

ЦЕРЕБРАЛЬНАЯ ОКСИМЕТРИЯ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА АДЕКВАТНОСТИ ИЗОЛИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ДУГЕ АОРТЫ

А.Ю. Баканов, М.Л. Гордеев, В.Е. Успенский, В.В. Волков, С.А. Минин

*ФГБУ «Федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия*

Баканов Артем Юрьевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «Федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России (ФМИЦ им. В.А. Алмазова), руководитель НИЛ перфузиологии и кардиопротекции; *Гордеев Михаил Леонидович* — доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургических болезней ФМИЦ им. В.А. Алмазова, руководитель НКО хирургии сердца и сосудов; *Успенский Владимир Евгеньевич* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургических болезней ФМИЦ им. В.А. Алмазова; *Волков Виталий Васильевич* — врач анестезиолог-реаниматолог ФМИЦ им. В.А. Алмазова; *Минин Сергей Александрович* — врач анестезиолог-реаниматолог ФМИЦ им. В.А. Алмазова.

Контактная информация: ФГБУ «Федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, ул. Акkuratова, д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 197341. E-mail: md.bakanov@gmail.com (Баканов Артем Юрьевич).

Резюме

С января 2012 г. по март 2013 г. в нашем Центре выполнено 29 оперативных вмешательств на восходящем отделе и дуге аорты с применением непрерывного интраоперационного мониторинга церебральной оксиметрии. В большинстве случаев хирургический этап на дуге аорты выполнялся в условиях циркуляторного ареста, умеренной гипотермии и антеградной церебральной перфузии. Госпитальная летальность составила 3 % ($n = 1$). В двух случаях течение ближайшего послеоперационного периода осложнилось острым нарушением мозгового кровообращения. Была установлена корреляция между интраоперационной динамикой мозговой сатурации и неврологическими осложнениями в ближайшем послеоперационном периоде. Данный метод контроля эффективности защиты головного мозга в период экстракорпорального кровообращения и циркуляторного ареста является эффективным и безопасным для пациента. Требуются дальнейшие исследования, оценивающие изменения когнитивных функций в отдаленном послеоперационном периоде после вмешательств на восходящем отделе и дуге аорты.

Ключевые слова: дуга аорты, циркуляторный арест, церебральная оксиметрия.

CEREBRAL OXIMETRY AS AN EFFECTIVE METHOD OF MONITORING THE ADEQUACY OF AN INSULATING CEREBRAL PERFUSION DURING OPERATIONS ON THE AORTIC ARCH

A.Yu. Bakanov, M.L. Gordeev, V.E. Uspensky, V.V. Volkov, S.A. Minin

Federal Almazov Medical Research Centre, Saint-Petersburg, Russia

Corresponding author: Federal Almazov Medical Research Centre, 2 Akkuratova st., St. Petersburg, Russia, 197341. E-mail: md.bakanov@gmail.com (Artem Yu. Bakanov — MD, PhD, Head of the Research Laboratory of perfusionists and cardioprotection, assistant professor of anesthesiology and critical care medicine).

Abstract

Since January, 2012, till March, 2013, 29 combined ascending aortic and arch procedures were performed in the Centre. In all cases we used continuous intraoperative cerebral oximetry. In most part of cases aortic arch procedures were performed with circulatory arrest, moderate hypothermia and antegrade cerebral perfusion. Hospital mortality was 3 % (1 patient). In 2 cases post-operative course complicated with stroke. We revealed correlation between cerebral saturation measured during circulatory arrest and neurological adverse events in post-operative period. This method of monitoring of cerebral protection efficacy is effective and safe. Further investigations to assess cognitive function in the late post-operative period are needed.

Keywords: aortic arch, circulatory arrest, cerebral oximetry.

Статья поступила в редакцию 04.04.14. и принята к печати 10.04.14.

В Российской Федерации объем помощи, оказываемой пациентам с аневризмами восходящего отдела и дуги аорты, остается крайне малым. Так, в 2009 и 2010 гг. было выполнено 699 и 882 операций с общей госпитальной летальностью 14,7 % и 12,1 % соответственно. Операций же при аневризмах дуги аорты было выполнено крайне мало: 24 в 2009 и 40 в 2010 году [1]. Ожидаемого дальнейшего роста оперативной активности в 2011 г. не произошло: всего было прооперировано лишь 963 пациента, общая госпитальная летальность составила 11,4 %. При аневризмах дуги и грудной аорты было выполнено 198 операций, в том числе лишь 27 операций на дуге аорты. Средняя госпитальная летальность при плановых вмешательствах на восходящей аорте составила в 2011 г. 7,8 %, при экстренных — 22,5 %. Отмечен рост доли пациентов с расслоениями и разрывами восходящего отдела аорты — 25,5 % от всех оперированных (в 2010 г. — 23,6 %, в 2009 г. — 19,5 %) [1].

