

## АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИНИИНВАЗИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА КЛАПАНАХ СЕРДЦА

Л. А. Кричевский<sup>1,2</sup>, Н. В. Семенычев<sup>2</sup>, А. И. Магилевец<sup>2</sup>, В. Ю. Рыбаков<sup>2</sup>,  
А. В. Лаптий<sup>2</sup>, И. Е. Харламова<sup>2</sup>, Т. В. Сетьнь<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского РАМН, Москва

<sup>2</sup> Городская клиническая больница № 15 им. О. М. Филатова, г. Москва

### Anesthesia Maintenance During Mini-Invasive Cardiac Valve Surgery

L. A. Krichevsky<sup>1,2</sup>, N. V. Semenychev<sup>2</sup>, A. I. Magilevets<sup>2</sup>,  
V. Yu. Rybakov<sup>2</sup>, A. V. Laptiy<sup>2</sup>, I. E. Kharlamova<sup>2</sup>, T. V. Setyn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;

<sup>2</sup> O. M. Filatov City Clinical Hospital Fifteen, Moscow

На основании собственного опыта и литературных данных выполнен анализ особенностей и специфических компонентов анестезиологического обеспечения миниинвазивных операций на клапанах сердца. Выделены следующие клинически значимые аспекты анестезии и периоперационного интенсивного лечения: предоперационная селекция больных и прогнозирование операционно-анестезиологического риска, однолегочная вентиляция, «периферическое подключение» искусственного кровообращения и особенности его проведения, контроль доставки кислорода в бассейне ветвей дуги аорты, эхокардиографический мониторинг. Описаны основные опасности и вероятные осложнения данных вмешательств — церебральная гипоксия, дыхательная недостаточность, легочная гипертензия и др. Показаны механизмы их развития, пути профилактики и лечения. *Ключевые слова:* анестезия в кардиохирургии, миниинвазивная кардиохирургия, однолегочная ИВЛ, анестезия при операциях на клапанах сердца.

Based on own experience and published data the authors analyze the features and specific components of anesthesia maintenance during mini-invasive cardiac valve surgery. The following clinically relevant aspects of anesthesia and perioperative intensive care were identified: preoperative patient selection and surgical and anesthesia risk prediction; one-lung ventilation; peripheral connection of circulation and specific features of its performance; control of oxygen delivery in the bed of aortic arch branches; and echocardiographic monitoring. The main risks and probable complications due to these interventions, such as cerebral hypoxia, respiratory failure, pulmonary hypertension, etc., are described. The mechanisms of their development and the modes of prevention and treatment are shown. *Key words:* anesthesia in cardiac surgery, mini-invasive cardiac surgery, one-lung ventilation, anesthesia during cardiac valve surgery.

### Введение

Миниинвазивная методика хирургической коррекции пороков клапанов сердца (как правило, митрального) с применением эндоскопической техники получает все большее распространение [1, 2]. Начато внедрение этого вида операций и в отечественную кардиохирургическую практику [3]. Для выполнения миниинвазивного вмешательства на митральном клапане требуется правосторонняя миниторакотомия (3–6 см) и несколько пункционных отверстий для введения торакоскопа и некоторых инструментов (аортального зажима). Кроме того, для проведения искусственного кровообращения (ИК) выделяют бедренные артерию и вену. Очевидными преимуществами указанной оперативной техники является отсутствие традиционных больших хирургических доступов к сердцу, что призвано

но облегчить послеоперационную реабилитацию и связано со значительным уменьшением косметического ущерба для больного [1–3]. Зарубежные авторы прямо указывают, что, в связи с последним обстоятельством, миниинвазивные вмешательства могут иметь преимущество на рынке медицинских услуг [1]. Вместе с тем, анализ литературных данных и небольшой собственный опыт свидетельствуют о достаточно сложном характере не только хирургических манипуляций, но и анестезиологического обеспечения этих вмешательств, включая технику ИК.

