

# Влияет ли способ заполнения аппарата искусственного кровообращения на показатели церебральной оксиметрии во время перфузии?

В. В. Базылев, М. Е. Евдокимов, М. А. Пантюхина, М. В. Кокашкин

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Пенза

## *Is there any connection between method of priming extracorporeal circuit and cerebral oximetry results?*

V. V. Basylev, M. E. Evdokimov, M. A. Pantyuhina, M. V. Kokushkin

Federal Centre for Cardiovascular Surgery, Penza, Russia

### Резюме

**Цель.** Изучить влияние способа первичного заполнения аппарата ИК на показатели церебральной оксиметрии во время перфузии. **Материалы и методы.** Исследование ретроспективное, включает пациентов, перенесших аорто-коронарное шунтирование с искусственным кровообращением (ИК) с января по декабрь 2016 года. Были сформированы две группы: с применением ретроградной методики заполнения аппарата искусственного кровообращения (АИК) (основная группа),  $n = 45$ , а также с применением стандартной методики заполнения АИК (контрольная),  $n = 45$ . Анализировались изменения показателей гемоглобина (Hb), гематокрита (Ht), церебральной оксиметрии ( $rSO_2$ ) на восьми этапах оперативного вмешательства (начало операции, начало ИК, зажим на аорту, ИК 15 мин., ИК 30 мин., ИК 45 мин., конец ИК, конец операции). **Результаты.** В основной группе для первичного заполнения контура АИК требовался меньший объем прайма АИК ( $p < 0,001$ ), показатели регионарной сатурации головного мозга были выше в течение 45 мин. перфузии ( $p < 0,001$ ), гемотрансфузия не проводилась ( $p < 0,001$ ). По данным унивариантного регрессионного анализа, независимыми факторами риска снижения  $rSO_2$  на 20 % и более являются: объем прайма (ОШ = 1,014; 95% ДИ: 1,002–1,026;  $p = 0,024$ ) и уровень гематокрита (ОШ = 0,746; 95% ДИ: 0,593–0,938;  $p = 0,012$ ). По данным множественного логистического регрессионного анализа, фактором риска снижения показателей  $rSO_2$  является объем прайма (ОШ = 1,024; 95% ДИ: 1,003–1,045;  $p = 0,025$ ). **Заключение.** Ретроградное заполнение аппарата ИК позволяет поддерживать более высокие значения  $rSO_2$  во время перфузии, снизить волевическую нагрузку и потребность в гематрансфузии.

**Ключевые слова:** ретроградное заполнение контура АИК, церебральная оксиметрия ( $rSO_2$ ).

### Summary

**Objectives.** To compare the influence of different priming techniques on cerebral oximetry results during CPB in adult patients. **Methods.** This study is a single-center retrospective review of data collected from adult patients who underwent isolated CABG with CPB between January and December, 2016. The patients were divided into two standardized groups with the sole difference between them being the method of priming CPB circuit: the first one was the group where we used our modified retrograde method of priming ( $n = 45$ ) and the second one was the group with standard priming ( $n = 45$ ). Hematocrit, hemoglobin, cerebral oxygenation were evaluated at the following points: beginning of the operation, start of CPB, cross clamping, 15, 30, 45 minutes and the end of CPB and the end of operation. **Results.** In the first group indices of cerebral oximetry were higher comparing to the second group at list of the 45 minutes of CPB ( $p < 0,001$ ). For the first 15 minutes of CPB hematocrit was also higher in the first group. Priming volume and the need for blood transfusion or ultrafiltration were also smaller in the first group. **Conclusion.** Modified priming technique allows to maintain higher indices of cerebral oximetry, decreases volume overload and the need for blood transfusion comparing to standard technique.

**Key words:** retrograde priming technique, cerebral oximetry.

### Введение

Искусственное кровообращение (ИК) является неотъемлемой составляющей хирургии открытого сердца. Однако неизбежная составляющая ИК — вынужденное увеличение волевической нагрузки на пациента и гемодилюция, следствиями которой являются снижение кислородной емкости крови, нарушение коллоидно-осмолярного состояния, гипергидратация органов и тканей, увеличение вероятности кровотечения в раннем постперфузионном периоде [1, 2, 3]. Во многих работах доказана взаимосвязь гемодилюции во время ИК и диффузной гипоксии головного мозга, что отражается в первую очередь депрессией показателей церебральной оксиметрии

( $rSO_2$ ), измеренных методом инфракрасной спектроскопии (NIRS) — чувствительным неинвазивным методом, оперативно отражающим изменения церебральной оксигенации [4, 5]. Нормальные величины  $rSO_2$  лежат в пределах 60–80 %. Снижение  $rSO_2$  более чем на 20 % свидетельствует о нарушении церебральной перфузии, повышении метаболизма головного мозга и повышенной экстракции кислорода из притекающей крови. Снижение значений  $rSO_2$  более 50 % от базового значения указывает на церебральную ишемию [6].

