



Пути предотвращения постперфузионного синдрома при операциях на сердце у взрослых

В. А. Дворянчикова¹, И. Н. Пасечник², В. А. Цепенщиков¹, Р. Р. Губайдуллин^{1, 2}, О. Ю. Пиданов¹, Е. В. Васягин¹

¹ Клиническая больница Управления делами Президента РФ, г. Москва

² Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента РФ, г. Москва

Цель обзора: освещение современных представлений о механизмах развития и путях предотвращения полиорганной дисфункции после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК).

Основные положения. Негативные эффекты искусственного кровообращения, наряду с операционной травмой, выступают основными причинами развития постперфузионного синдрома. Один из путей снижения негативного влияния ИК на организм — стратегия минимально инвазивного экстракорпорального кровообращения (МиЭКК). МиЭКК является мультидисциплинарной концепцией, включающей модификацию режима экстракорпорального кровообращения, адаптацию хирургической техники и анестезиолого-реанимационной тактики.

Заключение. Стратегия МиЭКК обеспечивает органопротекцию, способствует ранней реабилитации и повышению качества жизни пациентов. Потенциал снижения сроков пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии и длительности госпитализации позволяет рассматривать МиЭКК в рамках концепции ускоренного выздоровления пациентов (Fast Track).

Ключевые слова: искусственное кровообращение, полиорганная дисфункция, мини-инвазивное экстракорпоральное кровообращение.



Preventing Postperfusion Syndrome in Adults after Cardiac Surgery

V. A. Dvoryanchikova¹, I. N. Pasechnik², V. A. Tsepenchikov¹, R. R. Gubaidullin^{1, 2}, O. Yu. Pidanov¹, E. V. Vasyagin¹

¹ Clinical Hospital under the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow

² Central State Medical Academy under the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow

Objective of the Review: To describe the current understanding of the mechanisms underlying multi-organ dysfunction in patients after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB) and of ways to prevent such dysfunction.

Key Points: Adverse effects of cardiopulmonary bypass and surgical trauma are the main causes of postperfusion syndrome. Minimally invasive extracorporeal circulation (MiECC) is one strategy used to reduce the negative impact of CPB. MiECC is a multidisciplinary strategy that includes modification of the CPB mode, and adjustment of surgical technique and resuscitation and anesthetic management.

Conclusion: MiECC protects the organs, contributes to fast-track rehabilitation, and improves patients' quality of life. Since its implementation may shorten the duration of stay in an intensive care unit and the total length of hospitalization, MiECC can be viewed as a component of a fast-track strategy for recovery.

Keywords: cardiopulmonary bypass, multi-organ dysfunction, minimally invasive extracorporeal circulation.

Болезни системы кровообращения на сегодняшний день лидируют по показателям заболеваемости. В России в последние годы отмечается значительное повышение доступности медицинской помощи больным этого профиля, включая операции на сердце, и наблюдается общая тенденция к снижению периоперационной летальности в кардиохирургических стационарах [1]. Но вместе с тем сохраняет актуальность проблема полиорганной дисфункции после операций на сердце, и именно она определяет тяжесть состояния пациентов в послеоперационном периоде. В большинстве случаев нарушения функций органов и систем бывают транзиторными, однако их следствиями могут стать увеличение сроков пребывания в ОРИТ, длительности госпитализации и снижение качества жизни пациентов.

ПОСТПЕРФУЗИОННЫЙ СИНДРОМ И ПРИЧИНЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Постперфузионный синдром представляет собой нарушения функций различных органов и систем после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК). В их число входят сердечная недостаточность (как систолическая, так и диастолическая), дыхательная недостаточность (синдром «постперфузионных легких», повышение риска развития инфекции), острое повреждение почек, церебральная дисфункция (нейрокогнитивные расстройства, нарушение мозгового кровообращения), нарушения системы гемостаза (коагулопатия и тромбоцитарная дисфункция), различные метаболические расстройства [2].

Послеоперационная полиорганная дисфункция развивается не только в результате воздействия хирургической

Васягин Евгений Вячеславович — заведующий отделением функциональной диагностики, врач отделения кардиохирургии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: vasyaginev@gmail.com

Губайдуллин Ренат Рамилевич — д. м. н., профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ; заведующий отделением анестезиологии и реанимации с палатой интенсивной терапии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: tempcor@list.ru

Дворянчикова Виолетта Александровна — врач отделения анестезиологии и реанимации с палатой интенсивной терапии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: violettadvo@gmail.com

Пасечник Игорь Николаевич — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ. 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1а. E-mail: pasigor@yandex.ru

Пиданов Олег Юрьевич — врач отделения кардиохирургии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: 9681@mail.ru

Цепенщиков Вадим Алексеевич — врач отделения анестезиологии и реанимации с палатой интенсивной терапии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: tsepenchikov@gmail.com

травмы на организм, значительный вклад в ее формирование вносят негативные эффекты ИК. Несмотря на значительное совершенствование методики ИК, его проведение по-прежнему остается нефизиологичной процедурой [3].