Общепринятой методикой лечения аневризм восходящего отдела аорты является операция замещения измененной аорты синтетическим протезом либо биокондуитом (операции надкоронарного протезирования аорты, Бенталла-Де Боно, Дэвида и др.) [2, 3]. Нередко возникает необходимость в проведении различных реконструктивных операций на дуге аорты. Наиболее частыми причинами являются распространение расширения восходящего отдела аорты на дугу, а также расслоение аорты с переходом на ее нисходящий отдел. Намного реже встречается сочетание аневризматического расширения и восходящего, и нисходящего отделов грудной аорты, требующего выполнения многоэтапных реконструктивных операций [5]. Операции на дуге аорты требуют полной остановки кровообращения — циркуляторного ареста. В данной ситуации защита головного мозга может осуществляться различными способами: как изолированной глубокой гипотермией, так и сочетанием гипотермии с антеградной церебральной

перфузией (АЦП). Однако эффективность антеградной (как унилатеральной, так и билатеральной) церебральной перфузии может значительно варьировать в зависимости от анатомических особенностей пациента и вида патологии аорты. В данной ситуации требуется метод контроля, позволяющий эффективно и в режиме реального времени оценивать кровоснабжение мозговой ткани и при необходимости гибко корректировать методики защиты головного мозга.

Цель настоящей работы — оценить эффективность непрерывной церебральной оксиметрии при операциях на восходящем отделе и дуге аорты.

Материалы и методы

С января 2012 г. по март 2013 г. в Центре им. Алмазова выполнено 29 вмешательств на восходящем отделе и дуге аорты с применением непрерывного интраоперационного мониторинга церебральной оксиметрии. Средний возраст пациентов составил $53,76 \pm 13,57$ лет (18–71 год), преобладали мужчины (76 %). 16 (55 %) пациентов имели расслоение аорты типа А, в 6 (21 %) случаях диссекция аорты носила острый характер. Спектр хирургических вмешательств на восходящем отделе аорты включал операции Бенталла-Де Боно (38 %), надкоронарное протезирование восходящего отдела аорты (28 %), сочетание надкоронарного протезирования восходящего отдела аорты и протезирования аортального клапана (АК) (34 %). В дополнение к основному хирургическому этапу на грудной аорте и АК выполнялись коронарное шунтирование (31 %), коррекция митральной (3 %), трикуспидальной недостаточности (3 %), ликвидация дефекта межпредсердной перегородки (10 %). Всем пациентам в протокол предоперационной подготовки была включена транскраниальная доплерография, по данным которой у 12 (41 %) больных Виллизиев круг был замкнут, у 9 (31 %) — разомкнут, у 8 (28 %) не было получено достоверной информации в связи с непроходимостью височных акустических окон.

Все хирургические вмешательства проводились по принятой в Центре стандартной методике. Доступ — полная срединная стернотомия. Температурные датчики размещались в носоглотке и прямой кишке. Интраоперационно проводилась транспищеводная эхокардиография (аппарат «Vivid I», GE). Экстракорпоральное кровообращение (ЭКК) выполнялось по стандартной методике с поддержанием перфузионного давления 70N90 мм рт. ст. Использовался аппарат искусственного кровообращения «Maquet HL 20» с мембранным оксигенатором «Quadrox». В подавляющем большинстве случаев АИК подключался по схеме «правая подключичная артерия — правое предсердие». Дренаж левого желудочка осуществлялся через правую верхнюю легочную вену. В одном случае в связи с распространением расслоения аорты на правую подключичную и правую общую сонную артерию аппарат искусственного кровообращения подключался по схеме «левая общая бедренная артерия — правое предсердие». После пережатия аорты проводилась кровяная прерывистая изотермическая кардиоплегия с раствором хлорида калия ретроградно через коронарный синус под контролем давления в магистральной (40N60 мм рт. ст.) с интервалом между сеансами не более 15 минут. Для восстановления сердечной деятельности проводился сеанс реперфузии ретроградно без добавления хлорида калия. Хирургический этап на дуге аорты в большинстве случаев проходил в условиях умеренной гипотермии (28N29°C), топической гипотермии на область головы и антеградной унилатеральной (моногомисферальной) церебральной перфузии. После пережатия аорты в течение времени, необходимого для достижения целевых значений гипотермии, выполнялась ревизия корня, восходящего отдела аорты и подготовка к вмешательству данной зоны. По достижении необходимого уровня гипотермии производительность аппарата искусственного кровообращения снижалась до 10 мл/мин/кг, головной конец стола опускался под углом к горизонту 15N20°, накладывался зажим на брахиоцефальный ствол, а зажим с аорты снимался. После ревизии дуги аорты выполнялся тот или иной вид хирургической коррекции. В течение выполнения хирургического этапа на дуге аорты при появлении признаков снижения перфузии левого полушария головного мозга дополнительно устанавливалась магистраль в левую общую сонную артерию для проведения билатеральной антеградной церебральной перфузии. По завершении этапа на дуге аорты на сосудистый протез накладывался зажим, с брахиоцефального ствола зажим снимался и восстанавливалась системная перфузия с расчетной