Поиск путей снижения волевической нагрузки и сокращения применения препаратов донорской крови привел к пониманию необходимости

изменения способа заполнения контура АИК. Практически это удалось реализовать после изучения и внедрения методики ретроградного заполнения контура АИК [7]. При освоении методики, помимо снижения гемодилюции и периоперационной потребности в гемотрансфузии, мы обратили внимание на более высокие значения показателей церебральной оксиметрии у пациентов с данным способом заполнения АИК, что послужило основанием для изучения влияния способа первичного заполнения аппарата ИК на показатели церебральной оксиметрии во время перфузии. Периоперационные эффекты ретроградного способа заполнения аппарата ИК рассмотрены в настоящем сообщении.

## Материалы и методы

Исследование — ретроспективное, включает взрослых пациентов, первично перенесших аортокоронарное шунтирование (АКШ) в условиях ИК в период с января по декабрь 2016 года. Были сформированы две группы, различавшиеся между собой способом заполнения аппарата искусственного кровообращения (АИК): с применением ретроградной методики заполнения контура аппарата ИК — основная группа ( $n = 45$ ), а также с применением стандартной методики заполнения аппарата ИК — контрольная группа ( $n = 45$ ). Критерии включения: множественное коронарное шунтирование с индексом реваскуляризации 2 и более, время ишемии миокарда от 50 до 80 мин., фракция выброса левого желудочка более 45%. Из исследования были исключены пациенты с повторным АКШ, экстренным АКШ, АКШ без ИК, значением уровня гемоглобина (Hb) перед оперативным вмешательством менее 110 г/л, нарушением мозгового кровообращения в анамнезе и (или) гемодинамически значимым атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий. В контрольную группу вошли пациенты, сходные по следующим параметрам: пол, возраст, плановое оперативное вмешательство, первичное аортокоронарное шунтирование (АКШ) с искусственным кровообращением (ИК), ИМТ, EuroSCORE I (%), сопутствующие заболевания. Антропометрические и основные предоперационные характеристики пациентов отражены в табл. 1.

Межгрупповых различий по антропометрическим и преморбидным характеристикам в исследуемых группах не выявлено. Для неинвазивного непрерывного мониторинга церебральной оксиметрии ( $rSO_2$ ) использовался двухканальный церебральный оксиметр INVOS 5100 (COVIDIEN, Somanetics, США) с фиксацией показателей и последующим вычислением средних значений, которые заносились в специальную таблицу и в дальнейшем использовались для вычислений. Параметры церебральной оксиметрии ( $rSO_2$ ), показатели газов крови и КЩС регистрировались

Таблица 1  
Основные предоперационные характеристики пациентов ( $n = 90$ )

| Показатель                             | Основная группа ( $n = 45$ ) | Контрольная группа ( $n = 45$ ) | p    |
|----------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------|
| Возраст, лет*                          | 57 (54–64)                   | 56 (57–60)                      | 0,63 |
| Пол (муж.), n (%)                      | 36 (80)                      | 37 (82)                         | 1,00 |
| BSA, м <sup>2</sup>                    | 1,86 ± 0,19                  | 1,91 ± 0,13                     | 0,14 |
| EuroSCORE I (%)                        | 2,1 (1,83–2,45)              | 2,2 (2,3–3,8)                   | 0,07 |
| ИМ, n (%)                              | 38 (84,4)                    | 36 (80)                         | 0,78 |
| АГ, n (%)                              | 32 (71)                      | 34 (75,5)                       | 0,81 |
| ФВс, %                                 | 54 ± 5                       | 53 ± 9                          | 0,51 |
| Мультифокальный атеросклероз, n (%)    | 8 (17,7)                     | 6 (13,3)                        | 0,77 |
| СД, n (%)                              | 12 (26,6)                    | 9 (20)                          | 0,62 |
| ХОБЛ, n (%)                            | 6 (13,3)                     | 7 (15,5)                        | 1,00 |
| ХБП, n (%)                             | 0                            | 1 (2)                           | 1,00 |
| Гепаринотерапия перед операцией, n (%) | 15 (33,3)                    | 12 (26,6)                       | 0,65 |

Примечание: BSA, м<sup>2</sup> — площадь поверхности тела; АГ — артериальная гипертензия; ИМ — инфаркт миокарда; СД — сахарный диабет; ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких; ХБП — хроническая болезнь печени; ФВс — фракция выброса сердца, измеренная по методу Симпсона.

и оценивались на восьми этапах оперативного вмешательства: начало операции, начало ИК, зажим на аорту, ИК 15 мин., ИК 30 мин., ИК 45 мин., конец ИК, конец операции. Значение ( $rSO_2$ ) на начало операции было принято за базальное.