Ключевыми патофизиологическими звеньями постперфузионного синдрома являются: контакт крови с инородной поверхностью контура ИК и воздухом, системная гепаринизация с последующей реверсией, гипотермия, возвращение крови из операционной раны в системную циркуляцию, тканевые и воздушные микроэмболии, механическая травма клеток крови, гемодилюция, гипероксия, нефизиологичные кровотоки и распределение объема циркулирующей крови (ОЦК), гипоперфузия внутренних органов [2, 3].

Системная воспалительная реакция (СВР) — главный триггер постперфузионного синдрома. Она развивается вследствие операционной травмы и контакта крови с инородной поверхностью контура ИК: запускается каскад активации системы комплемента, калликреин-кининовой системы, коагуляции и фибринолиза, происходит активация лейкоцитов, тромбоцитов и клеток эндотелия [4, 5], результатом чего становятся нарушение проницаемости сосудов, интерстициальный отек, коагулопатия, расстройства тромбоцитарного гемостаза и нарушения микроциркуляции. Эти явления могут усугубляться гипотермией, несмотря на ее органопротективное предназначение [3].

Немалый вклад в развитие СВР и нарушений гемостаза вносит возврат излившейся в операционную рану крови в системную циркуляцию. Раневая кровь контактирует с тканями организма и инородными поверхностями, подвергается механической травме и смешивается с воздухом. Это вызывает гемолиз, запуск каскада коагуляции и фибринолиза, активацию тромбоцитов и лейкоцитов. В системный кровоток попадает большое количество провоспалительных цитокинов, эмбологенных липидных субстанций и воздушных микроэмболов, которые не всегда задерживаются фильтрами [6–8].

Другим патологическим фактором ИК является гемодилюция. Первоначально считалось, что инфузионная нагрузка в условиях хирургической травмы улучшает микроциркуляцию и перфузию тканей и позволяет снизить кровопотерю [9]. Однако в дальнейших исследованиях была установлена взаимосвязь гемодилюции с развитием послеоперационных осложнений и летальными исходами [10]. Одномоментное поступление избытка жидкости в сосудистое русло во время начала ИК вызывает дисбаланс свертывающей и противосвертывающей систем, уменьшение гематокрита и доставки кислорода к тканям, перемещение жидкости в интерстиций с развитием отека [11].

Помимо снижения доставки кислорода к тканям, при начале ИК может наблюдаться гипероксия, которая инициирует свободнорадикальное окисление [3].

МИНИ-ИНВАЗИВНОЕ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ КАК СТРАТЕГИЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Большинство описанных побочных эффектов ИК потенциально предотвратимы, либо их выраженность возможно снизить. Один из путей уменьшения негативных последствий ИК — мини-инвазивное экстракорпоральное кровообращение (МиЭКК).

МиЭКК — это мультидисциплинарная стратегия, основанная на комплексном подходе с участием хирурга, анесте-

зиолога-реаниматолога и перфузиолога и направленная на снижение инвазивности оперативного вмешательства в условиях экстракорпорального кровообращения [12].

Разработка методики началась с применения закрытых систем ИК с центрифужным насосом для продленной экстракорпоральной поддержки кровообращения. Затем в контур был добавлен модуль для кровяной кардиоплегии по А. Calafiore. Системы стали использовать для обеспечения ИК при операциях на сердце [13]. Методику называли минимизированным, или миниатюризированным, ИК, что отражало только уменьшение размеров экстракорпорального контура [2].

Среди первых публикаций встречалась серьезная критика миниатюризированного ИК, связанная с риском воздушной эмболии [14]. Это стало стимулом для усовершенствования контура ИК и разработки мультидисциплинарного подхода [15]. Рост интереса к методике и накопление мирового опыта привели к организации Международного общества специалистов по мини-инвазивным экстракорпоральным технологиям (англ. Minimal Invasive Extracorporeal Technologies International Society — MiECTiS).

В декабре 2014 г. MiECTiS был выработан согласительный документ, где были обобщены данные проведенных на тот момент рандомизированных исследований и упорядочены терминология и рекомендации. В согласительном протоколе впервые было предложено определение МиЭКК как мультидисциплинарной стратегии. Рекомендуемые компоненты контура МиЭКК получили разделение на основные (обязательные) и дополнительные (факультативные). Основными компонентами были названы закрытая система ИК без твердого венозного резервуара (его функцию выполняет венозное русло пациента), центрифужный насос, биологически совместимое покрытие всех компонентов контура и система для элиминации воздуха. К дополнительным компонентам отнесены мягкий резервуар, система аспирации с саморегулирующимся разрежением (англ. smart suction), системы для декомпрессии (англ. vent) отделов сердца и крупных сосудов (корня аорты и легочных сосудов) и др.

МиЭКК предусматривает отказ от забора в контур необработанной крови из операционной раны [12]. Наличие закрытого контура ИК, необходимость управления преднагрузкой и отказ от прямого забора излившейся крови в контур ИК требуют адаптации хирургической и анестезиолого-реанимационной тактики. Таким образом, характеристики контура МиЭКК предполагают реализацию командной стратегии с заблаговременной разработкой четкого сценария действий, постоянной коммуникацией и своевременным принятием решения о возможной конверсии в классическое ИК.