скоростью. Начиналось согревание пациента, в этот период выполнялся этап хирургической коррекции на корне аорты.

Интраоперационный мониторинг церебральной сатурации осуществлялся с помощью аппарата The INVOS System (Somanetics Corp.). Фиксация одноканальных датчиков на правую и левую половины лба производилась до индукции в анестезию. Сбор информации осуществлялся в автоматическом режиме с записью на внешний носитель.

Анализ полученных данных производился с помощью программ Microsoft Excel for Mac 2011, Statistica 7.0.

Результаты

Средняя продолжительность экстракорпорального кровообращения составила $169,30 \pm 54,72$ мин, аноксии миокарда — $119,96 \pm 44,86$ мин, циркуляторного ареста — $28,17 \pm 12,11$ мин. Госпитальная летальность составила 3 % (1 пациент), причина — прогрессирующая полиорганная недостаточность. В двух случаях после вмешательств по поводу диссекции аорты типа А течение ближайшего послеоперационного периода осложнилось острым нарушением мозгового кровообращения, требовавшим продленного лечения в условиях отделения анестезиологии-реанимации. Один из пациентов, перенесших нарушение мозгового кровообращения, исходно имел острое расслоение аорты типа А с переходом на брахиоцефальный ствол, правую общую сонную и правую подключичную артерию. В связи с этими осложнениями основного заболевания подключение аппарата искусственного кровообращения проводилось по схеме «правая общая бедренная артерия — правое предсердие», и хирургический этап на дуге аорты проходил в условиях глубокого гипотермического циркуляторного ареста. При мультиспиральной компьютерной ангиографии аорты после операции была выявлена субокклюзия брахиоцефального ствола за счет сдавления «истинного» просвета сосуда тромбированным «ложным» просветом, что потребовало выполнения экстренной ангиопластики со стентированием брахиоцефального ствола. У второго пациента с хронической диссекцией аорты типа А исходно по данным транскраниального ультразвукового исследования Виллизиев круг был разомкнут. У остальных 26 пациентов течение ближайшего послеоперационного периода значимых особенностей не имело и не сопровождалось выраженными явлениями сердечно-сосудистой недостаточности и неврологическими нарушениями.

В подавляющем большинстве случаев (26 пациентов) не отмечалось различий в показателях цере-

бральной оксиметрии правого и левого полушарий до наступления циркуляторного ареста. При начале селективной антеградной церебральной перфузии правого полушария мозга у всех пациентов отмечалось снижение показателя сатурации левого полушария до 40 %. При восстановлении мозгового кровотока (возобновлении искусственного кровообращения) показатели полушарий выравнивались (График 1). В случае выполнения хирургического этапа на дуге аорты по поводу острой диссекции аорты типа А в условиях глубокого циркуляторного ареста без применения антеградной церебральной перфузии показатели церебральной сатурации левой гемисферы исходно отличались от показателя правого полушария в сторону уменьшения на 20 %.

При циркуляторном аресте церебральная сатурация левой гемисферы достигала критически низких значений — 32 % (График 2). У двоих пациентов, имеющих сходный профиль церебральной оксиметрии, описанный выше, был применен метод билатеральной антеградной церебральной перфузии. При этом показатели церебральной оксиметрии в течение всего времени искусственного кровообращения находились в пределах значений, безопасных для пациента (График 3).

