

А. Г. Яворовский, О. В. Новикова, Б. А. Аксельрод, В. А. Гулешов, М. А. Амелина,
Н. А. Булганина, Ю. А. Морозов

ОЦЕНКА МЕЗЕНТЕРИАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

ФГБУ Российский научный центр хирургии им. акад. Б. В. Петровского РАМН, Москва

Исследовано мезентериальное кровообращение при операциях реваскуляризации миокарда у 40 пациентов, разделенных на 2 группы: 1-я — оперированные в условиях нормотермического режима ИК и 2-я — в условиях гипотермического режима. Выявлено, что снижение перфузии мезентериального бассейна наблюдается в обеих группах, но при гипотермическом ИК оно наиболее выражено и обусловлено значительным ухудшением кровообращения по микроциркуляторному звену.

Ключевые слова: мезентериальное кровообращение, гипоперфузия мезентериального бассейна, реваскуляризация миокарда, температурные режимы перфузии, интралюминальная тонометрия, лазерная доплеровская флоуметрия

ON-PUMP MYOCARDIAL REVASCULARIZATION WITH DIFFERENT TEMPERATURE MODES: A MESENTERIC CIRCULATION EVALUATION

Yavorovskiy A.G., Novikova O.V., Akselrod B.A., Guleshov V.A., Amelina M.A., Bulganina N.A., Morozov Yu.A.

Federal State Budgetary Institution Petrovsky National Research Centre of Surgery under the Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

The Mesenteric blood circulation during myocardium revascularization was investigated. 40 patients were divided in 2 groups: 1st group — normothermia CPB, 2nd group hypothermia CPB. It was found that reduced mesenteric perfusion occurred in both groups, but it was more pronounced in hypothermia CPB group and was caused by a significant deterioration of the microcirculation.

Key words: mesenteric circulation, mesenteric hypoperfusion, myocardial revascularization, perfusion temperature, intraluminal tonometry, Laser-Doppler Flowmetry

Введение. При операциях с применением искусственного кровообращения (ИК) снижается перфузия внутренних органов. Это изменяет гомеостаз организма и проявляется метаболическими нарушениями лактат-ацидоза, гипергликемией [1]. Ряд авторов считают, что снижение кровоснабжения кишечника является одной из важнейших причин этих метаболических нарушений, так как вследствие нарушения кровообращения в кишечной стенке создаются благоприятные условия для поступления бактерий и их эндотоксинов в системный кровоток [2—9], а также для развития системного воспалительного ответа [10].

Более того при гипоперфузии кишечника развивается синдром ишемии-реперфузии, который формирует дисбаланс между оксидативной и антиоксидантной системами, вследствие чего могут повреждаться клетки всех тканей организма, создавая условия для развития полиорганной недостаточности. Поэтому очень важно защитить весь спланхический "регион" и особенно кишечник от ишемическо-реперфузионного синдрома за счет применения методов, минимизирующих гипоперфузию этой области.

В настоящее время большая часть операций реваскуляризации миокарда выполняется в условиях ИК, которое проводится либо в гипотермическом, либо в нормотермическом режиме. Однако, какой из этих температурных режимов лучше для состояния кишечника, неизвестно.

Цель исследования — изучить состояние мезентериального кровообращения при разных температурных режимах перфузии.

Информация для контакта:

Яворовский Андрей Георгиевич. E-mail: yavor@bk.ru

Материал и методы. В исследование включено 40 пациентов с диагнозом ИБС, которым выполнялась реваскуляризация миокарда в условиях сбалансированной многокомпонентной анестезии. Все пациенты были разделены на 2 группы.

В 1-й группе (у 20 пациентов) операции выполнялись в условиях нормотермического (целевая центральная температура не менее 36°C) ИК. Во 2-й группе (у 20 пациентов) реваскуляризация миокарда выполнялась в условиях гипотермического (31—32°C) ИК с перфузионным индексом 2,5—2,7 л/мин · м².

Для остановки сердечной деятельности в обеих группах использовался кардиоплегический раствор "Консол".

В исследование мы не включали пациентов с анемией, сахарным диабетом, васкулитами, почечной и печеночной недостаточностью.

Для исследования перфузии мезентериального бассейна использовали метод интралюминальной тонометрии (Tonometrics Division Instrumentum Corp., Финляндия). Интралюминальная тонометрия (ИТ) — это непрямой метод определения перфузии различных отделов ЖКТ [11]. Он реализуется с помощью специального тонометрического катетера и специального блока монитора AS5. Катетер на дистальном конце имеет полупроницаемую раздувную манжету и 3 порта.