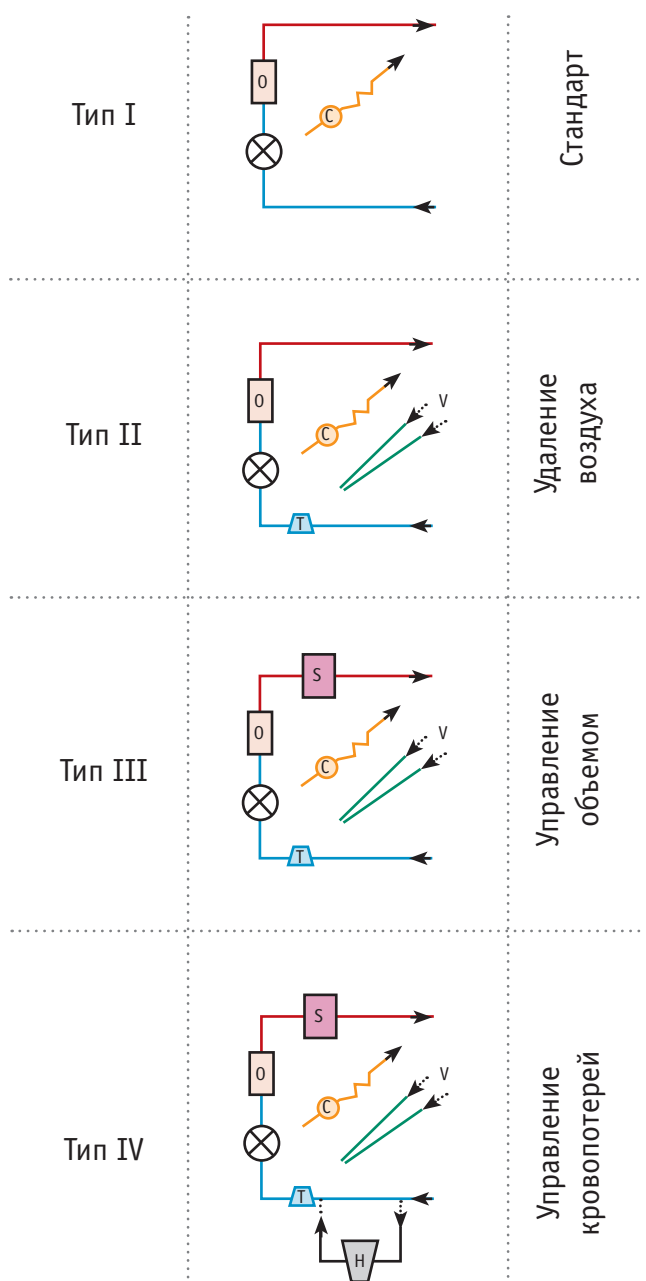
В согласительном протоколе предложена классификация контуров МиЭКК (*рис.*), разработанная К. Anastasiadis и соавт. в 2015 г. [16]. Согласно ей выделены четыре типа мини-инвазивных экстракорпоральных контуров:

- I тип — закрытая система, состоящая из магистралей, центрифужного насоса, оксигенатора с терморегулирующим устройством и системы для проведения кардиоплегии;
- II тип — контур I типа, дополненный венозной воздушной ловушкой;
- III тип контуров, помимо перечисленных компонентов, включает мягкий коллабирующий венозный резервуар, предназначенный для управления ОЦК;

- к IV типу относятся так называемые модульные системы, которые представляют собой систему II или III типа с интегрированным твердым венозным резервуаром, выключенным из общей циркуляции. Данный резервуар предназначен для экстренной конверсии в классическое ИК или для кратковременного планового этапа операции, сопровождающегося риском воздушной эмболии.

Рис. Классификация контуров мини-инвазивного экстракорпорального кровообращения (МиЭКК) по К. Anastasiadis и соавт. [12].

Примечание. С — система для кардиоплегии; Н — твердый венозный резервуар; О — оксигенатор; S — мягкий резервуар; Т — воздушная ловушка/устройство для удаления воздуха; V — система дренирования (англ. vent) корня аорты/легочных сосудов; X — главный насос искусственного кровообращения



ПРЕИМУЩЕСТВА СТРАТЕГИИ МИНИ-ИНВАЗИВНОГО ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЕРЕД КЛАССИЧЕСКИМ ИСКУССТВЕННЫМ КРОВООБРАЩЕНИЕМ

Разработка компонентов контура МиЭКК, как и всей стратегии, направлена на исключение либо снижение инициации триггеров постперфузионного синдрома.