В обеих группах перфузия осуществлялась в режиме нормотермии (температура оттекающей венозной крови и в носоглотке 36,5–36,6 °C) с объемной скоростью, исходя из расчетных коэффициентов 2,6–3,0 л/мин./м<sup>2</sup>. Для защиты миокарда во время ишемии использовалась фармакологическая антеградная кардиоплегия histidine-tryptophan-ketoglutarate-раствором (НТК-раствор). Среднее АД поддерживалось в пределах 60–80 мм рт. ст. На этапе ИК анестезия поддерживалась подачей кислородно-воздушной смеси, содержащей 60% кислорода и 2,0 об.% севорана.

### Методика заполнения контура АИК

Способ заполнения АИК по принятому в клинике протоколу предполагает последовательное заполнение контура коллоидным (500,0 мл) и кристаллоидными (Маннит 15% — 200,0 мл, бикарбонат натрия 5% — 200,0 мл, гепарин — 15 тыс. ед., сбалансированный кристаллоидный раствор — 500–600 мл) растворами. При данном способе объем первичного заполнения составляет 1 400–1 500

мл. Данная методика качественной и количественной подготовки АИК к проведению перфузиологического обеспечения является стандартизованной для многих кардиохирургических стационаров [8, 9].

При ретроградной методике контур аппарата искусственного кровообращения заполняется сбалансированным кристаллоидным — 1 000,0 мл и коллоидным — 500,0 растворами. Далее после нескольких циклов циркуляции, деаэрации контура и разгерметизации основной артерио-венозной магистрали в кардиотомный резервуар дренируется раствор из ее венозной части. Весь коллоидно-кристаллоидный объем из кардиотомного резервуара при инактивированном датчике уровня под контролем зрения вытесняется через шунт, предназначенный для сброса крови из артериального фильтра, в рециркуляционный пакет вплоть до выхода из кардиотомного резервуара. Затем в контур АИК последовательно добавляются: маннит 15% — 200,0 и бикарбонат натрия 5% — 200,0. Оставшийся объем также вытесняется в рециркуляционный пакет до магистрали, выходящей из кардиотомного резервуара, затем активируется датчик уровня. После канюляции аорты ретроградно через шунт артериального фильтра в ту же емкость вытесняется раствор первичного заполнения из артериальной

**Таблица 2**  
**Сравнительная характеристика качественных и количественных периоперационных показателей (n = 90)**

| Показатель                                 | Основная группа (n = 45) | Контрольная группа (n = 45) | p       |
|--------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------|
| Время ИК, мин.                             | 66,4 ± 4,6               | 67,7 ± 5,6                  | 0,230   |
| Время ИМ, мин.*                            | 46 (41–51)               | 49 (45–51)                  | 0,170   |
| Прайм АИК, мл*                             | 750 (750–800)            | 1400 (1300–1500)            | < 0,001 |
| Объем КП-раствора, мл*                     | 1500 (1200–1900)         | 1500 (1200–1900)            | 0,750   |
| Диурез за ИК, мл*                          | 500 (200–700)            | 300 (200–400)               | 0,144   |
| Кровопотеря, мл*                           | 250 (200–300)            | 300 (250–350)               | 0,006   |
| Общий баланс, мл*                          | 1550 (1400–1900)         | 2100 (1400–2800)            | 0,003   |
| Пациенты, получавшие гемотрансфузию, n (%) | 1 (2)                    | 9 (20)                      | 0,015   |
| Ультрафильтрация крови, n (%)              | 0                        | 7 (15)                      | 0,012   |

Примечание: ИК — искусственное кровообращение; ИМ — ишемия миокарда; АИК — аппарат искусственного кровообращения; КП-раствор — кардиоплегический раствор.

**Таблица 3**  
**Динамика показателей гематокрита (Ht) на этапах оперативного вмешательства**

| Этапы операции  | Основная группа | Контрольная группа | p       |
|-----------------|-----------------|--------------------|---------|
| Начало операции | 39,9 ± 2,8      | 39,5 ± 3,6         | 0,600   |
| ИК 15 мин.      | 25,6 ± 1,9      | 19,9 ± 2,0         | < 0,001 |
| ИК 45 мин.      | 25,3 ± 2,3      | 24,3 ± 3,1         | 0,080   |
| Конец операции  | 31,7 ± 3,1      | 32,6 ± 3,6         | 0,220   |

Примечание: Ht — гематокрит; ИК — искусственное кровообращение.