Перед началом работы катетер подключают к тонометрическому блоку монитора AS5 и калибруют. После вводной анестезии и интубации трахеи катетер помещают в полость желудка, замерив предварительно нужное расстояние от ротовой полости до эпигастрия, где он находится в течение всей операции. Правильное расположение катетера проверяют аускультативной пробой. Газ из прислизистого пространства желудка диффундирует в манжету и каждые 10 мин осуществляется забор газовой смеси из манжеты в газоанализатор через специальный порт (1-й порт) для обработки данных. 2-й порт предназначен для оттока желудочного содержимого, 3-й — для промывания желудка.

Таблица 1

Динамика показателей ИТ в 1-й группе ($M \pm m$)

Показатель	Начало операции	Начало ИК (после пережатия аорты)	Конец ИК (перед снятием зажима с аорты)	Конец операции
$P_{g-a}CO_2$, кПа	$-0,2 \pm 0,006$	$0,3 \pm 0,003$	$0,7 \pm 0,004^*$	$0,9 \pm 0,004^*$
pH_i	$7,41 \pm 0,003$	$7,40 \pm 0,002$	$7,36 \pm 0,005$	$7,33 \pm 0,008^*$

Примечание. Здесь и в табл. 2—4: * — $p < 0,05$ по сравнению с исходным.

С помощью методики ИТ мы получали и оценивали следующие показатели: $P_{g-a}CO_2$ и pH_i . Все они дают информацию о состоянии перфузии мезентериального бассейна.

$P_{g-a}CO_2$ — желудочно-артериальная разница по углекислому газу (норма до 1,5 кПа). Данный показатель рассчитывается при введении показателей артериальной крови — напряжение углекислого газа.

pH_i — прислизистая pH (норма 7,32—7,45). Данный показатель рассчитывается по формуле, заложенной в программу газоанализатора, при вводе показателей артериальной крови.

$$S_{\text{standard}} pH_i = pH_a - \log \text{tonometer } P_{g-a}CO_2 / P_aCO_2$$

Данный показатель говорит о состоянии слизистой оболочки на разных этапах исследования.

Для оценки состояния кровообращения в мезентериальном бассейне, помимо метода ИТ, использовали методику лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ).

Для проведения ЛДФ использовали лазерный анализатор микроциркуляции крови ЛАКК-02 (НИИ "Лазма", Москва). После вводной анестезии и интубации трахеи пациенту выполнялась гастроскопия с помощью фиброгастроскопа Olimpus. Гастроскоп проводили в полость желудка, выбирали участок слизистой в области дна, где наблюдалась минимальная перистальтика передаточная пульсация от сердечных сокращений.

Под визуальным контролем волоконно-оптический зонд лазерного анализатора проводился через канал фиброскопа до легкого касания слизистой желудка. Зонд устанавливался под углом 90° к поверхности слизистой желудка. Измерения на всех этапах проводили в одной точке.

Для анализа микроциркуляторного кровотока оценивались показатель микроциркуляции (М).

Оценивали метаболические показатели артериальной и венозной крови (лактат, глюкоза).

Все исследования проводились на следующих этапах: в начале операции (Т-1), пережатие аорты (Т-2), перед снятием зажима с аорты (Т-3), в конце операции (Т-4).

Результаты исследования и их обсуждение. В 1-й группе (нормотермический ИК) с переходом на ИК наблюдалось увеличение показателя $P_{g-a}CO_2$ в 2,5 раза ($p < 0,05$), отражая тем самым изменение перфузии мезентериального бассейна. За время пережатия аорты значения данного показателя продолжали увеличиваться и к окончанию ИК в 4,5 раза превышали исходные значения ($p < 0,05$). Несмотря на окончание ИК и переход на естествен-

Таблица 2

Динамика метаболических показателей в 1-й группе ($M \pm m$)

Показатель	Начало операции	Начало ИК	Конец ИК	Конец операции
Лактат, ммоль/л	$0,7 \pm 0,01$	$0,8 \pm 0,03$	$1,3 \pm 0,04$	$1,4 \pm 0,02^*$
Глюкоза, ммоль/л	$5,2 \pm 0,3$	$7,2 \pm 0,5$	$8,3 \pm 0,3$	$8,5 \pm 0,4^*$
ВЕ	$2,0 \pm 0,004$	$1,5 \pm 0,006$	$2,5 \pm 0,006$	$1,5 \pm 0,003$
pH	$7,45 \pm 0,004$	$7,4 \pm 0,003$	$7,41 \pm 0,005$	$7,43 \pm 0,006$