Таким образом, востребованность миниинвазивных операций на клапанах сердца, с одной стороны, и имеющийся ряд не всегда очевидных трудностей и опасностей в обеспечении этих вмешательств, с другой, — обусловили цель нашей работы: проанализировать и описать особенности анестезиологического пособия при миниинвазивных операциях на клапанах сердца. Для этого использовали как данные литературы, так и собственный клинический опыт. В течение ноября 2012 г. в кардиохирургическом отделении (заведующий — проф. Н. Л. Баяндин) городской клинической больни-

#### Адрес для корреспонденции (Correspondence to):

Кричевский Лев Анатольевич (Krichevsky L. A.)  
E-mail: levkrich72@gmail.com

цы № 15 им. О. М. Филатова г. Москвы выполнили миниинвазивную коррекцию митрального порока пяти (3 мужчины и 2 женщины) больным в возрасте  $52 \pm 8$  (34–82) лет. В 2-х случаях проводилась пластика митрального клапана опорным кольцом и с помощью формирования неохорды, другим пациентам протезировали митральный клапан механическим протезом «Мединж». Все вмешательства выполнены в условиях ИК ( $176 \pm 13$  мин), холодовой кардиopleгии раствором «Консол», однологочной искусственной вентиляции на этапе манипуляций на сердце. Укажем, что в данной статье мы рассматриваем только один метод миниинвазивных операций на митральном клапане, предусматривающий использование эндоскопической техники. Оперативные вмешательства, выполняемые с помощью частичной стернотомии (так называемая «открытая миниинвазивная техника») подробнее описаны ранее [4].

На наш взгляд, целесообразно выделять следующие специфические компоненты анестезиологического и перфузиологического обеспечения миниинвазивных операций на клапанах сердца: предоперационная селекция больных и прогнозирование операционно-анестезиологического риска, однологочная вентиляция, «периферическое подключение» ИК и особенности его проведения, контроль доставки кислорода в бассейне ветвей дуги аорты, эхокардиографический мониторинг.

#### **Анестезиологические аспекты отбора больных.**

Прежде всего, следует понимать, что в отличие от других малоинвазивных кардиохирургических или эндоваскулярных процедур, таких как транскатетерная имплантация аортального клапана или коронарное шунтирование на работающем сердце, — рассматриваемая нами техника коррекции митральных пороков не сопряжена со снижением периоперационного риска и не предназначена специально для наиболее тяжелой категории больных. Наоборот, существуют некоторые требования для этой группы пациентов, особенно, в период освоения данных операций. Нарушенную функцию легких и хронические легочные заболевания наиболее часто указывают в качестве критерия отказа от миниинвазивной хирургии клапанов сердца. Это связано с достаточно длительными периодами однологочной вентиляции в течение операции, в том числе и при окончании ИК [2]. Специальные меры предоперационной подготовки, такие как побудительная спирометрия, могут быть полезны, а в некоторых случаях — необходимы [5]. Кроме указанного, неблагоприятную роль в данной клинической ситуации может сыграть и характерная для дыхательной патологии легочная гипертензия (ЛГ). Последняя, являясь неотъемлемой стадией развития митральных пороков, может ограничить применение миниинвазивной техники для коррекции запущенных, длительно существующих поражений клапана [2]. Значение этого фактора связывают с высокой вероятностью возникновения или усугубления ЛГ и правожелудочковой недостаточности при завершении ИК на фоне отключения правого легкого. Ожирение, являющееся относительным показанием для выбора малоинвазив-

ной методики операции на сердце в других ситуациях, признают фактором риска при миниинвазивном вмешательстве на митральном клапане. Наряду с ухудшением визуализации и доступа к структурам сердца специальных удлиненных инструментов, избыточная масса тела достоверно связана с ухудшением периоперационной дыхательной функции [6]. Следует с особым вниманием относиться к пациентам со значимыми поражениями сонных/позвоночных артерий и/или перенесенными нарушениями мозгового кровообращения, т. к. возможные погрешности и сложности в технике перфузии и операции сопряжены с риском транзиторной гипоксии головного мозга. В таких случаях абсолютно необходимым становится интраоперационный мониторинг церебрального кислородного баланса (см. ниже) [2].

Хотя ни один из перечисленных факторов не является абсолютным противопоказанием к миниинвазивной коррекции пороков клапанов сердца, их значение возрастает на начальном этапе внедрения данного вида операций. При оценке целесообразности такого вмешательства необходимо учитывать, что практически всегда имеется возможность использования стандартной методики. Полагаем, что окончательное решение о способе операции может быть принято и непосредственно на операционном столе, когда будут получены данные инвазивного гемодинамического мониторинга и газовый состав артериальной крови на фоне двух- и однологочной вентиляции.

