

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА АОРТЫ И АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ

А.В. Марченко, П.А. Мялюк, А.А. Петрищев, А.А. Породииков, Ф.Б. Самошина, В.А. Белов

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» МЗ РФ

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Самошина Фаина Борисовна (Samoshina Faina Borisovna), e-mail: samoshina.fb@mail.ru

АННОТАЦИЯ:

Цель исследования: рассмотреть возможности и преимущества хирургии аорты и аортального клапана на работающем сердце по сравнению с традиционной методикой, использующей искусственное кровообращение и кардиоплегию.

Материалы и методы: представлен опыт протезирования восходящей аорты и аортального клапана на работающем сердце, что позволяет избежать остановки кровообращения и использования кардиоплегии.

Результаты: положительный опыт показывает, что хирургия на работающем сердце способствует физиологическому сокращению миокарда и непрерывной перфузии, что снижает повреждение миокарда по сравнению с традиционными методами.

Выводы: традиционная операция с кардиоплегической остановкой сопровождается «мандаторной ишемией», которая нарушает электролитный и кислородный баланс в миокарде и может приводить к метаболическим и структурным повреждениям. В связи с этим развивается практика проведения операций на работающем сердце с использованием постоянной коронарной ретроградной перфузии (ПКРП), что позволяет снизить длительность ишемии, уменьшить риск осложнений и повысить безопасность вмешательства. Представлены клинические случаи успешных операций по данной методике, а также результаты сравнительных исследований, демонстрирующих преимущества ПКРП по сравнению с традиционной кардиоплегией: сокращение времени операции, снижение послеоперационной летальности и осложнений, а также возможность более точной оценки патологии в физиологических условиях. В частности, отмечается эффективность метода при коррекции разрывов синуса Вальсальвы и при операциях на корне аорты и клапанах. В целом, использование хирургии на работающем сердце представляет перспективное направление для повышения безопасности и эффективности кардиохирургических вмешательств.

Ключевые слова: мини-инвазивная хирургия, протезирование аорты, протезирование аортального клапана, операция Бенталла де Боно, работающее сердце, параллельное искусственное кровообращение.

Для цитирования. А.В. Марченко, П.А. Мялюк, А.А. Петрищев, А.А. Породииков, Ф.Б. Самошина, В.А. Белов «ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА АОРТЫ И АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(1): 84–90.

REPLACEMENT OF THE ASCENDING AORTA AND AORTIC VALVE ON BEATING HEART

Andrey V. Marchenko, Pavel A. Myalyuk, Aleksey A. Petrishchev, Artyom A. Porodikov, Faina B. Samoshina, Vyacheslav A. Belov

FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery»

ABSTRACT:

Objective: to explore the possibilities and advantages of performing aortic and aortic valve surgery on a beating heart compared to the traditional method involving cardiopulmonary bypass and cardioplegia.

Materials and methods: the experience of prosthetic replacement of the ascending aorta and aortic valve on a beating heart is presented, which allows avoiding circulatory arrest and the use of cardioplegia.

Results: positive clinical experience indicates that surgery on a beating heart promotes physiological myocardial contraction and continuous perfusion, thereby reducing myocardial injury compared to conventional techniques.

Conclusions: traditional surgery with cardioplegic arrest is associated with «mandatory ischemia», which disrupts electrolyte and oxygen balance in the myocardium and can lead to metabolic and structural damage. Consequently, there is a growing practice of performing surgeries on a beating heart using continuous retrograde coronary perfusion (CRCP), which helps reduce ischemia duration, lower complication risks, and improve procedural safety. The paper presents clinical cases of successful operations using this method, as well as comparative studies demonstrating the advantages of CRCP over traditional cardioplegia: shorter operation times, reduced postoperative mortality and complications, and more precise assessment of pathology under physiological conditions. Notably, the method shows particular effectiveness in correcting sinus of Valsalva ruptures and in surgeries involving the aortic root and valves. Overall, beating-heart surgery represents a promising approach to enhancing the safety and efficacy of cardiac surgical procedures.

Keywords: minimally invasive surgery, aortic replacement, aortic valve replacement, Bentallde Bono procedure, beating heart, cardiopulmonary bypass.