Таблица 3

Динамика показателей ИТ во 2-й группе ($M \pm m$)

Показатель	Начало операции	Начало основного этапа (пережатие аорты)	Конец основного этапа (снятие зажима с аорты)	Конец операции
$P_{g-a}CO_2$, кПа	$0,0 \pm 0,004$	$0,4 \pm 0,009$	$1,25 \pm 0,007^*$	$1,0 \pm 0,006^*$
pH_i	$7,40 \pm 0,002$	$7,40 \pm 0,004$	$7,30 \pm 0,004^*$	$7,34 \pm 0,006^*$

ное кровообращение значения $P_{g-a}CO_2$ не уменьшились и к моменту окончания операции показатель оставался выше исходных значений в 5,5 раза. Отмечалось снижение показателя pH, на $0,8 \pm 0,003$ ($p < 0,05$). Динамика показателей ИТ в 1-й группе представлена в табл. 1.

Следует подчеркнуть, что за время оперативного вмешательства, параллельно ухудшению показателей тонометрии, увеличились значения лактата и глюкозы в 2 и 1,6 раза соответственно. Стоит отметить, что основное увеличение и показателей тонометрии и метаболических параметров происходило за время ИК. Динамика метаболических показателей представлена в табл. 2.

Следует обратить внимание еще на один важный параметр — показатель микроциркуляции (М). Этот показатель с переходом на ИК уменьшился в 2,6 раза. И продолжал оставаться таким же в течение всего ИК. С переходом на естественное кровообращение значения показателя М увеличились, но оставались меньше исходных значений на 30% до конца операции.

Во 2-й группе наблюдалось увеличение показателя $P_{g-a}CO_2$ на 0,2 кПа с началом ИК. За период ИК показатель увеличился и к окончанию этого периода был в 12,5 раза выше исходного ($p < 0,05$). После перехода на естественное кровообращение значения данного показателя снизились на 20%, но оставались значительно выше (в 10 раз) исходных значений. Показатели pH_i к концу операции снизились на $0,03 \pm 0,003$. Динамика показателей ИТ во 2-й группе представлена в табл. 3. Показатели лактата у пациентов этой группы за время оперативного вмешательства увеличились в 1,8 раза ($p < 0,05$), глюкозы в 1,34 раза. Динамика метаболических показателей представлена в табл. 4.

С началом ИК значения показателя М уменьшились в 2,6 раза, а уже к середине ИК этот показатель был уменьшен в 5 раз, тем самым отражая ухудшение кровообращения по микроциркуляторному звену. С переходом на естественное кровообращение значения показателя М увеличились в 2,6 раза, но оставались на 30% ниже исходных, что связано, вероятно, с последствиями перенесенного ИК.

Проведенный сравнительный анализ показал, что во 2-й группе, так же как и в 1-й, происходило увеличение показателей $P_{g-a}CO_2$ с началом ИК, тем самым отражая

Таблица 4

Динамика метаболических показателей во 2-й группе ($M \pm m$)

Показатель	Начало операции	Начало ИК	Конец ИК	Конец операции
Лактат, ммоль/л	$1,2 \pm 0,03$	$1,3 \pm 0,03$	$2,9 \pm 0,02^*$	$2,3 \pm 0,02^*$
Глюкоза, ммоль/л	$6,7 \pm 0,2$	$8,6 \pm 0,6$	$9,9 \pm 0,5^*$	$10,2 \pm 0,3^*$
ВЕ	$1,8 \pm 0,005$	$1,0 \pm 0,004$	$2,4 \pm 0,006$	$1,5 \pm 0,004$
pH	$7,43 \pm 0,005$	$7,37 \pm 0,004$	$7,43 \pm 0,004$	$7,40 \pm 0,002$

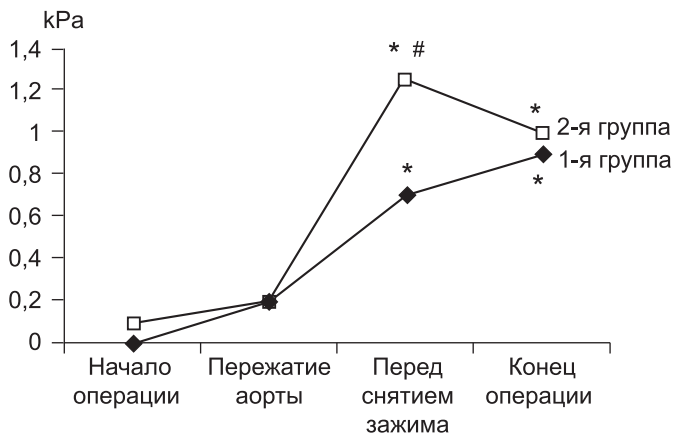


Рис. 1. Динамика $P_{g-a}CO_2$ в 1-й и 2-й группах.

