов крови. На протяжении всего периода ИК данные показатели варьировались, но оставались в пределах нормальных значений благодаря регулярному контролю и коррекции метаболических нарушений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам применения разработанной методики СПГМ подтверждена клиническая эффективность данного метода. Он позволяет в полном объеме мониторировать показатели объема перфузии, периферического сопротивления сосудистого русла в каждой гемисфере, контролировать уровень оксигенации и производить независимую терморегуляцию контуров кровообращения головного мозга и тела пациента.

Представленные результаты также позволяют считать метод безопасным и потенциально способствующим ранней активизации, снижению частоты неврологических осложнений, частоты развития полиорганной недостаточности и госпитальной летальности при вмешательствах на дуге аорты и ее ветвях, проводимых в условиях гипотермии и циркуляторного ареста с фармакоологической кардиоплегией.

На фоне непродолжительного времени ИК, ЦА, достаточной перфузии ГМ, умеренной гипотермии, поддержания целевого уровня гематокрита прогнозируемо и логично выглядят исходы операции: короткий период нахождения в палате реанимации при отсутствии постоянного неврологического дефицита; отсутствие кардиальных, почечных осложнений, госпитальной и 30-дневной летальности.

Тщательный хирургический гемостаз на фоне качественного анестезиологического пособия позволил максимально снизить количество рестернотомий по поводу кровотечения до 1 случая из 10.

По данным МСКТ, в послеоперационном периоде радикальность выполненных реконструкций на восходящем отделе и дуге аорты не вызывает сомнений. В первые дни после операции у 100% пациентов восстанавливался синусовый ритм с частотой в среднем $79 \pm 12,37$ уд/мин. По данным ЭхоКГ, выполненной на вторые сутки после операции: средний диаметр фиброзного кольца (ФК) аортального клапана не изменился и составил $2,36 \pm 0,13$ см, синотубулярного отдела аорты (СТО) – $3,52 \pm 0,15$ см; средний диаметр восходящего отдела аорты и дуги составил $3,18 \pm 0,19$ и $3,8 \pm 0,45$ см соответственно.

Результаты оценки непосредственных результатов также не выявили развития значительных ишемиче-

Таблица 3

Параметры кислотно-щелочного состояния артериальной крови, отражающие метаболические изменения во время искусственного кровообращения (представлены средние значения)

Acid-base balance parameters of arterial blood, reflecting metabolic changes during cardiopulmonary bypass (mean values are presented)

Время	HCO ₃ , ммоль/л	pCO ₂ , мм рт. ст.	pO ₂ , мм рт. ст.	sO ₂ , %	Hb, г/л	Lac, ммоль/л	K ⁺ , ммоль/л	Na ⁺ , ммоль/л	pH	A(BE), ммоль/л	S(BE), ммоль/л
5 мин	24,9	32,1	263,5	99,8	91,1	1,33	4,55	117,5	7,45	0,5	0,62
30 мин	23,35	28,37	224,7	99,1	91,12	1,5	4,61	132,12	7,49	-0,6	-0,42
60 мин	21,31	26,53	223,96	98,8	88,0	2,76	5,23	131,66	7,47	-2,98	-3,58
90 мин	20,3	30,22	198,8	98,6	82,08	3,9	4,02	134,8	7,40	-5,06	-4,8
120 мин	21,75	31,25	210,75	99,1	86,6	3,6	3,9	136	7,42	-3,25	-3,07

Таблица 4

Параметры кислотно-щелочного состояния венозной крови, отражающие метаболические изменения во время искусственного кровообращения (представлены средние значения)

Acid-base balance parameters of venous blood, reflecting metabolic changes during cardiopulmonary bypass (mean values are presented)