Обсуждение

Аневризмы грудного отдела аорты не относятся к наиболее часто встречающимся заболеваниям сердечно-сосудистой системы, однако они сопря-

График 1. Показатели церебральной оксиметрии при унилатеральной (моногомисферальной) перфузии мозга через правую подключичную артерию

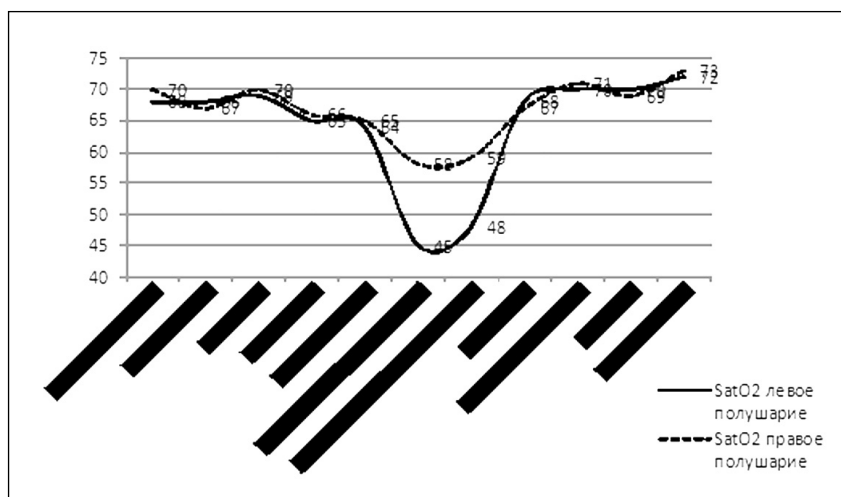


График 2. Показатели церебральной оксиметрии при унилатеральной перфузии мозга через правую подключичную артерию у пациента с острой диссекцией аорты типа А с переходом на брахиоцефальный ствол, правую подключичную и правую общую сонную артерию

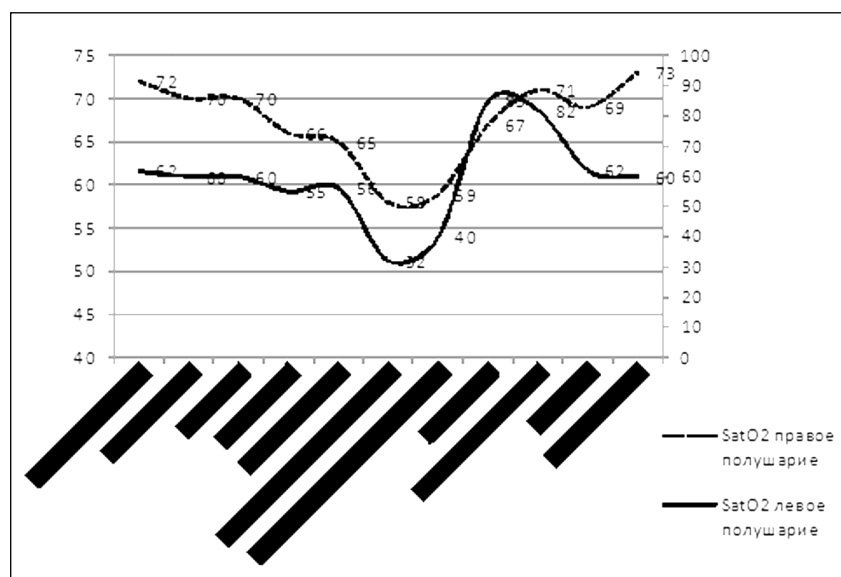
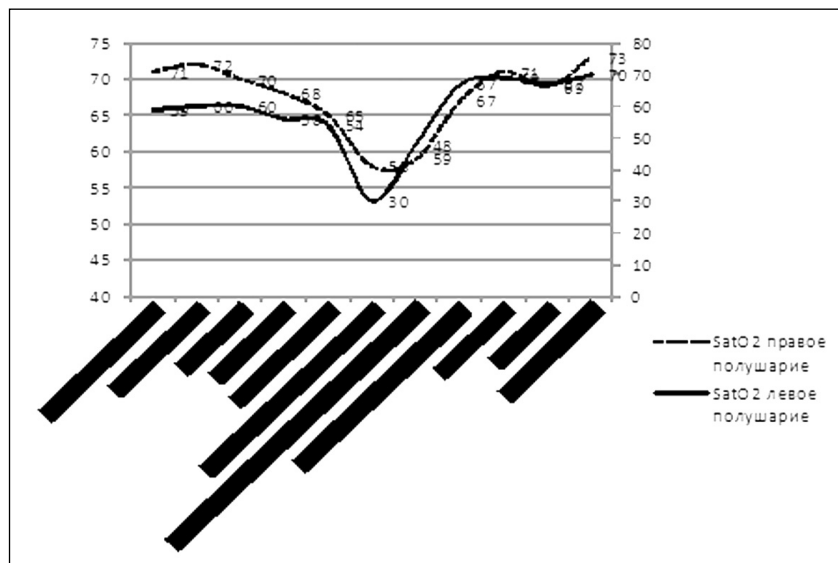