ВВЕДЕНИЕ

Среди возможных осложнений кардиоплегической остановки кровообращения можно выделить следующее: нарушения ритма и проводимости сердца, значительное повышение показателей кардиоферментов, что говорит о повреждении миокарда, нестабильную гемодинамику, что сказывается на увеличении времени перфузирования на искусственном кровообращении (ик) и общей продолжительности операции и нарушения электролитного баланса. Для пациентов с исходно низкой фракцией выброса кардиоплегия может стать дополнительным повреждающим фактором кардиомиоцитов. Методика операции на работающем сердце является более лояльной по отношению к миокарду за счёт отсутствия остановки сердца и поддержания его постоянной сократительной функции.

Клинический случай

Пациент 65 лет, с длительным гипертоническим анамнезом с максимальными цифрами АД до 190 мм рт. ст. При амбулаторном обследовании обнаружена аневризма аорты до 5,8 см в диаметре.

По данным эхоКГ – восходящий отдел 62 мм, корень аорты 59 мм, дуга 36 мм, дилатация всех камер сердца, выраженная гипертрофия левого желудочка, фракция выброса 48%, ударный объём 158 мл, конечный диастолический объём 325 мл, конечный систолический объём 167 мл, аортальная регургитация 3 степени, митральная и трикуспидальная – 1 степени.

Ангиография – без патологий.

МСКТ аорты: фиброзное кольцо аортального клапана (ак) 33,8 мм, клапан трехстворчатый, створки уплотнены с участками локального кальциноза, диаметр аорты на уровне синуса вальсальвы 66,2 мм, st-зона 57,7 мм, восходящая аорта на уровне ствола легочной артерии 56,5 мм, дуга аорты перед брахиоцефальным стволом 41,9 мм, после устья левой общей сонной артерии 34,0 мм, диаметр аорты после устья левой подключичной артерии 40,2 мм, дистальнее устья левой подключичной артерии локально расширена до 42,5 мм на протяжении до 33,5 мм. Нисходящая аорта – диаметр на уровне легочного ствола 35,8 мм. На уровне диафрагмы диаметр аорты 28,1 мм. В нисходящем отделе аорта извита по типу «кинкинга», без стенозов. Стенка аорты с атероматозом и локальными участками кальциноза на уровне дуги аорты (**рис. 1**).

На основании обследования было принято решение о протезировании восходящего отдела аорты и ак по методике бенталла де боно на работающем сердце. Ход операции и анестезиологическое пособие были продуманы заранее: постоянный мониторинг церебральной оксиметрии, интраоперационный контроль кардиоферментов и ЭКГ относительно исходного уровня, параллельное ИК, постоянная коронарная перфузия коронарными канюлями, дренирование левых полостей сердца для улучшения обзора.

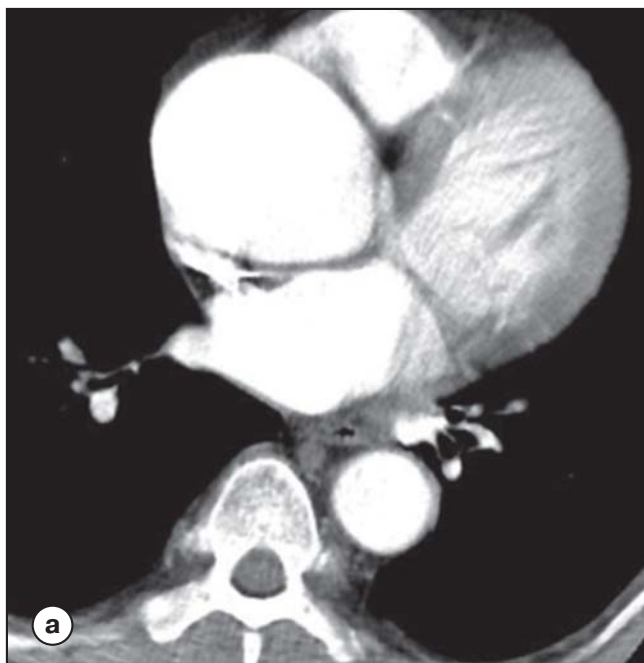


Рис. 1. МСКТ восходящего отдела грудной аорты до операции:
а – поперечный срез;
б – 3D-модель.

Fig. 1. MSCT of the ascending thoracic aorta before surgery;
а – cross section,
б – 3D model.