Уменьшение площади контура ИК и отсутствие твердого венозного резервуара позволяют снизить контакт крови пациента с инородной поверхностью и воздухом. Благодаря этому при использовании МиЭКК отмечается меньшая выраженность СВР, что лабораторно подтверждается уменьшением количества нейтрофилов и провоспалительных цитокинов (ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, ФНО-α, фактора адгезии нейтрофилов) в раннем послеоперационном периоде [2]. При обработке крови, излившейся в операционную рану, перед ее возвратом в циркуляцию предотвращается поступление в контур ИК провоспалительных цитокинов и эмбоогенных субстанций [6, 7].

Однако наряду с многочисленными публикациями, показавшими снижение маркеров СВР после МиЭКК, существуют единичные исследования с индифферентными результатами [17]. На сегодняшний день класс рекомендаций касательно СВР при МиЭКК соответствует уровню IIB [12]. Это можно объяснить отсутствием крупных многоцентровых исследований, а также разнородностью маркеров СВР и временных интервалов их оценки в исследованиях.

Уменьшение площади контура ИК позволяет редуцировать первичный объем его заполнения, что способствует снижению гемодилюции и сохранению адекватной доставки кислорода к тканям [11]. Согласно рекомендациям Общества торакальных хирургов (англ. Society of Thoracic Surgeons) и Общества сердечно-сосудистых анестезиологов (англ. Society of Cardiovascular Anesthesiologists) (2011), применение «минимизированных контуров ИК» является кровосберегающей технологией (класс рекомендаций — I, уровень доказательности — A). МиЭКК позволяет уменьшить количество гемотрансфузий, а следовательно, и связанных с ними осложнений [18].

Помимо снижения гемодилюции и контактной активации клеток крови, сохранению коагуляционного потенциала способствует биологически совместимое покрытие контура МиЭКК, которое позволяет снизить дозы гепарина и потребность в протамине. Перечисленные факторы приводят также к сохранению большего числа функционирующих тромбоцитов [19, 20]. Благоприятное влияние на интра- и послеоперационный гемостаз сопровождается снижением потребности в переливании свежезамороженной плазмы [21].

Клинический результат применения МиЭКК оценивался во многих одноцентровых рандомизированных исследованиях. Кроме того, проведено несколько крупных мета-анализов. Наиболее достоверны результаты исследований защиты миокарда, показавшие преимущество МиЭКК (класс рекомендаций — I, уровень доказательности — A) [19]. Благоприятное влияние МиЭКК на сердечную мышцу связано со снижением выраженности СВР, улучшением доставки кислорода и лучшей реперфузией. Когда функцию венозного резервуара выполняет естественное русло пациента, остается неизменным циркулирующий объем и ИК становится более физиологичным.

По сравнению с классическим ИК, при МиЭКК отмечают более высокое среднее АД при той же скорости кровотока. Это ведет к улучшению перфузии всех внутренних органов

и доставки кислорода к тканям [13]. За счет меньшего выброса вазоактивных веществ на фоне МиЭКК сохраняется естественная регуляция сосудистого тонуса. Стабильность общего периферического сопротивления сосудов сопряжена с меньшей потребностью в вазопрессорной поддержке. Благоприятное влияние МиЭКК на капиллярную органную перфузию подтверждается снижением уровней маркеров повреждения внутренних органов (почек, легких, кишечника) и положительной динамикой данных периоперационной капилляроскопии [22, 23].

Отсутствием резких волевических колебаний при начале МиЭКК предотвращаются гипотензия и нарушения ритма, нередко встречающиеся при начале классического ИК [22]. В послеоперационном периоде также отмечается меньшая частота возникновения фибрилляции предсердий (*уровень доказательности — IA*) [19].

Редуцирование газовых, тканевых и жировых микроэмболий, улучшение перфузии и доставки кислорода (по данным церебральной оксиметрии) способствуют уменьшению числа неврологических осложнений. Во многих публикациях показано снижение частоты острого нарушения мозгового кровообращения и когнитивных расстройств при МиЭКК [19, 24, 25]. Однако на сегодняшний день объем этих исследований недостаточен.

Концепция МиЭКК успешно включается в протоколы ускоренного выздоровления (англ. Enhanced Recovery After Surgery, Fast Track) [26, 27]. Органопротекция МиЭКК способствует ранней активизации пациентов, сокращению сроков пребывания в ОРИТ и длительности госпитализации [27]. Как следствие улучшения переносимости ИК, отмечается повышение качества жизни пациентов [28].

В нескольких публикациях не обнаружено различий между ИК и МиЭКК в сроках послеоперационной искусственной вентиляции легких (ИВЛ), в длительности пребывания в ОРИТ и госпитализации. Но надо отметить, что в этих работах МиЭКК применяли у пациентов с заведомо большей коморбидностью и худшим прогнозом по шкалам риска [29]. Это говорит о том, что внедрение стратегии МиЭКК позволяет в некоторых случаях пересматривать вопрос об операбельности пациента [30].