магистральной и артериальной фильтрации за счет их заполнения аутокровью пациента. Таким образом, оставшийся объем прайма, который необходим для заполнения основных магистралей АИК, составляет 786,4 ± 24,2 мл. При данной методике подготовки АИК к работе для начала ИК необходимо применение вспомогательного венозного дренажа с вакуумной поддержкой и степенью разрежения 20 мм рт. ст. Во время перфузии при необходимости удаленный прайм использовали для коррекции объема перфузата. Все пациенты были ознакомлены с планируемыми вариантами заполнения АИК. Согласие пациентов на каждый вид прайминга было получено.

### Статистический анализ

Изучаемые периоперационные данные фиксировались в медицинской информационной системе «Медиалог 7.10 B0119» — «Протокол перфузии». Данные в протокол вносились непосредственно во время оперативного вмешательства, в дальнейшем обрабатывались и экспортировались в электронную таблицу для подготовки

к анализу в статистической программе. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM® SPSS® Statistics v. 21 (21.0.0.0).

Данные выражались как числовые значения (проценты) — n (%), среднее значение ± стандартное отклонение (M ± σ), медиана и интерквартильный размах (25-й и 75-й процентиля) Me (Q1–Q3). Проводилась проверка количественных переменных на тип распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Для оценки межгрупповых различий количественных переменных с нормальным распределением использовали t-тест, для оценки межгрупповых различий переменных с ненормальным распределением — непараметрический тест — U-критерий Манна-Уитни. Категориальные данные сравнивались с помощью точного двухстороннего критерия Фишера. Для выявления предикторов риска снижения церебральной оксигенации на 20 % и более от исходного уровня проводился унивариантный и мультивариантный логистический регрессионный анализ. Результаты регрессионной модели

представлены как отношение шансов (ОШ) с 95 %-ным доверительным интервалом (95 % ДИ) и соответствующим уровнем значимости p. Критический уровень значимости p принят ≤ 0,05.

### Результаты

Общее количество пациентов, включенных в анализ, составило 90 человек (табл. 2).

Исследуемые группы не различались по периоперационным показателям времени искусственного кровообращения (p = 0,5), ишемии миокарда (p = 0,17), объему использованного для защиты миокарда НТК-раствора (p = 0,7). Группы статистически значимо различались по объему первичного заполнения контура АИК, кровопотере, объему использованной донорской крови и кратности применения систем высокопоточной ультрафильтрации крови. В основной группе для первичного заполнения контура АИК требовался меньший объем прайма, не было необходимости в проведении гемотрансфузии (p < 0,001), отсутствовали показания к применению систем высокопоточной ультрафильтрации крови (p < 0,001). Фиксировались и оценивались изменения показателей среднего артериального давления (АД<sub>ср.</sub>), гемоглобина (Hb), гематокрита (Ht), данные церебральной оксиметрии (rSO<sub>2</sub>) на следующих этапах оперативного вмешательства: 1) начало операции; 2) начало ИК; 3) зажим на аорту; 4) 15 мин. ИК; 5) 30 мин. ИК; 6) 45 мин. ИК; 7) конец ИК; 8) конец операции у пациентов основной и контрольной групп. Значимых различий в показателях среднего АД между исследуемыми группами не выявлено. О степени гемодилюции судили на основании анализа динамики показателей гематокрита (Ht) во время операции (табл. 3).

Различий между стартовыми значениями гематокрита (p = 0,60) и показателями гематокрита в конце операции выявлено не было (p = 0,22). У пациентов основной группы в начале перфузии (на этапе ИК 15 мин.) отмечалось более высокое значение уровня гематокрита (p < 0,001).

Динамика значений показателей регионарной сатурации головного мозга ( $rSO_2$ ) отражена в табл. 4.

Начало операции не сопровождалось различием значений показателей регионарной сатурации головного мозга ( $rSO_2$ ). В основной группе показатели церебральной оксиметрии были выше на следующих этапах перфузиологического обеспечения: начало ИК —  $72,4 \pm 6,6$  и  $61,4 \pm 7,5$  ( $p < 0,001$ ); зажим на аорте —  $63,7 \pm 5,5$  и  $60,4 \pm 6,7$  ( $p < 0,001$ ); ИК 15 мин. —  $70,9 \pm 4,7$  и  $61,2 \pm 5,9$  ( $p < 0,001$ ); ИК 30 мин. —  $72$  (70–75) и  $65$  (62–70) ( $p < 0,001$ ). С 45-й минуты ИК и до конца операции различий в показателях церебральной оксиметрии не выявлено. Эпизодов церебральной десатурации (снижения значения  $rSO_2$  ниже 70% от исходного) выявлено не было ни в одной из групп.

По данным унивариантного регрессионного анализа (табл. 5), независимыми факторами риска снижения церебральной оксиметрии на 20% и более от исходного уровня являются объем прайма (ОШ = 1,014; 95% ДИ: 1,002–1,026;  $p = 0,024$ ) и уровень гематокрита (ОШ = 0,746; 95% ДИ: 0,593–0,938;  $p = 0,012$ ). По данным множественного логистического регрессионного анализа, фактором риска снижения церебральной оксиметрии является объем прайма (ОШ = 1,024; 95% ДИ: 1,003–1,045;  $p = 0,025$ ) (табл. 5).