Оперативное вмешательство

Выполнена стернотомия, вскрыт перикард. Интраоперационно визуализируется аневризматически расширенная аорта в области корня и восходящего отдела. Канюлированы дуга аорты, правое предсердие и нижняя полая вена, начато параллельное ИК. Дренажирование левого желудочка осуществлялось через верхнедолевую правую лёгочную вену. Наложен зажим на аорту, произведена аортотомия. Коронарные артерии канюлированы интракоронарными канюлями и зафиксированы турникетами, начата коронарная перфузия в объеме 300 мл в мин. (рис. 2).

Аневризматически расширенная аорта иссечена. При ревизии АК – установлено, что его створки тонкие, не смыкаются, кальцинированы, есть гемодинамически выраженная недостаточность. Створки клапана иссечены. В аортальную позицию имплантирован клапаносодержащий конduit № 25 «мединж», фиксированный 13 швами нитью «pmetricron» 2-0 на прокладках. Во время реимплантации устьев коронарных артерий в протез нитью «prolene» 4-0 интракоронарные канюли переустановлены в коронарные артерии через протез аорты (рис. 3).

Выполнена переканюляция кардиоплегической иглой в протез для артериальной перфузии и удалены интракоронарные канюли, наложен зажим на дистальный конец кондуита. Выполнен дистальный анастомоз протеза с аортой ниже брахиоцефального ствола на 2,0 см нитью «prolene» 6-0 (рис. 4а). Снят зажим с аорты. Плавный сход с ИК, деканюляция правого предсердия,

аорты. Произведён тщательный гемостаз, кровопотеря возмещена через аппарат cell saver. Установлены электроды, дренажи, выполнены шов перикарда, металло-стернотомия и послойное ушивание послеоперационной раны.

В течение всей операции осуществлялся контроль перфузии миокарда: была отмечена кратковременная элевация сегмента ST во время переканюлирования коронарных артерий. Это доказывает, что даже малейшая ишемия миокарда уже вызывает повреждение миокарда. Интраоперационные показатели кардиомаркеров значительно не поднимались, церебральная оксиметрия оставалась стабильной. До схода с ИК выполнена контрольная интраоперационная чреспищеводная эхоКГ: протез работает удовлетворительно, конечный систолический объём 45 мл, конечный диастолический объём 107 мл, ударный объём 62 мл, фракция выброса 58%, $vel/pg/mg$ 200/16/7, регургитация на АК типичная, на митральном и трикуспидальном клапанах отсутствует, сократимость миокарда без отрицательной динамики.

В послеоперационном периоде особенностей не отмечалось. Экстубирован на первые сутки, из реанимации в отделение переведён на вторые сутки, на третьи сутки удалены дренажи, пациент удовлетворительно активизировался.

Выполнено ЭХОКГ: конечный систолический объём 61 мл, конечный диастолический объём 149 мл, ударный объём 88 мл, фракция выброса 58%. В послеоперационном периоде выполнено мскт грудной аорты. Окончательный

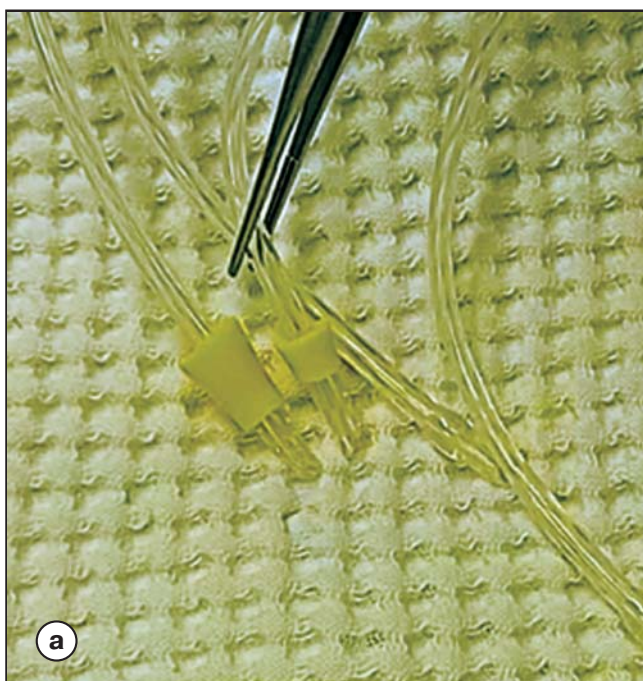
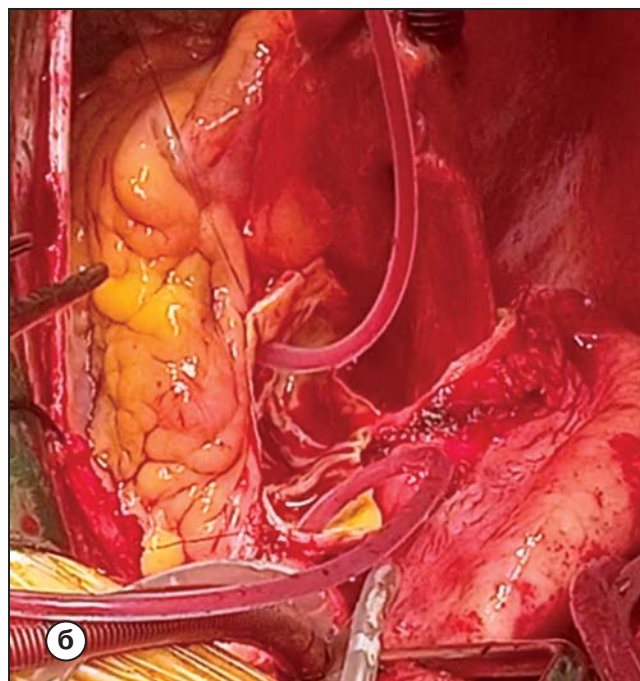