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ МИНИ-ИНВАЗИВНОГО ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

На сегодняшний день интеграция методики МиЭКК в повседневную практику остается достаточно низкой, несмотря на благоприятный потенциал. Одно из препятствий представляет консервативная приверженность большинства операционных бригад традиционным подходам. При работе с МиЭКК некоторые классические стереотипы действий значительно изменяются. Для перфузиолога могут быть непривычными работа с центрифужным насосом, необходимость непрерывного контроля и управления ОЦК. Хирург должен изменить алгоритм канюляции, уделив внимание профилактике воздушной эмболии, помнить об опасности дислокации венозной канюли и вскрытия полостей. От анестезиолога требуется поддерживать положительное давление в дыхательных путях пациента на протяжении всего перфузионного периода, избегать болюсного введения лекарственных препаратов, отказаться от диуретиков, согласовывать инфузионную нагрузку с перфузиологом [2].

Существует также беспокойство хирургов и перфузиологов относительно риска кровопотери, воздушной эмболии и трудностей управления ОЦК. Зарубежные авторы также описывают данные особенности [31]. Для успешной реализации стратегии МиЭКК необходимо понимание потенциальных рисков, путей их профилактики и быстрого устранения. Рекомендуется использовать системы МиЭКК как минимум II типа с устройством для элиминации воздуха и обеспечивать незамедлительный гемостаз независимо от этапа операции. В этом случае риск осложнений минимизируется и процедура становится технически выполнимой и безопасной [15, 31–33].

Интеграции методики могут препятствовать сомнения относительно ее эффективности. При наличии многочисленных рандомизированных исследований и метаанализов, показавших ее преимущества, объемы многоцентровых исследований на сегодняшний день еще недостаточны [12].

Тем не менее международное сообщество отмечает рост заинтересованности в МиЭКК медицинских учреждений и специалистов. Активно разрабатываются образовательные программы как за рубежом, так и в России. Запланировано многоцентровое исследование Conventional versus Minimally Invasive extra-corporeal circulation in patients undergoing Cardiac Surgery (COMICS), дизайн которого был представлен на Втором съезде MiECTiS в 2016 г. в Афинах [34]. В рамках исследования поставлена задача прояснить сомнительные моменты относительно влияния МиЭКК на СВР, клинический результат и, что не менее важно, оценить экономическую целесообразность методики.

Перспективным считают проведение МиЭКК с использованием модульных систем (IV типа по классификации K. Anastasiadis и соавт. [16]). Благодаря интегрированному твердому венозному резервуару они дают возможность сделать течение МиЭКК более гибким. В случае изменения интраоперационной ситуации можно мгновенно переключиться на классическое ИК, избежав негативных последствий. К числу так называемых аварийных ситуаций принадлежат угроза воздушной эмболии и кровотечение. Модульные системы позволяют выполнять операции со вскрытием полостей сердца — вмешательства на клапанах и аорте, закрытие септального дефекта. Кратковременное переключение на классическое ИК менее травматично для пациента, чем операция, полностью проведенная в условиях классического ИК. Повторные операции на сердце также становятся более безопасными [16]. Отмечается тенденция к применению МиЭКК во время видеоассистированных вмешательств на сердце из мини-доступа [35].

Параллельно с периоперационным использованием систем МиЭКК существуют рекомендации по их применению для непродолжительной экстракорпоральной поддержки жизни [36].

В последнее время в публикациях встречается сравнение МиЭКК при аортокоронарном шунтировании (АКШ) с операциями на работающем сердце (off-pump) [37]. В рекомендациях по реваскуляризации миокарда Европейского общества кардиологов (англ. European Society of Cardiology)/Европейской ассоциации кардиоторакальных хирургов (англ. European Association for Cardio-Thoracic Surgery) (2014) предлагается рассматривать АКШ off-pump в качестве операции выбора для пациентов высокого риска в крупных медицинских центрах (*класс рекомендации — IIa, уровень доказательности — B*) [38]. Самое большое и скрупулезно организованное многоцентровое исследование CORONARY

не выявило различий в отдаленных результатах между АКШ с ИК и off-pump [39]. В ближайшие сроки (в течение 30 дней) после АКШ off-pump отмечено статистически значимое снижение числа гемотрансфузий, реопераций по поводу кровотечений, случаев острого повреждения почек, длительности ИВЛ и респираторных осложнений по сравнению с группой ИК ($p < 0,05$). Однако в группе off-pump констатировано меньшее количество анастомозов на пациента ($p < 0,001$), а частота неполных реваскуляризаций (по интраоперационной оценке хирурга) была более высокой ($p = 0,05$). Число ранних повторных реваскуляризаций миокарда было достоверно выше после АКШ off-pump ($p = 0,01$), притом что в исследовании участвовали только опытные хирурги, одинаково владеющие обеими методиками [40]. Место АКШ off-pump в структуре оказания помощи остается предметом дискуссий [41]. На этом фоне МиЭКК выглядит привлекательной альтернативой, сохраняющей технические преимущества ИК, но позволяющей избежать его негативных эффектов [37]. Метаанализ, проведенный U. Benedetto и соавт., показал сравнимые результаты АКШ off-pump и МиЭКК в отношении госпитальной летальности, частоты нарушений мозгового кровообращения, случаев заместительной почечной терапии, послеоперационной фибрилляции предсердий, повторных вмешательств по поводу кровотечений, а также числа гемотрансфузий и объема послеоперационной кровопотери [42]. В зарубежных публикациях обсуждается вопрос о возможности применения МиЭКК в качестве стандарта при проведении реваскуляризации миокарда [37].