У обследуемых пациентов в раннем послеоперационном периоде не было отмечено рецидивов стенокардии, злокачественных аритмий, повторных инфарктов миокарда, инсультов. Летальных исходов среди пациентов обеих групп зафиксировано не было. Все пациенты были выписаны из стационара в удовлетворительном состоянии.

## Обсуждение

Традиционно заполнение контура АИК проводится коллоидными и (или) кристаллоидными растворами, при этом объем прайма может варьировать от 1 500 до 2 300 мл [10]. При стандартном способе заполнения контура АИК возникающая в момент начала ИК острая гемодилюция ведет к резкому снижению доставки кислорода к тканям и в первую очередь к головному мозгу. Создаются условия для

**Таблица 4**  
Показатели церебральной оксиметрии ( $rSO_2$ ) на этапах операции

| Этапы регистрации $rSO_2$ | Основная группа | Контрольная группа | p value   |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------|
| Начало операции           | $67,6 \pm 7,2$  | $68,0 \pm 5,7$     | 0,800     |
| Начало ИК                 | $74,2 \pm 6,6$  | $61,4 \pm 7,5$     | $< 0,001$ |
| Зажим на аорте            | $63,7 \pm 5,5$  | $60,4 \pm 6,7$     | $< 0,001$ |
| ИК 15 мин.                | $70,9 \pm 4,7$  | $61,2 \pm 5,9$     | $< 0,001$ |
| ИК 30 мин.                | 72 (70–75)      | 65 (62–70)         | $< 0,001$ |
| ИК 45 мин.                | $70,0 \pm 3,8$  | $68,5 \pm 5,4$     | 0,700     |
| Конец ИК                  | 70 (68–73)      | 66 (64–75)         | 0,120     |
| Конец операции            | $71,6 \pm 4,5$  | $71,2 \pm 7,4$     | 0,750     |

Примечание:  $rSO_2$  — церебральная оксиметрия; ИК — искусственное кровообращение.

**Таблица 5**  
Результаты унивариантного и мультивариантного логистического регрессионного анализа предикторов снижения церебральной оксиметрии на 20% во время перфузии

| Предиктор                                | Унивариантный анализ |             |       | Мультивариантный анализ |             |       |
|------------------------------------------|----------------------|-------------|-------|-------------------------|-------------|-------|
|                                          | ОШ                   | 95% ДИ      | p     | ОШ                      | 95% ДИ      | p     |
| Объем прайма АИК                         | 1,014                | 1,002–1,026 | 0,024 | 1,024                   | 1,003–1,045 | 0,025 |
| Гематокрит через 15 мин. после начала ИК | 0,746                | 0,593–0,938 | 0,012 | 0,676                   | 0,366–1,248 | 0,210 |
| Объем кардиоплегического раствора        | 1,014                | 0,903–1,129 | 0,764 | 1,009                   | 0,991–1,018 | 0,076 |
| Индекс массы тела                        | 0,990                | 0,880–1,247 | 0,810 | 0,970                   | 0,860–1,239 | 0,890 |

Примечание: ОШ — отношение шансов; ДИ — доверительный интервал; АИК — аппарат искусственного кровообращения; ИК — искусственное кровообращение.

возникновения эпизода циркуляторной гипоксии, увеличиваются риск гипоксического повреждения головного мозга и вероятность церебральных осложнений в постперфузионном периоде [11, 12].

Избежать значительной гемодилюции возможно за счет изменения подхода к тактике заполнения АИК перед началом перфузии. Для снижения гемодилюции предложены методики предварительного ретроградного заполнения контура АИК аутокровью пациента [13]. Основным их отличием является количество удаленного первичного раствора и способ заполнения кардиотомного резервуара аутокровью. В нашем исследовании, помимо вытеснения первичного объема из кардиотомного резервуара, удалялся раствор и из венозной магистралей. Ретроградно аутокровью пациента с параллельным удалением коллоидно-кристаллоидного перфузата через шунт артериального фильтра за 3–5 минут до начала ИК заполнялись артериальная магистраль и артериальный фильтр, что составляло 150–200 мл аутокрови пациента и позволило сократить объем необходимого заполнения аппарата ИК

до  $786,4 \pm 24,2$  мл. Мы не проводили предварительную эксфузию аутокрови с целью заполнения АИК, как рекомендуют некоторые авторы [14]. Хотелось бы обратить внимание, что в основной группе начало и течение перфузии поддерживались применением вспомогательного венозного дренажа с вакуумной поддержкой (VAVD controller) с разрежением 20 мм рт. ст. Отрицательное давление, создаваемое прибором, увеличивает градиент венозного давления между пациентом и венозной магистралью контура, что позволяет плавно начать ИК при отсутствии объема в венозной магистральной и поддерживать достаточный венозный возврат во время перфузии. При этом исчезает необходимость в увеличении высоты расположения пациента относительно кардиотомного резервуара, что позволяет установить оксигенатор практически на одном уровне с операционным столом и дополнительно купировать протяженность магистралей экстракорпорального контура. Кроме того, применение управляемого вакуума во время ИК позволяет улучшить условия оттока крови в системе верхней поллой вены [15].