Рис. 2. Коронарная перфузия:
а – интракоронарные канюли,
б – канюляция коронарных артерий интракоронарными канюлями.

Fig. 2. Coronary perfusion:
а – intracoronary cannulas,
б – cannulation of coronary arteries with intracoronary cannulas.



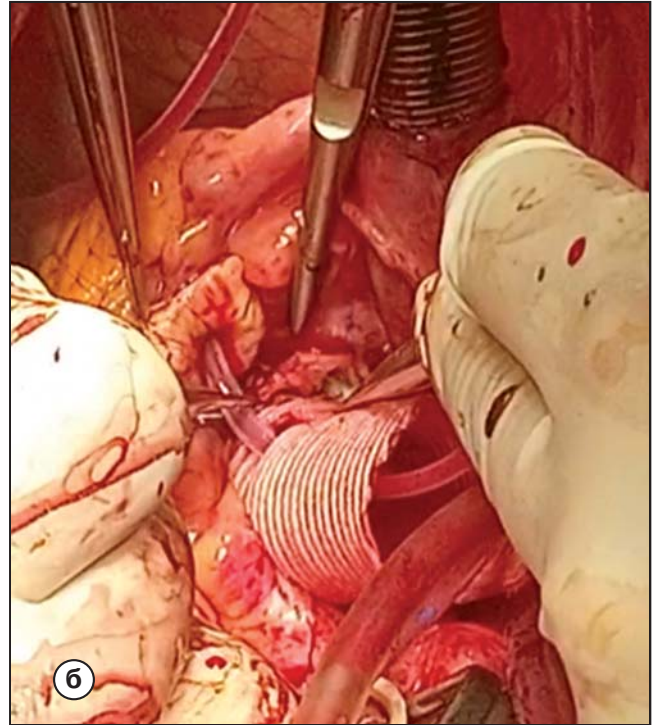
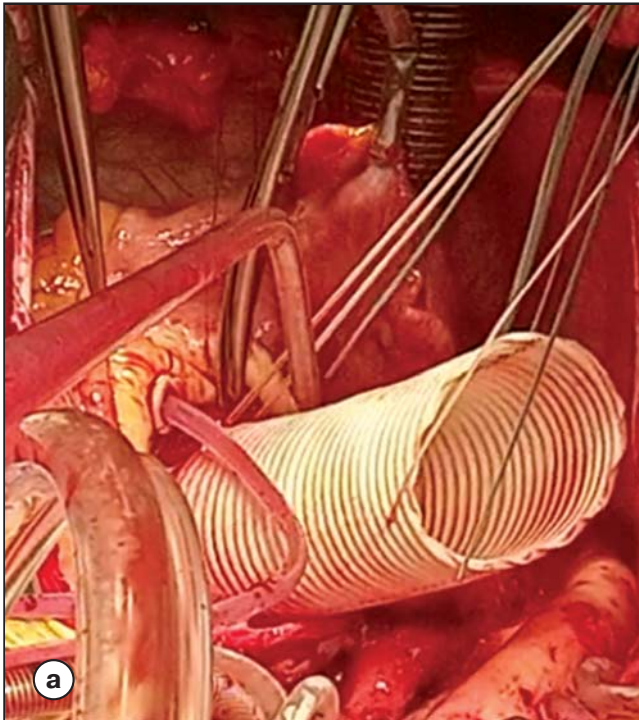


Рис. 3. Имплантация протеза:
а – проксимальный анастомоз,
б – переканюляция интракоронарных канюлей через протез.