Здесь и на рис. 2—5: * — $p < 0,05$ по сравнению с исходом, # — $p < 0,05$ по сравнению с 1-й группой.

факт ухудшения кровотока по мезентериальным сосудам. Увеличение значений $P_{g-a}CO_2$ и уменьшение pH_i во время ИК происходило также в обеих группах. Обращает на себя внимание, что в группе с гипотермическим режимом перфузии (2-й) к концу ИК изменение этих показателей было более значительным (рис. 1 и 2). Это может говорить о том, что нарушения перфузии при гипотермическом режиме более выражены, чем при нормотермическом.

При анализе динамики показателя М (рис. 3) видно, что с началом ИК значения показателя М снижаются в обеих подгруппах, отражая снижение кровообращения по микроциркуляторному руслу. Однако к середине времени пережатия аорты (пик охлаждения в группе Пв, температура $31-32^\circ C$), значения показателя М в 2 раза ниже, чем в группе Па, где к этому моменту температура $36^\circ C$. После перехода на естественное кровообращение в обеих группах значения показателя увеличились, но оставались значительно ниже исходных, что отражает последствия перенесенного ИК.

Итак, при сравнительном анализе изменений состояния мезентериальной перфузии в 1-й и 2-й группах обращает на себя внимание: 1) больший прирост величины $P_{g-a}CO_2$ и более выраженное уменьшение pH_i к окончанию ИК у больных в группе с гипотермическим по сравнению с нормотермическим режимом перфузии, 2) появляющаяся разница между группами в значениях показателя $P_{g-a}CO_2$ к концу пережатия аорты (во 2-й группе этот показатель достоверно больше) и 3) достоверно меньшие значения показателя М во 2-й группе (в 2 раза), чем в 1-й.

Все это свидетельствует о том, что явления гипоперфузии кишечника во время ИК были более выражены во 2-й группе, где применен гипотермический режим перфузии.

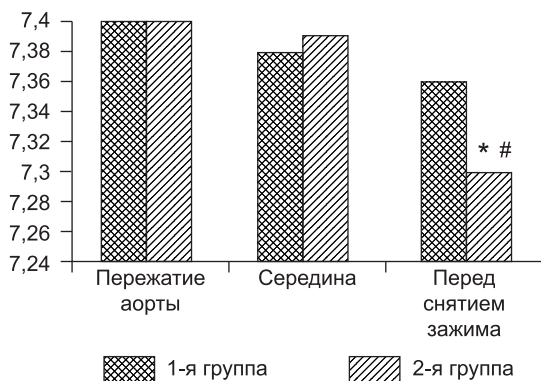


Рис. 2. Динамика pH_i в 1-й и 2-й группах во время ИК.

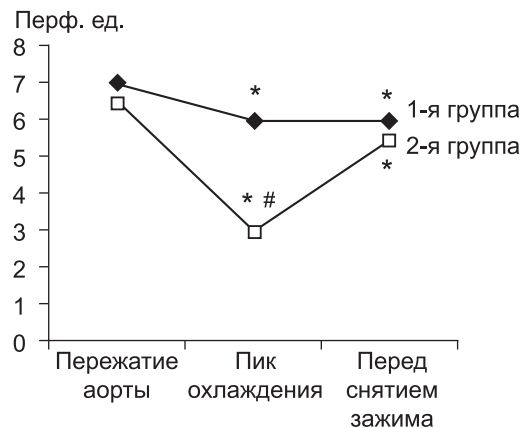


Рис. 3. Динамика показателя М в 1-й и 2-й группах.

Еще на один очень важный момент хотелось бы обратить внимание: на сравнение этапзависимой скорости изменений показателей тонометрии в 1-й и 2-й группах за период ИК. В этой связи рассмотрим подробнее весь этап операции с пережатой аортой.