Результаты проведенного исследования показали, что начало ИК в контрольной группе, когда в кровоток поступает значительное количество коллоидно-кристаллоидного объема, сопровождается снижением показателей регионарной сатурации головного мозга. В основной группе снижения показателей регионарной сатурации головного мозга зафиксировано не было.

Выраженность гемодилюции является важной детерминантой церебральной оксигенации во время ИК [16]. О степени выраженности гемодилюции у пациентов обеих групп можно судить, отталкиваясь от показателя гематокрита артериальной крови в начале перфузии. У пациентов контрольной группы, заполнение аппарата ИК которых проводилось по стандартной методике, значение гематокрита артериальной крови в начале перфузии было статистически достоверно более низким. Наши результаты полностью совпадают с результатами Hwang и соавт., которые доложил о результатах применения методики ретроградного заполнения АИК у 94 пациентов и подчеркнул более высокие значения показателей церебральной оксиметрии, а также отсутствие неврологических осложнений [17].

На основании собственных данных, мы можем утверждать, что при изменении подхода к тактике заполнения контура АИК уменьшается период циркуляторной гипоксии головного мозга, удастся обеспечить более высокий уровень церебральной оксигенации в течение первых 30 минут перфузии. Проведенное исследование позволило объективизировать, что снижение объема первичного заполнения контура АИК способствует редукции периода гипоперфузии головного мозга с момента начала ИК и в течение первых 30 минут перфузии.

В нашем исследовании у пациентов контрольной группы должны показатели гемоглобина и гематокрита достигались за счет аллогенной гемотрансфузии и (или) применения систем высокопоточной ультрафильтрации крови либо сочетанием этих факторов. Тем не менее паритетные значения церебральной оксиметрии и гематокрита у пациентов второй

группы достигались лишь к 45-й минуте ИК. Полученные нами результаты полностью сопоставимы с результатами зарубежных коллег, которые в своих публикациях отмечают ретроградное заполнение контура АИК аутокровью пациента как эффективную методику улучшения церебральной перфузии, снижения необходимости в гемотрансфузии, регрессии гемодилюции и ее неблагоприятных клинических эффектов [18, 19, 20]. Karkouti и соавт. в своем исследовании сообщили о прямой связи между степенью гемодилюции во время ИК и риском периоперационного ишемического повреждения головного мозга [21].

Ševerdijae и соавт. также сравнивали результаты ретроградного заполнения АИК у 100 пациентов и констатировали снижение гемодилюции, потребности в переливании компонентов донорской крови [22]. Sachowski и соавт. в сообщении о результатах проведенного мета-анализа, базировавшегося на изучении шести рандомизированных контролируемых исследований, также доложили о снижении потребности в гемотрансфузии у пациентов с ретроградным заполнением АИК на протяжении всего госпитального этапа [23]. Технику ретроградного заполнения АИК особенно целесообразно использовать у пациентов с малой площадью поверхности тела (менее 1,5 м<sup>2</sup>), у пациентов с низким уровнем Нв в предоперационном периоде и у пациентов, имеющих потенциально высокий риск гемотрансфузий [24, 25].

В 2015 году Probst и соавт. провели сравнительный анализ результатов перфузиологического обеспечения при АКШ с использованием АИК, заполненного по традиционному способу, ретроградным заполнением контура АИК аутокровью пациента и при использовании закрытых систем с минимальным объемом экстракорпорального кровообращения (МЕСС-систем). На основании полученных данных авторами был сделан вывод, что метод ретроградного заполнения контура АИК аутокровью пациента имеет сопоставимые результаты в снижении уровня гемодилюции и необходимости проведения гемотрансфузии,

при этом является более технически простым в реализации и малозатратным при рутинном использовании в сравнении с закрытыми системами с минимальным объемом экстракорпорального кровообращения (МЕСС-системами) [26].

Также, по данным исследований Eising и Apostolakis, снижение первичного объема заполнения контура АИК предотвращает падение коллоидно-осмотического давления во время ИК и накопление внесосудистой жидкости в постперфузионном периоде, что может рассматриваться как важный элемент профилактики синдрома капиллярной утечки [27, 28].