Fig. 3. Implantation of a prosthesis:
а – proximal anastomosis,
б – recanulation of intracoronary cannulas through a prosthesis.

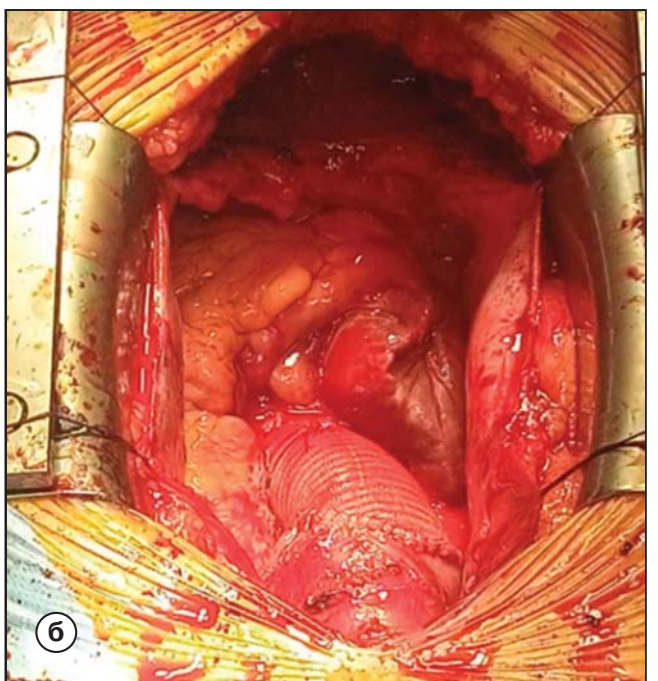
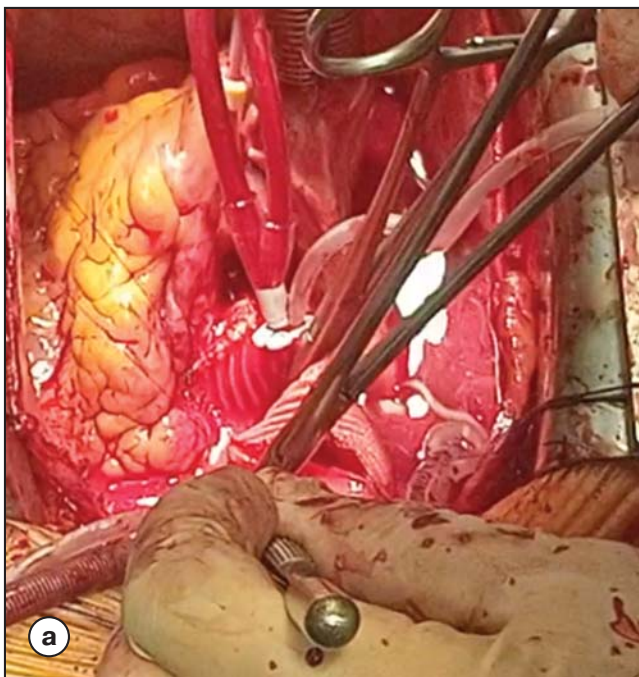