Время	HCO ₃ , ммоль/л	pCO ₂ , мм рт. ст.	pO ₂ , мм рт. ст.	sO ₂ , %	Hb, г/л	Lac, ммоль/л	K ⁺ , ммоль/л	Na ⁺ , ммоль/л	pH	A(BE), ммоль/л	S(BE), ммоль/л
5 мин	24,72	33,38	82,45	86,55	91,62	1,42	4,56	133,75	7,47	0,48	0,6
30 мин	23,11	29,22	64,23	85,85	60,42	1,75	4,56	132,25	7,47	-1,33	-1,02
60 мин	22,23	32,0	28,55	78,43	87,33	3,06	5,63	131,83	7,42	-2,46	-2,21
90 мин	20,94	35,48	33,9	79,92	81,44	4,12	3,98	134,2	7,36	-4,32	-3,84
120 мин	22,2	37,6	37,975	78,9	86,27	3,05	3,92	135,75	7,38	-2,6	-2,27

ских повреждений головного мозга (ИПГМ). Данное осложнение выявлено у одного из пациентов и обусловлено исходным наличием у пациента зон ишемии головного мозга.

Авторы заявляют об отсутствии
конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Белов ЮВ, Генс АП, Степаненко АБ, Чарчян ЭР, Савичев ДД. Хирургическое лечение больных с острым расслоением аорты. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2006; 12 (1): 103–110. Belov YuV, Gens AP, Stepanenko AB, Charchyan ER, Savichev DD. Hirurgicheskoe lechenie bol'nyh s ostrym rassloeniem aorty. *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya*. 2006; 12 (1): 103–110.
2. Bossone E, Eagle KA. Epidemiology and management of aortic disease: aortic aneurysms and acute aortic syndromes. *Nat Rev Cardiol*. 2021; 18 (5): 331–348.
3. Shalhoub S, Wallace S, Okunbor O, Newhall K. Genetic aortic disease epidemiology, management principles, and disparities in care. *Semin Vasc Surg*. 2021; 34 (1): 79–88.
4. Чернявский АМ, Ляшенко ММ, Таркова АР, Сирота ДА, Хван ДС, Кретов ЕИ и др. Обзор гибридных вмешательств при заболеваниях дуги аорты. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019; 4: 87–93. Chernyavskiy AM, Lyashenko MM, Tarkova AR, Sirota DA, Khvan DS, Kretov EI et al. Obzor gibridnykh vmeshatel'stv pri zabolevaniyakh dugi aorty [Hybrid procedures for aortic arch disease]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2019; 4: 87–93.
5. Shatila W, Krajcer Z. Thoracic aortic disease: Can we safely cover the branches? *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020; 95 (6): 1169–1170.
6. Bossone E, Ranieri B, Romano L, Russo V, Barbuto L, Cocchia R et al. Acute Aortic Syndromes: Diagnostic and Therapeutic Pathways. *Heart Fail Clin*. 2020; 16 (3): 305–315.
7. Thakker PD, Braverman AC. Cardiogenetics: genetic testing in the diagnosis and management of patients with aortic disease. *Heart*. 2021; 107 (8): 619–626.
8. Saeyeldin A, Ziganshin BA, Zafar MA, Eleftriades JA. Bicuspid aortic disease: «Marfan light»? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019; 157 (5): e240–e242.
9. Morello F, Santoro M, Fargion AT, Grifoni S, Nazerian P. Diagnosis and management of acute aortic syndromes in the emergency department. *Intern Emerg Med*. 2021; 16 (1): 171–181.
10. Jakob HG. Repair of aortic arch disease is undergoing a dramatic change within the next years. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2018; 59 (4): 538–539.
11. Tchana-Sato V, Sakalihan N, Defraigne JO. La dissection aortique [Aortic dissection]. *Rev Med Liege*. 2018; 73 (5–6): 290–295.
12. Sen I, Erben YM, Franco-Mesa C, DeMartino RR. Epidemiology of aortic dissection. *Semin Vasc Surg*. 2021; 34 (1): 10–17.
13. Silaschi M, Byrne J, Wendler O. Aortic dissection: medical, interventional and surgical management. *Heart*. 2017; 103 (1): 78–87.
14. Yuan SM. Postpartum aortic dissection. *Taiwan J Obstet Gynecol*. 2013; 52 (3): 318–22.

*Статья поступила в редакцию 21.02.2022 г.
The article was submitted to the journal on 21.02.2022*