**Однологочная вентиляция.** Необходимость однологочной вентиляции с отключением правого легкого продиктована применяемой хирургической техникой — доступ к сердцу через правую плевральную полость. Методика однологочной вентиляции подробно описана в учебниках и публикациях по анестезиологии в торакальной хирургии [7–9]. Укажем лишь некоторые особенности. В настоящее время изоляция и отключение легкого во время искусственной вентиляции может быть обеспечена несколькими способами. Традиционно, для этой цели применяют соответствующие двухпросветные трубки с крючком для фиксации на карине или без него. Реже используют однопросветные трубки для эндобронхиальной интубации [8, 9], однако этот способ не оставляет возможности вентиляции обоих легких на тех этапах, когда это возможно или в экстренных ситуациях. Наконец, в течение последних лет внедряют в клиническую практику специальные устройства для изоляции главных бронхов — бронхиальные блокаторы (обтураторы) [10]. В настоящее время в России доступны соответствующие изделия фирм Cook (для одного главного бронха) и Rüsch (для одного или двух главных бронхов). Обтураторы представляют собой раздувающиеся баллоны, закрепленные на конце специальных проводников. Их установка требует бронхоскопического контроля. На рис. 1. представлена схематично изоляция правого легкого с помощью бронхиального блокатора с двумя баллонами [10].

Мы использовали во всех наблюдениях двухпросветные трубки без крючка. Именно эта методика (с

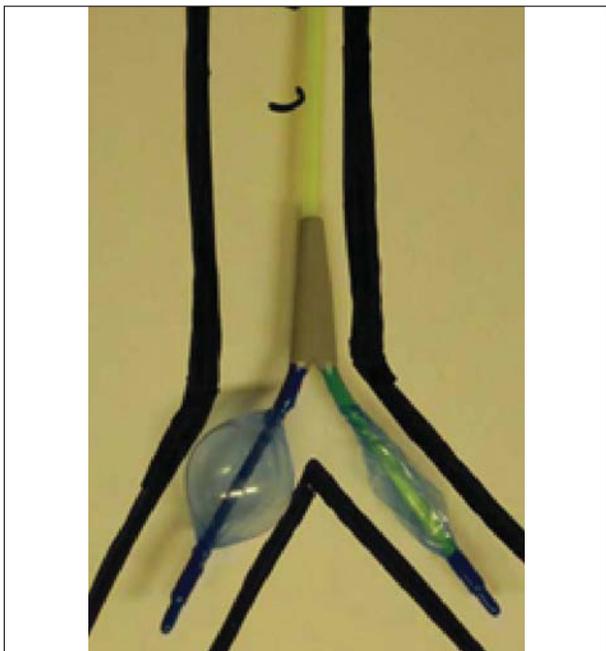


Рис. 1. Схематическая изоляция правого главного бронха с помощью бронхиального обтуратора с двумя баллонами: устройство введено через трахею, раздут баллон в правом главном бронхе, сохраняется вентиляция левого лёгкого (баллон сдут) [10].

крючком или без него) остается наиболее рекомендуемой. Однако и бронхиальные блокаторы могут иметь некоторые основания для использования: вводятся через обычную интубационную трубку, что сохраняет возможность эффективной санации трахеобронхиального дерева в течение операции; являются альтернативой при трудной интубации, когда правильное введение двухпросветной трубки невозможно [8–10].

Длительная однологочная вентиляция в сочетании с продолжительным ИК может быть причиной острого повреждения невентилируемого легкого с формированием множественных ателектазов. В этой связи, становится необходимым тщательный подбор показателей давления в дыхательных путях после возобновления вентиляции обоих легких [11].

Важным аспектом ИВЛ при миниинвазивной коррекции клапанных пороков сердца является ее согласование с этапами и особенностями проводимого ИК.

**Особенности техники и патофизиологии ИК при миниинвазивных операциях на клапанах сердца.** Для проведения ИК, как правило, канюлируют бедренные артерию и вену. Венозную канюлю необходимо провести через нижнюю полую вену (НПВ) и правое предсердие (ПП) в верхнюю полую вену (ВПВ). При этом две группы отверстий на канюле должны располагаться соответственно в НПВ и ВПВ (рис. 2) таким образом, чтобы при пережатии полых вен турникетами была возможность «сухого» доступа в полость ПП к трикуспидальному клапану [2].