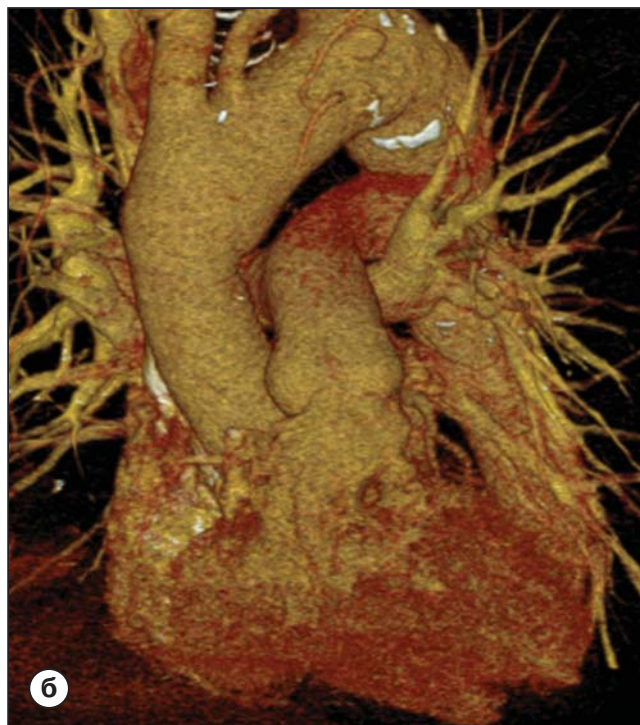
Рис. 4. Завершение основного этапа.
а – дистальный анастомоз;
б – конечный интраоперационный результат.

Fig. 4. Completion of the main stage.
а – is the distal anastomosis;
б – is the final intraoperative result.



Рис. 5. МСКТ восходящего отдела грудной аорты после операции.
а – поперечный срез;
б – 3D-модель.

Fig. 5. MSCT of the ascending thoracic aorta after surgery
а – cross section;
б – 3D model



вид реконструированной аорты представлен **рисунке 5**. Пациент выписан в стабильном состоянии на 10 сутки.

ОБСУЖДЕНИЕ

При классическом оперативном вмешательстве на сердце с кардиоплегической остановкой для протекции миокарда всё равно существует повреждающий фактор в виде «мандаторной ишемии». При остановке физиологического сокращения сердца и последующего возобновления кровообращения нарушается нормальный электролитный и кислородный баланс в кардиомиоцитах. Поэтому современная сердечно-сосудистая хирургия стремится развивать хирургические методики на работающем сердце, чтобы устранить вероятную ишемию миокарда и последующие метаболические и структурные повреждения миокарда [1].

Методика протезирования клапанов на работающем сердце уже вошла в практику, представлены клинические случаи удачных операций. Многие авторы отдают ей предпочтение, так как общие характеристики оперативного вмешательства и послеоперационного периода превосходят таковые при операции с кардиоплегической остановкой [2-4].

В статьях 2008-2010 гг. были представлены результаты сравнения двух групп клапанных пациентов, прооперированных по стандартной методике кардиоплегической остановки сердца и по методике постоянной коронарной

ретроградной перфузии (пкрг) через коронарный синус. Авторы достоверно отмечают преимущества методики пкрг на кардиоплегией: сокращение длительности зажима, ик, общей продолжительности операции, устранение ишемии миокарда, снижение вероятности осложнений в виде нарушений ритма сердца, острой сердечной недостаточности, полиорганной недостаточности, послеоперационных кровотечений, проблем в системе свёртывания крови, сократился процент послеоперационной летальности [5,6]. В исследовании Salerno T. и соавт. (2007) прооперировано 346 пациентов с различными сердечными патологиями, в том числе на корне аорты и ак по методике «бьющегося сердца» с антеградной и ретроградной перфузией. Основная идея методики заключалась в одновременной перфузии обеих коронарных артерий. После поперечного пережатия аорты перфузия осуществлялась через артериальную канюлю в коронарный синус тёплой кровью, установлен дренаж в левый желудочек. После аортотомии у-образная канюля установлена двумя портами в коронарные артерии и фиксированы швами, к третьему порту подключена артериальная линия перфузии. Авторы отмечают, что эта методика, как экспериментально, так клинически более безопасна и эффективна. В своей практике они отказались от кардиоплегической остановки кровообращения при рутинных операциях на клапанах и аорте [7].