## Заключение

Ретроградная методика заполнения контура аппарата ИК позволяет поддерживать более высокие значения церебральной оксиметрии (rSO<sub>2</sub>) во время перфузии, снизить волеическую нагрузку и потребность в использовании препаратов донорской крови.

## Список литературы

1. Gu Y., Boonstra P. Selection of priming solutions for cardiopulmonary bypass in adults. *Multimed. Man. Cardiothorac. Surg.* 2006. Vol. 1. P. 109. DOI: 10.1510/mmcts.2005.001198.14.
2. Chores J., Holt D. Colloid Oncotic Pressure, Monitoring its Effects in Cardiac Surgery. *J Extra Corpor. Technol.* 2017. Vol. 49. № 4. P 249–256.
3. Hogervorst E., Rosseel P., van de Watering L., Brand A., Bentala M., van der Bom J., van der Meer N. Intraoperative Anemia and Single Red Blood Cell Transfusion During Cardiac Surgery: An Assessment of Postoperative Outcome Including Patients Refusing Blood Transfusion. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016 Apr; 30 (2): 363–72. DOI: 10.1053/j.jvca.2015.10.021. Epub 2015 Nov 2.
4. Nausjka P., Vranken N., Weerwind P., Sutedja N., Ševerdija E., Barenbrug P., Maessen J. Cerebral Oximetry and Autoregulation during Cardiopulmonary Bypass: A Review. *J. Extra. Corpor. Technol.* 2017. Vol. 49. № 3. P. 182–191.
5. Kowalczyk A., Bachar B., Liu H. Neuromonitoring during adult cardiac surgery. *J. Biomed. Res.* 2016. Vol. 30. № 3. P 171–73. DOI: 10.7555/JBR.30.20150159.
6. Edmonds H. Protective effect of neuromonitoring during cardiac surgery. *Ann N Y Acad Sci.* 2005; 1053: 12–19.
7. Rosengart T., De Bois W., O'Hara M., Helm R., Gomez M., Lang S.J., Altorki N., Ko W., Hartman G., Isom O., Krieger K.J. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1998. Vol. 115. № 2. P. 426–38; DOI: 10.1016/S0022-5223 (98)70287-9.
8. Хенсли Ф. А. — мл. Практическая кардиоанестезиология. [Пер. с англ.] — 3 изд. — М. ООО «Медицинское информационное агентство». 2008. 824–826с.
9. Локшин А. С., Лурье Г. О., Деметьева И. И. Искусственное и вспомогательное

кровообращение в сердечно-сосудистой хирургии. Практическое пособие. Москва. 1998. 40–44 с.