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИ-ИНВАЗИВНОГО ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В ФГБУ «КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА» УПРАВЛЕНИЯ ДЕЛАМИ ПРЕЗИДЕНТА РФ

Методика МиЭКК применяется в ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ с 2015 г. На сегодняшний день выполнено 10 операций с МиЭКК, в том числе 9 операций АКШ и одна операция АКШ в сочетании с пластикой постинфарктной аневризмы сердца. Использовались системы III или IV типа (по классификации K. Anastasiadis и соавт. [16]). Проводились нормотермическая перфузия, кровяная перемежающаяся кардиоплегия по A. Calafiore и стандартное анестезиологическое сопровождение, адаптированное к МиЭКК. Часть операционной бригады уже имела опыт работы с МиЭКК, в связи с чем кривая обучения (англ. learning curve) как таковая отсутствовала [43]. Конверсии в классическое ИК ни в одном случае не потребовались.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексная стратегия мини-инвазивного экстракорпорального кровообращения (МиЭКК) позволяет успешно выполнять операции на сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК), в том числе у пациентов с высоким риском осложнений и коморбидностью. По наблюдениям авторов, методика показала себя хорошо воспроизводимой и безопасной. МиЭКК потенциально позволяет редуцировать ряд негативных эффектов ИК: снизить выраженность системной воспалительной реакции и нарушений гемостаза; уменьшить число и объем гемотрансфузий и переливаний свежзамороженной донорской плазмы. В результате сокращаются сроки пребывания в ОРИТ и длительность госпитализации. Это позволяет рассматривать МиЭКК как составляющую протоколов ускоренного выздоровления пациентов (Fast Track).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия Л. А., Гудкова Р. Г. Сердечно-сосудистая хирургия — 2015. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: изд-во НЦССХ им. А. Н. Бакулева; 2016: 5–7. [Bokeriya L. A., Gudkova R. G. Serdechno-sosudistaya khirurgiya — 2015. Bolezni i vrozhdennye anomalii sistemy krovoobrashcheniya. M.: izd-vo NTSSKh im. A. N. Bakuleva; 2016: 5–7. (in Russian)]
2. Anastasiadis K., Antonitsis P., Argiriadou H. Principles of Miniaturized Extracorporeal Circulation. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013: 137 p.
3. Бокерия Л. А. Лекции по сердечно-сосудистой хирургии. М.: изд-во НЦССХ им. А. Н. Бакулева; 2013: 139–47. [Bokeriya L. A. Lektsii po serdechno-sosudistoi khirurgii. M.: izd-vo NTSSKh im. A. N. Bakuleva; 2013: 139–47. (in Russian)]
4. Butler J., Rocker G. M., Westaby S. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 1993; 55 (2): 552–9.
5. Kirklin J. K., Westaby S., Blackstone E. H., Kirklin J. W., Chenoweth D. E., Pacifico A. D. Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1983; 86 (6): 845–57.
6. Appelblad M., Engström G. Fat contamination of pericardial suction blood and its influence on in vitro capillary-pore flow properties in patients undergoing routine coronary artery bypass grafting. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002; 124 (2): 377–86.
7. Westerberg M., Bengtsson A., Jeppsson A. Coronary surgery without cardiomyotomy suction and autotransfusion reduces the postoperative systemic inflammatory response. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 78 (1): 54–9.
8. El-Sabbagh A. M., Toomasian C. J., Toomasian J. M., Ulysse G., Major T., Bartlett R. H. Effect of air exposure and suction on blood cell activation and hemolysis in an in vitro cardiomyotomy suction model. *ASAIO J.* 2013; 59 (5): 474–9.
9. Локшин Л. С., Лурье Г. О., Деметьева И. И. Искусственное и вспомогательное кровообращение в сердечно-сосудистой хирургии. М.: Пресса; 1998: 94–5. [Lokshin L. S., Lur'e G. O., Dement'eva I. I. Iskusstvennoe i vspomogatel'noe krovoobrashchenie v serdechno-sosudistoi khirurgii. M.: Pressa; 1998: 94–5. (in Russian)]
10. Habib R. H., Zacharias A., Schwann T. A., Riordan C. J., Durham S. J., Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003; 125 (6): 1438–50.
11. Gourlay T., Black R. A., eds. Minimized cardiopulmonary bypass techniques and technologies. Oxford: Woodhead Publ.; 2010: 272 p.
12. Anastasiadis K., Murkin J., Antonitsis P., Bauer A., Ranucci M., Gygax E. et al. Use of minimal invasive extracorporeal circulation in cardiac surgery: principles, definitions and potential benefits. A position paper from the Minimal invasive Extra-Corporeal Technologies international Society (MiECTiS). *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2016; 22 (5): 647–62.
13. Wiesenack C., Liebold A., Philipp A., Ritzka M., Koppenberg J., Birnbaum D. E. et al. Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif. Organs.* 2004; 28 (12): 1082–8.
14. Nollert G., Schwabenland I., Maktav D., Kur F., Christ F., Fraunberger P. et al. Miniaturized cardiopulmonary bypass in coronary artery bypass surgery: marginal impact on inflammation and coagulation but loss of safety margins. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 80 (6): 2326–32.