Мо а. с соавт. в своей работе 2010 года рассказывает о коррекции разрывов синуса вальсальвы на работающем сердце. При фистуле диаметром менее 1 см и без аортальной регургитации перфузию осуществляли антеградно через аортальную канюлю. У пациентов с диаметром фистулы более 1 см с аортальной регургитацией использовали ретроградную перфузию. Авторы также отмечают значительное преимущество методики на работающем сердце в сравнении с классической методикой кардиоплегической остановкой кровообращения. Одна из особенностей, которую они выделили – это адекватная оценка патологии аорты и клапана в условиях близких к физиологическим [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Weman S.M., Karhunen P.J., Penttilä A., et al. Reperfusion injury associated with one-fourth of deaths after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2000; 70 (3): 807-12. DOI: [10.1016/s0003-4975\(00\)01638-6](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(00)01638-6)
2. Cicekcioglu F., Parlar A.I., Altinay L., et al. Beating heart mitral valve replacement in a patient with a previous Bentall operation. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 56: 226-228. DOI: [10.1007/s11748-007-0225-4](https://doi.org/10.1007/s11748-007-0225-4)
3. Скопин И.И., Исмагилова С.А. Одномоментная пластика митрального и трикуспидального клапанов на работающем сердце через правостороннюю переднебоковую торакотомию после ранее выполненного вмешательства на сердце. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2015; 19 (1): 101-103. DOI: [10.21688/1681-3472-2015-1-101-103](https://doi.org/10.21688/1681-3472-2015-1-101-103)
4. Скопин И.И., Вавилов А.В., Мерзляков В.Ю. и др. Протезирование митрального клапана на работающем сердце в сочетании с минимально инвазивной реваскуляризацией миокарда у пациента с острой ишемической митральной недостаточностью II типа/ Кардиология и сердечно-сосуди-

REFERENCE

1. Weman S.M., Karhunen P.J., Penttilä A., et al. Reperfusion injury associated with one-fourth of deaths after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2000; 70 (3): 807-12. DOI: [10.1016/s0003-4975\(00\)01638-6](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(00)01638-6)
2. Cicekcioglu F., Parlar A.I., Altinay L., et al. Beating heart mitral valve replacement in a patient with a previous Bentall operation. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 56: 226-228. DOI: [10.1007/s11748-007-0225-4](https://doi.org/10.1007/s11748-007-0225-4)
3. Skopin I.I., Ismagilova S.A. Simultaneous plastic surgery of the mitral and tricuspid valves on a beating heart through right-sided anterolateral thoracotomy after previously performed heart surgery. *Pathology of blood circulation and cardiac surgery.* 2015; 19 (1): 101-103. DOI: [10.21688/1681-3472-2015-1-101-103](https://doi.org/10.21688/1681-3472-2015-1-101-103) [In Russ].
4. Skopin I.I., Vavilov A.V., Merzlyakov V.Yu., et al. Mitral valve

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отсутствие кардиоплегической остановки кровообращения и физиологически постоянно работающее сердце благоприятно сказалось как на ходе самой операции, так и на состоянии пациента в послеоперационном периоде. Удачный опыт протезирования восходящей аорты и ак на работающем сердце в условиях параллельного ик позволят предположить, что данная методика может быть применима. Дальнейшее развитие техники коронарной перфузии поспособствует усовершенствованию направления аортальной хирургии на работающем сердце. ■

дистая хирургия. 2019; 12 (1): 60-63. DOI: [10.17116/kardio20191201160](https://doi.org/10.17116/kardio20191201160)

5. Пичугин В.В., Медведев А.П., Гамзаев А.Б. и др. Операции протезирования клапанов в условиях «бьющегося сердца» как альтернатива применению кардиоплегии у больных с низким миокардиальным резервом. Медицинский альманах. 2008; спецвыпуск: 136-141.

6. Babaroglu S., Yay K., Parlar A.I., et al. Beating heart versus conventional mitral valve surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011; 12 (3): 441-7. DOI: [10.1510/icvts.2010.255240](https://doi.org/10.1510/icvts.2010.255240)

7. Salerno T.A., Panos A.L., Tian G., et al. Surgery for cardiac valves and aortic root without cardioplegic arrest («beating heart»): experience with a new method of myocardial perfusion. *J Card Surg.* 2007; 22 (6): 459-64. DOI: [10.1111/j.1540-8191.2007.00448.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2007.00448.x)

8. Mo A., Lin H. Surgical correction of ruptured aneurysms of the sinus of Valsalva using on-pump beating-heart technique. *J Cardiothorac Surg.* 2010; 37 (5): 1-4. DOI: [10.1186/1749-8090-5-37](https://doi.org/10.1186/1749-8090-5-37)

replacement on a beating heart in combination with minimally invasive myocardial revascularization in a patient with acute ischemic mitral insufficiency type II. *Cardiology and cardiovascular surgery.* 2019; 12 (1): 60-63. DOI: [10.17116/kardio20191201160](https://doi.org/10.17116/kardio20191201160) [In Russ].