10. Аверина Т.Б. Искусственное кровообращение // *Анналы хирургии*. 2013. № 2. С. 5–12.
11. Warwick R., Palmer K., Johnson I., Poullis M. Pre-operative hyponatremia and cardiopulmonary bypass: yet another factor for cerebral dysfunction? // *J. Extra Corpor. Technol.* 2010. Vol. 42. № 1. P 52–6.
12. Ranucci M., Carboni G., Cotza M., Bianchi P., Di Dedda U., Aloisio T. Hemodilution on Cardiopulmonary Bypass as a Determinant of Early Postoperative Hyperlactatemia // *PLoS One*. 2015; 10 (5). DOI: 10.1371/journal.pone.0126939.
13. Hwang N. Preventive Strategies for Minimizing Hemodilution in the Cardiac Surgery Patient During Cardiopulmonary Bypass. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2015. Vol. 29. № 6. P 1663–1671. DOI: 10.1053/j.jvca.2015.08.002.
14. Reges R., Vicente W., Rodrigues A., Basseto S., Alves L., Scorzoni A., Ferreira C., Evora P. Retrograde autologous priming in cardiopulmonary bypass in adult patients: effects on blood transfusion and hemodilution. *Rev. Bras Cir Cardiovasc.* 2011; 26 (4): 609–16.
15. Borrelli U., Al-Affar N., Detroux M., Nottin R., Nikis S., Jennes S. Compact extracorporeal circulation: reducing the surface of cardiopulmonary bypass to improve outcomes // *Surg. Technol. Int.* 2007. № 16. P. 159–166.
16. Nollert G., Mohrle P., Tassani-Prell P., et al. Determinants of cerebral oxygenation during cardiac surgery. *Circulation* 92: II327–II333, 1995.
17. Hwang J., Huh J., Kim J., Park S., Hwang J., Nahm F., Hahn S. The effect of retrograde autologous priming of the cardiopulmonary bypass circuit on cerebral oxygenation. *J Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2011. Vol. 25. № 6. P. 995–999. DOI: 10.1053/j.jvca.2011.02.017. Epub 2011 May 14.
18. Vandewiele K., Bové T., De Somer F., Dujardin D., Vanackere M., De Smet D., Moerman AT., Bouchez S., François K. The effect of retrograde autologous priming volume on haemodilution and transfusion requirements during cardiac surgery. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2013. Vol. 16. № 6. P. 778–83. DOI: 10.1093/icvts/ivt085.
19. P Sun P., Ji B., Sun Y., Zhu X., Liu J., Long C. Effects of retrograde autologous priming on blood transfusion and clinical outcomes in adults: a meta-analysis. *Perfusion*. 2013. P. 238–243.
20. Stammers A., Mongero L., Tesdahl E., Stasko A., Weinstein S. The effectiveness of acute normovolemic hemodilution and autologous prime on intraoperative blood management during cardiac surgery. *Perfusion*. 2017. Vol. 32. № 6. P. 454–465. DOI: 10.1177/0267659117706014.
21. Karkouti K., Djaiani G., Borger MA, et al. Low hematocrit during cardiopulmonary bypass is associated with increased risk of perioperative stroke in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 1381–1387.
22. Severdija E., Heijmans J., Theunissen M., Maessen J., Roekaerts P., Weerwind P. Retrograde autologous priming reduces transfusion requirements in coronary artery bypass surgery. *Perfusion* 2011; 26: 315–21.
23. Saczkowski R., Bernier P., Tchervenkov C., Arelano R. Retrograde autologous priming and allogeneic blood transfusions: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc. Thorac. Surg* 2009; 8: 373–76.
24. Hou X., Yang F., Liu R., Yang J., Zhao Y., Wan C. Retrograde autologous priming of the cardiopulmonary bypass circuit reduces blood transfusion in small adults: a prospective randomized trial. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2009. Vol. 26. № 12. P. 1061–6. DOI: 10.1097/EJA.0b013e32833244c8.
25. Zelinka E., Ryan P., McDonald J., Larson J. Retrograde autologous prime with shortened bypass circuits decreases blood transfusion in high-risk coronary artery surgery patients // *J. Extra. Corpor. Technol.* 2004. Vol. 36. № 4. P. 343–347.
26. Probst C., Trapp C., Schiller W., Mellert F., Halbe M., Lorenzen H., Welz A. Retrograde Autologous Priming as a Safe and Easy Method to Reduce Hemodilution and Transfusion Requirements during Cardiac Surgery. *Surgery. Comparison between RAP, standard and Miniaturised Extracorporeal Circulation. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015. Vol. 63. № 7. P. 628–634. DOI: 10.1055/s-0035-1548731.
27. Eising G., Pfaunder M., Niemeyer M., Tassani P., Schad H., Bauernschmitt R., Lange R. Retrograde autologous priming: is it useful in elective on-pump coronary artery bypass surgery? *Ann. Thorac. Surg.* 2003. Vol 75. № 1. P. 23–27.
28. Apostolakis E., Koletsis E., Baikoussis N., Siminelakis S., Papadopoulos G. Strategies to prevent intraoperative lung injury during cardiopulmonary bypass. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2010. 11; 5: 1. doi: org/10.1186/1749-8090-5-1.

**Для цитирования.** Базылев В.В., Евдокимов М.Е., Пантюхина М.А., Кокашкин М.В. Влияет ли способ заполнения аппарата искусственного кровообращения на показатели церебральной оксиметрии во время перфузии? // *Медицинский алфавит. Серия «Неотложная медицина и кардиология»*. — 2019. — Т. 1. — 16 (391). — С. 22–27.

## МЕРОПРИЯТИЯ РОДВК НА ВТОРОЕ ПОЛУГОДИЕ 2019 ГОДА



**ПЕТРОЗАВОДСК**  
6 СЕНТЯБРЯ

**VIII Конференция дерматовенерологов и косметологов Северо-Западного федерального округа.**



**РЯЗАНЬ**  
13 СЕНТЯБРЯ

**III Конференция дерматовенерологов и косметологов Центрального федерального округа.**



**АЛУШТА**  
27 СЕНТЯБРЯ

**V Конференция дерматовенерологов и косметологов Крыма.**



**НОВОСИБИРСК**  
17–18 ОКТЯБРЯ

**IX Конференция дерматовенерологов и косметологов Сибирского федерального округа.**



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**  
24–26 ОКТЯБРЯ

**XIII Научно-практическая конференция дерматовенерологов и косметологов «Санкт-Петербургские дерматологические чтения».**



**КАЗАНЬ**  
14–15 НОЯБРЯ

**IX Конференция дерматовенерологов и косметологов Приволжского федерального округа. Заседание Профильной комиссии по дерматовенерологии и косметологии Экспертного совета в сфере здравоохранения Минздрава России.**



**МОСКВА**  
29–30 НОЯБРЯ

**Научно-практическая конференция «Школа молодого специалиста».**

**МОСКВА**  
13–14 ДЕКАБРЯ

**Научно-практическая конференция «Школа молодого специалиста».**