15. Mulholland J. W., Anderson J. R. Preventing the loss of safety margins with miniaturized cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (5): 1952–3.
16. Anastasiadis K., Antonitsis P., Argiriadou H., Deliopoulos A., Grosomanidis V., Tossios P. Modular minimally invasive extracorporeal circulation systems; can they become the standard practice for performing cardiac surgery? *Perfusion.* 2015; 30 (3): 195–200.
17. Mazzei V., Nasso G., Salamone G., Castorino F., Tommasini A., Anselmi A. Prospective randomized comparison of coronary bypass grafting with minimal extracorporeal circulation system (MECC) versus off-pump coronary surgery. *Circulation.* 2007; 116 (16): 1761–7.
18. Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force, Ferraris V. A., Brown J. R. et al.; Society of Cardiovascular Anesthesiologists Special Task Force on Blood Transfusion, Shore-Lesserson L. J., Goodnough L. T. et al.; International Consortium for Evidence Based Perfusion, Baker R. A., Dickinson T. A. et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 91 (3): 944–82.
19. Anastasiadis K., Antonitsis P., Haidich A.-B., Argiriadou H., Deliopoulos A., Papakonstantinou C. Use of minimal extracorporeal circulation improves outcome after heart surgery; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int. J. Cardiol.* 2013; 164 (2): 158–69.
20. Biancari F., Rimpiläinen R. Meta-analysis of randomised trials comparing the effectiveness of miniaturised versus conventional cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Heart Br. Card. Soc.* 2009; 95 (12): 964–9.
21. Perthel M., El-Ayoubi L., Bendisch A., Laas J., Gerigk M. Clinical advantages of using mini-bypass systems in terms of blood product use, postoperative bleeding and air entrainment: an in vivo clinical perspective. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2007; 31 (6): 1070–5.
22. Bauer A., Diez C., Schubel J., El-Shouki N., Metz D., Eberle T. et al. Evaluation of hemodynamic and regional tissue perfusion effects of minimized extracorporeal circulation (MECC). *J. Extra Corpor. Technol.* 2010; 42 (1): 30–9.
23. Gygax E., Averina T., Muratov R., Shamsiev G., Khinchagov D., Jenni H. et al. Comparison of microcirculation during MiECT and conventional ECC measured by computer capillaroscopy in Aortic valve surgery. Presented at: 2nd International Symposium on Minimal Invasive Technologies (MiECT); June 9–11, 2016; Athens, Greece. URL: http://static.livemedia.gr/livemedia/documents/al16906_us80_20160610151152_greece.pdf (дата обращения — 12.05.2017).
24. Siepe M., Pfeiffer T., Gieringer A., Zemann S., Benk C., Schlensak C. et al. Increased systemic perfusion pressure during cardiopulmonary bypass is associated with less early postoperative cognitive dysfunction and delirium. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2011; 40 (1): 200–7.
25. Anastasiadis K., Argiriadou H., Kosmidis M. H., Megari K., Antonitsis P., Thomaidou E. et al. Neurocognitive outcome after coronary artery bypass surgery using minimal versus conventional extracorporeal circulation: a randomised controlled pilot study. *Heart Br. Card. Soc.* 2011; 97 (13): 1082–8.
26. Barry A. E., Chaney M. A., London M. J. Anesthetic management during cardiopulmonary bypass: a systematic review. *Anesth. Analg.* 2015; 120 (4): 749–69.
27. Anastasiadis K., Asteriou C., Antonitsis P., Argiriadou H., Grosomanidis V., Kyprissa M. et al. Enhanced recovery after elective coronary revascularization surgery with minimal versus conventional extracorporeal circulation: a prospective randomized study. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2013; 27 (5): 859–64.
28. Anastasiadis K., Antonitsis P., Kostarellou G., Kleontas A., Deliopoulos A., Grosomanidis V. et al. Minimally invasive extracorporeal circulation improves quality of life after coronary artery bypass grafting. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* Published online: June 14, 2016. URL: <http://ejcts.oxfordjournals.org/content/early/2016/06/14/ejcts.ezw210>. (дата обращения — 12.05.2017).
29. Zangrillo A., Garozzo F. A., Biondi-Zoccai G., Pappalardo F., Monaco F., Crivellari M. et al. Miniaturized cardiopulmonary bypass improves short-term outcome in cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled studies. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 139 (5): 1162–9.
30. Puehler T., Haneya A., Philipp A., Camboni D., Hirt S., Zink W. et al. Minimized extracorporeal circulation in coronary artery bypass surgery is equivalent to standard extracorporeal circulation in patients with reduced left ventricular function. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 58 (4): 204–9.
31. Harling L., Warren O. J., Martin A., Kemp P. R., Evans P. C., Darzi A. et al. Do miniaturized extracorporeal circuits confer significant clinical benefit without compromising safety? A meta-analysis of randomized controlled trials. *ASAIO J.* 2011; 57 (3): 141–51.