Как видно из табл. 1 и рис. 1, 4 в 1-й группе происходит плавное увеличение показателей $P_{g-a}CO_2$ с $0,3 \pm 0,002$ до $0,7 \pm 0,004$, что отражает постепенное ухудшение перфузии мезентериального бассейна во время нефизиологического ИК. Во 2-й группе также происходит увеличение показателей $P_{g-a}CO_2$, но обращает на себя внимание неравномерность увеличения (плавное при охлаждении и резкое при согревании; рис. 4). С чем же это связано?

С началом ИК и пережатием аорты во 2-й группе происходит охлаждение организма. В это время на организм действуют 2 патофизиологических фактора — нефизиологический кровоток ИК и гипотермия. Это в свою очередь приводит к ухудшению кровообращения по микроциркуляторному руслу. Но гипотермия, снижая метаболизм (как известно уменьшение температуры тела на $1^\circ C$ приводит к снижению скорости метаболических процессов на 5%), нивелирует последствия нарушенного кровоснабжения тканей, в частности кишечника. Поэтому во 2-й группе во время охлаждения пациента и поддержания гипотермии рост $P_{g-a}CO_2$ плавный, а с началом согревания во 2-й группе происходит резкое увеличение показателей $P_{g-a}CO_2$ и к снятию зажима с аорты и в конце ИК данный показатель у больных этой группы значительно превышает таковые у пациентов 1-й группы (см. рис. 4). Почему же отмечался такой резкий рост $P_{g-a}CO_2$ в этот период? По нашему

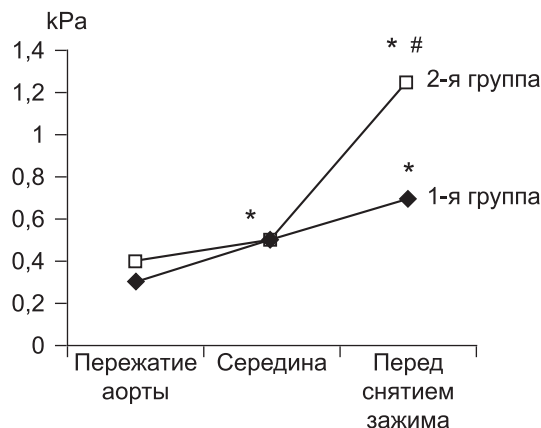


Рис. 4. Динамика $P_{g-a}CO_2$ во время пережатой аорты в 1-й и 2-й группах.

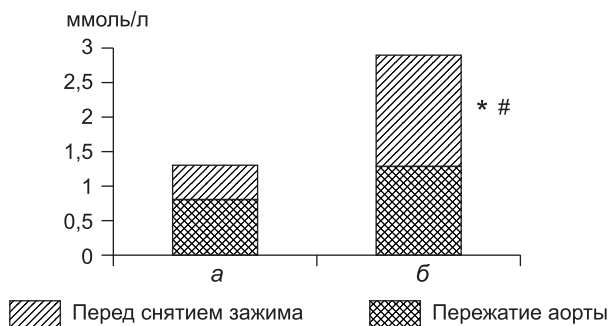


Рис. 5. Прирост лактата за время пережатия аорты в 1-й и 2-й группах.

мнению, это связано с началом согревания во 2-й группе. При этом происходит улучшение М (рост показателя М), но происходит и усиление метаболизма, причем увеличение метаболизма происходит быстрее, чем восстановление кровообращения по микроциркуляторному руслу, следствием чего и появляется значительное увеличение $P_{g-a}CO_2$ и уровня лактата к концу пережатия аорты во 2-й группе (рис. 5). Это свидетельствует, что переход от гипо- к нормотермии очень опасен в отношении состояния перфузии кишечника.

ВЫВОДЫ

1. Гипотермический режим перфузии оказывает более выраженное отрицательное действие на состояние мезентериального кровообращения, чем нормотермическая перфузия.
2. При гипотермическом искусственном кровообращении наиболее выраженное нарушение перфузии кишечника отмечается во время периода согревания.