График 3. Показатели церебральной оксиметрии при билатеральной перфузии мозга у пациента с разомкнутым Виллизиевым кругом



жены с высоким риском возникновения тяжелых осложнений, таких, как острое расслоение и разрыв аорты. В среднем в популяции частота выявления аневризм аорты составляет 0,16–1,06 %. Однако до настоящего времени объем помощи, оказываемой пациентам с аневризмами грудного отдела аорты, остается крайне малым. Многоплановой проблемой являются аневризмы и расслоения дуги аорты. С одной стороны, сама по себе хирургическая операция на дуге аорты представляет серьезную техническую задачу. С другой стороны, необходимым условием является сухое операционное поле, то есть этап хирургической реконструкции на дуге аорты проходит в условиях циркуляторного ареста. При этом на первый план выходят вопросы защиты пациента от ишемического повреждения, в первую очередь — защита головного мозга. На сегодняшний день предложены различные методики защиты головного мозга в течение циркуляторного ареста: глубокая гипотермия, ретроградная церебральная перфузия и антеградная церебральная перфузия, как уни-, так и билатеральная. Изолированный гипотермический циркуляторный арест применяется до настоящего времени, однако отрицательной стороной является сравнительно небольшое время безопасной ишемии головного мозга [4]. Немного более эффективным методом защиты является применение ретроградной церебральной перфузии. Более физиологическим способом защиты головного мозга является антеградная церебральная перфузия. Данный метод обеспечивает эффективную защиту головного мозга и позволяет проводить операции на дуге аорты в условиях циркуляторного ареста и умеренной гипотермии. Использование правой подключичной артерии для подключения артериальной

магистральной аппаратуры искусственного кровообращения позволяет значительно упростить проведение антеградной церебральной перфузии при операциях на восходящем отделе и дуге аорты.

Важным вопросом является оценка эффективности защиты головного мозга в течение операции, особенно в период циркуляторного ареста. В данной работе мы оценивали эффективность неинвазивного интраоперационного мониторинга церебральной оксиметрии при операциях на восходящем отделе и дуге аорты. В подавляющем большинстве случаев отсутствие значимой разницы в показателях сатурации правого и левого полушарий мозга в до- и постишемическом периоде указывает на физиологичность церебрального кровотока. Отсутствие значимого снижения церебральной сатурации контралатерального полушария ниже критического значения 40 % при моногемисферальной церебральной перфузии указывает на эффективный мозговой кровоток в период циркуляторного ареста и, соответственно, адекватную защиту головного мозга от ишемического повреждения. В случаях регистрируемого критического снижения показателей сатурации контралатеральной гемисферы следует прибегать к дополнительным методикам защиты мозга, таким, как билатеральная антеградная церебральная перфузия. В заключение можно сделать вывод, что непрерывный мониторинг церебральной оксиметрии является эффективным и безопасным методом контроля эффективности защиты головного мозга в период экстракорпорального кровообращения и циркуляторного ареста. Метод позволяет быстро реагировать на изменения церебрального кровоснабжения и интраоперационно гибко корректировать защиту головного мозга. Требуются

дальнейшие исследования, оценивающие изменения когнитивных функций пациентов в отдаленном послеоперационном периоде после вмешательств на восходящем отделе и дуге аорты.

Литература

1. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Сердечно-сосудистая хирургия — 2009. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. — М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2010.
2. Bentall H., De Bono A. A technique for complete replacement of the ascending aorta // Thorax. — 1968. — Vol. 23. — P. 338–339.
3. Cooley D.A., De Bakey M.E. Resection of entire ascending aorta in fusiform aneurysm using cardiac bypass // J. Am. Med. Assoc. — 1956. — Vol. 162. — P. 1158–1159.
4. David T.E., Feindel C.M. An aortic valve sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. — 1992. — Vol. 103. — P. 617.
5. Swenson L.G., Crawford E.S., Hess K.R., Costello J.S., Ruskin S. et al. Deep hypothermia with circulatory arrest // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. — 1993. — Vol. 106. — P. 19–31.