32. Issitt R. W., Mulholland J. W., Oliver M. D., Yarham G. J., Borra P. J., Morrison P. et al. Aortic surgery using total miniaturized cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 2008; 86 (2): 627–31.
33. Kowalewski M., Pawliszak W., Raffa G. M., Malvindi P. G., Kowalkowska M. E., Zaborowska K. et al. Safety and efficacy of miniaturized extracorporeal circulation when compared with off-pump and conventional coronary artery bypass grafting: evidence synthesis from a comprehensive Bayesian-framework network meta-analysis of 134 randomized controlled trials involving 22 778 patients. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2016; 49 (5): 1428–40.
34. Rogers C. Conventional versus Minimally Invasive extra-corporeal circulation in patients undergoing Cardiac Surgery: a randomised controlled trial (COMICS). Presented at: 2nd International Symposium on Minimal Invasive Technologies (MiECT); June 9–11, 2016; Athens, Greece. URL: http://static.livemedica.gr/livemedica/documents/al16906_us80_20160610170452_1_comics_athens_meeting_v4.pdf (дата обращения — 12.05.2017).
35. Fernandes P., MacDonald J., Cleland A., Mayer R., Fox S., Kiaii B. The use of a mini bypass circuit for minimally invasive mitral valve surgery. *Perfusion.* 2009; 24 (3): 163–8.
36. Camboni D., Philipp A., Hirt S., Schmid C. Possibilities and limitations of a miniaturized long-term extracorporeal life support system as bridge to transplantation in a case with biventricular heart failure. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2009; 8 (1): 168–70.
37. Anastasiadis K., Antonitsis P., Bauer A., Carrel T. Minimal invasive extracorporeal circulation should become the standard practice in coronary revascularization surgery. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2016; 50 (1): 189–94.
38. Kolh P., Windecker S., Alfonso F., Collet J. P., Cremer J., Falk V. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2014; 46 (4): 517–92.
39. Lamy A., Devereaux P. J., Prabhakaran D., Taggart D. P., Hu S., Paolasso E. et al. Effects of off-pump and on-pump coronary-artery bypass grafting at 1 year. *N. Engl. J. Med.* 2013; 368 (13): 1179–88.
40. Lamy A., Devereaux P. J., Prabhakaran D., Taggart D. P., Hu S., Paolasso E. et al. Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N. Engl. J. Med.* 2012; 366 (16): 1489–97.
41. Sniecinski R. M. OPCAB vs CABG Where is the Difference? Paper presented at: The Society of Cardiovascular Anesthesiologists (SCA) 36th Annual Meeting & Workshops; March 29 — April 2, 2014; New Orleans, USA. URL: http://www.scahq.org/files/Conference_2014_Annual_Syllabi_Sessions/OPCAB-Sniecinski.pdf (дата обращения — 12.05.2017).
42. Benedetto U., Ng C., Frati G., Biondi-Zoccai G., Vitulli P., Zeinah M. et al. Miniaturized extracorporeal circulation versus off-pump coronary artery bypass grafting: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int. J. Surg. Lond. Engl.* 2015; 14: 96–104.
43. Дворянчикова В. А., Цепенщиков В. А., Губайдуллин Р. Р., Аврусина Е. К., Гагаев А. В., Пиданов О. Ю. и др. Первый опыт применения мини-инвазивного экстракорпорального кровообращения при операциях на открытом сердце в ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. Вторая конференция МНХО «ФАКТ ТРАК», Москва, 2016. URL: http://www.2016.fast-track.pro/public/uploads/FT/2016/FT2016_abstracts.pdf (дата обращения — 12.05.2017). [Dvoryanchikova V. A., Tsepenshchikov V. A., Gubaidullin R. R., Avrusina E. K., Gagaev A. V., Pidanov O. Yu. i dr. Pervyi opyt primeneniya mini-invazivnogo ekstrakorporal'nogo krovoobrashcheniya pri operatsiyakh na otkrytom serdtse v FGBU «Klinicheskaya bol'nitsa» UD Prezidenta RF. Vtoraya konferentsiya MNKhO «FAST TRAK», Moskva, 2016. http://www.2016.fast-track.pro/public/uploads/FT/2016/FT2016_abstracts.pdf (in Russian)] ■

Библиографическая ссылка:

Дворянчикова В. А., Пасечник И. Н., Цепенщиков В. А., Губайдуллин Р. Р., Пиданов О. Ю., Васягин Е. В. Пути предотвращения постперфузионного синдрома при операциях на сердце у взрослых // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 12–18.

Citation format for this article:

Dvoryanchikova V. A., Pasechnik I. N., Tsepenshchikov V. A., Gubaidullin R. R., Pidalov O. Yu., Vasyagin E. V. Preventing Postperfusion Syndrome in Adults after Cardiac Surgery. *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 12–18.