3. Основным механизмом ухудшения мезентериальной перфузии при гипотермии является снижение кровообращения по микроциркуляторному руслу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boldt J., Piper S., Murray P. Severe lactic acidosis after cardiac surgery: sign of perfusion deficits? J. Cardiothorac. Vasc. Anesth. 1999; 13 (2): 220—4.
2. Цветков Д. С. Влияние глутамина на функциональное состояние кишечника у больных в критическом состоянии. Общая реаниматология. 2009; 5 (3): 74—81.
3. Gutierrez G., Palizas F., Dolgio G. et al. Gastric intramucosal pH as a therapeutic index of tissue oxygenation in critically ill patients. Lancet. 1992; 339: 195—9.
4. Lipman T. Bacterial translocation and enteral nutrition in humans: an outsider looks in. Parenter. Enter. Nutr. 1995; 19: 156—65.
5. Rombeau J., Takala J. Summary of round table conference: gut dysfunction in critical illness. Int. Care Med. 1997; 23: 476—9.
6. Ефименко Н. А., Шестопалов М. В., Лысенко С. Г. Специальные нутрицевтики в лечении синдрома кишечной недостаточности у больных перитонитом. Вестник интенсивной терапии. 2005;
7. Doig C. J., Sutherland J. D., Sandham J. D. et al. Increased intestinal permeability is associated with the development of multiple organ dysfunction syndrome in critically ill ICU patients. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1998; 158: 444—51.
8. Moore F. A. The role of the gastrointestinal tract in postinjury multiple organ failure. Am. J. Surg. 1999; 178: 449—53.
9. Deitch E. A. Bacterial translocation or lymphatic drainage of toxic products from the gut. What is important in human beings? Surgery. 2002; 131: 241—4.
10. Deith E. Role of the gut lymphatic system in multiple organ failure. Crit. Care. 2001; 7: 92—8.
11. Kolkman J., Otte J., Groeneveld B. Gastrointestinal luminal $PgCO_2$ tonometry: an update on physiology, methodology and clinical applications. Br. J. Anaesth. 2000; 84: 74—86.

Поступила 10.12.12

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013
УДК 616.12-089.166-07: 616-008.92.21

Б. А. Аксельрод, И. А. Толстова, Д. А. Гуськов

МОНИТОРИНГ ТКАНЕВОЙ ОКСИГЕНАЦИИ ВО ВРЕМЯ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

ФГБУ Российский научный центр хирургии им. акад. Б. В. Петровского РАМН, Москва

Цель исследования. Изучить динамику показателей тканевой оксиметрии у пациентов с различным исходным уровнем тканевой оксигенации и проанализировать связь показателей тканевой оксигенации с особенностями течения периоперационного периода.

Материал и методы. В исследование были включены 92 пациента, которым выполнялись операции реваскуляризации миокарда или операции протезирования клапанов сердца в условиях ИК. У всех пациентов осуществлялся мониторинг регионарной оксигенации с помощью лазерного тканевого оксиметра FORE-SIGHT™. Датчики прибора располагались в проекции правого полушария и на правом предплечье. Показатели тканевой оксигенации (StO_2 , %) и церебральной оксигенации ($SctO_2$, %) анализировали перед началом анестезии, перед ИК, на 45-й минуте ИК и в конце операции. На этих же этапах проводилась стандартизованная по времени (3 мин) проба с артериальной окклюзией (ПАО).

Результаты. У всех обследованных отсутствовали эпизоды $SctO_2$ ниже критической величины во время операции, что позволяет говорить о стабильности центральной гемодинамики на протяжении исследования. При ретроспективном анализе пациенты были разделены на 3 группы. 1-я группа — пациенты с исходным уровнем StO_2 менее 70% ($n = 19$). В этой группе StO_2 оставалась низкой на протяжении всей операции. Во 2-ю группу ($n = 49$) вошли больные, у которых StO_2 была исходно выше 70%, а перед ИК снизилась до уровня менее 70%. В 3-ю группу ($n = 24$) были включены пациенты, у которых StO_2 была стабильно высокой на протяжении всей анестезии. Результаты ПАО подтвердили имеющиеся у больных 1-й и 2-й групп нарушения тканевой оксигенации. В 1-й группе кислородный резерв (КР) был меньше, чем в других, а в конце операции — ниже, чем в исходе. Во 2-й группе КР резко снижался перед ИК, на этапе ИК не отличался от уровня 1-й группы. В 3-й группе КР в течение анестезии был выше, чем в 1-й и 2-й группах, однако также в конце операции был ниже, чем в исходе. Уровень лактата крови после ИК не превышал верхнюю границу нормы, однако его уровень был выше в 1-й и 2-й группах по сравнению с 3-й. Сатурация центральной вены у больных 3-й группы была выше, чем в 1-й и 2-й группах на всех этапах, кроме начала операции. Частота сосудистой недостаточности в 3-й группе во время операции