5. Pichugin V.V., Medvedev A.P., Gamzaev A.B., et al. Valve replacement surgery in conditions of a «beating heart» as an alternative to the use of cardioplegia in patients with low myocardial reserve. *Medical almanac.* 2008; special issue: 136-141 [In Russ].

6. Babaroglu S., Yay K., Parlar A.I., et al. Beating heart versus conventional mitral valve surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011; 12 (3): 441-7. DOI: [10.1510/icvts.2010.255240](https://doi.org/10.1510/icvts.2010.255240)

7. Salerno T.A., Panos A.L., Tian G., et al. Surgery for cardiac valves and aortic root without cardioplegic arrest («beating

heart»): experience with a new method of myocardial perfusion. J Card Surg. 2007; 22 (6): 459-64. DOI: 10.1111/j.1540-8191.2007.00448.x

8. a.i.8. Mo A., Lin H. Surgical correction of ruptured

aneurysms of the sinus of Valsalva using on-pump beating-heart technique. J Cardiothorac Surg. 2010; 37 (5):1-4. DOI: 10.1186/1749-8090-5-37

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Марченко Андрей Викторович [ORCID: 0000-0003-3310-2110] - д.м.н., заместитель главного врача по медицинской части ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» МЗ РФ, г. Пермь 614013, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Маршала Жукова, 35

Мялюк Павел Анатольевич [ORCID: 0000-0002-8343-2129] - к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» МЗ РФ, г. Пермь 614013, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Маршала Жукова, 35

Петрищев Алексей Александрович [ORCID: 0000-0002-7239-6273] - врач анестезиолог-реаниматолог ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» МЗ РФ, г. Пермь 614013, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Маршала Жукова, 35

Породиков Артём Александрович [ORCID: 0000-0003-3624-3226] - к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» МЗ РФ, г. Пермь 614013, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Маршала Жукова, 35

Самошина Фаина Борисовна [ORCID: 0009-0001-4024-2317] - врач-ординатор сердечно-сосудистый хирург на базе ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» МЗ РФ, г. Пермь 614013, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Маршала Жукова, 35

Белов Вячеслав Александрович [ORCID: 0000-0002-220945-8208] - главный врач ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» МЗ РФ, г. Пермь 614013, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Маршала Жукова, 35

Вклад авторов: Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии источника финансирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR INFORMATION FORM

Marchenko Andrey Viktorovich [ORCID: 0000-0003-3310-2110] - MD, PhD, Deputy Chief Medical Officer of the Federal State Budgetary Institution «Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov» of the Ministry of Health of the Russian Federation. 35, Marshala Ghukova street, Perm, Russian Federation, 614013

Myalyuk Pavel Anatolyevich [ORCID: 0000-0002-8343-2129] - MD, PhD, Doctor of Cardiovascular Surgery of the Federal State Budgetary Institution «Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov» of the Ministry of Health of the Russian Federation. 35, Marshala Ghukova street, Perm, Russian Federation, 614013

Petrishchev Alexey Alexandrovich [ORCID: 0000-0002-7239-6273] - anesthesiologist-resuscitator of the Federal State Budgetary Institution «Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov» of the Ministry of Health of the Russian Federation 35, Marshala Ghukova street, Perm, Russian Federation, 614013

Porodikov Artem Alexandrovich [ORCID: 0000-0003-3624-3226] - MD, PhD, Doctor of Cardiovascular Surgery of the Federal State Budgetary Institution Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov of the Ministry of Health of the Russian Federation. 35, Marshala Ghukova street, Perm, Russian Federation, 614013

Samoshina Faina Borisovna [ORCID: 0009-0001-4024-2317] - resident cardiovascular surgeon at the Federal State Budgetary institution «Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov» of the Ministry of Health of the Russian Federation. 35, Marshala Ghukova street, Perm, Russian Federation, 614013

Belov Vyacheslav Alexandrovich [ORCID: 0000-0002-220945-8208] - MD, Chief Physician of the Federal State Budgetary Institution «Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov» of the Ministry of Health of the Russian Federation. 35, Marshala Ghukova street, Perm, Russian Federation, 614013

Contribution: All authors contributed equally to the preparation of the publication.

Funding: The authors declare no funding sources.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.