Вместе с тем, при вмешательствах на митральном клапане пережатие полых вен в большинстве случаев не используют, в связи с чем, для создания необходимых

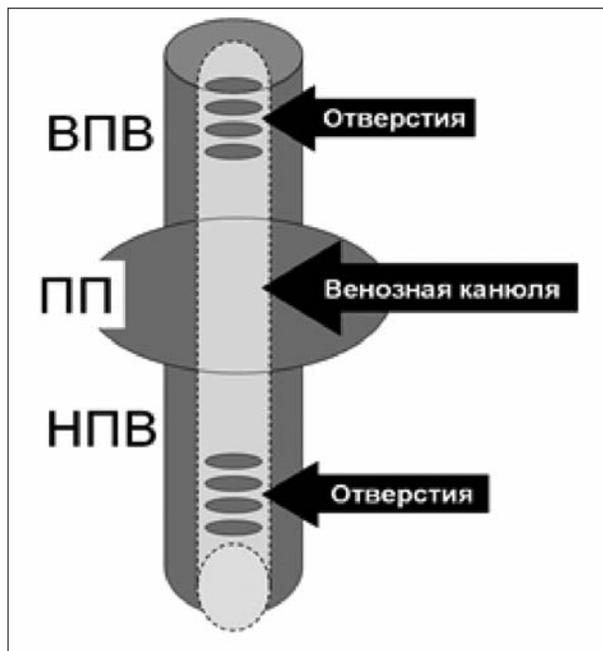


Рис. 2. Схематичное положение венозной канюли.

Примечания: ВПВ – верхняя полая вена; НПВ – нижняя полая вена; ПП – правое предсердие. Отверстия (по 4) канюли расположены в ВПВ и НПВ.

условий нередко требуется высокая производительность дренажа левых отделов сердца. Венозный отток при описанной методике канюляции всегда должен быть активным, что обеспечивается включением центрифужного насоса в венозную линию [2, 12] или созданием контролируемого разряжения непосредственно в кардиотомном резервуаре [13].

Важнейшим аспектом указанной схемы подключения перфузионного контура, как при миниинвазивных операциях, так, например, и при вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) является распределение кровотока в аорте. Если насосная функция сердца отсутствует вследствие опорожнения его камер, пережатия аорты, миокардиальной недостаточности и др., в аорту и ее ветви нагнетается только оксигенированная кровь по канюле, установленной через бедренную артерию. Некоторые авторы называют этот поток крови «ретроградным» [2]. При наличии эффективной сердечной деятельности, возникает «антеградный» кровоток в аорте — из левого желудочка. Газовый состав этой порции крови не зависит от искусственной оксигенации, а полностью определяется газообменом в легких. Таким образом, появление так называемого «антеградного» кровотока в аорте на фоне легочной недостаточности, отключенной или неэффективной ИВЛ, в том числе однологочной, может быть причиной локальной гипоксемии в бассейнах коронарных артерий и ветвей дуги аорты (рис. 3).

Описывают характерную клиническую картину, отражающую поступление неоксигенированной крови в верхнюю половину тела и гипероксигенированной — в нижнюю: «синий верх, красный низ», или «синдром Арлекино» [14]. Представленная ситуация может быть

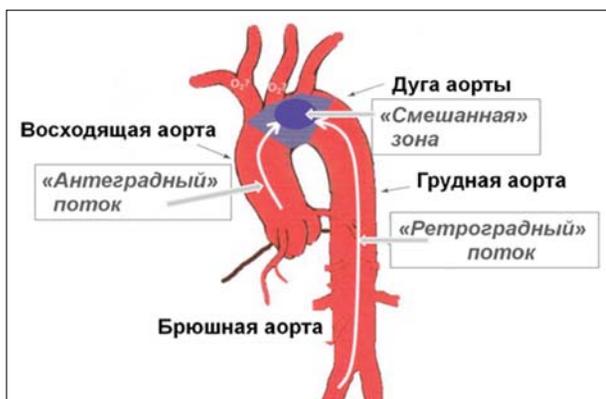


Рис. 3. Распределение кровотока в аорте при ИК с использованием «периферической» канюляции. Заимствовано с изменениями [2].

весьма вероятной при миниинвазивных вмешательствах на митральном и других клапанах в связи длительными периодами «параллельного» ИК и необходимостью его окончания на фоне однологочной вентиляции. Для своевременной диагностики и профилактики нарушений доставки кислорода в веночном и брахиоцефальном бассейнах требуются определенные правила и методы анестезиологического мониторинга, рассмотренные в следующем разделе.

Другим фактором, влияющим на газовый состав крови во время ИК, называют активное применение углекислого газа для орошения зоны операции и профилактики воздушной эмболии. Сообщают, что данная методика может быть причиной транзиторной гиперкапнии, связанной с растворением углекислого газа в крови [15]. При миниинвазивных вмешательствах развитию указанного осложнения способствует повышенный объем крови, эвакуируемый в кардиотомный резервуар из операционной раны при инсуффляции  $\text{CO}_2$ . Среди оперированных в нашей клинике больных в одном случае регистрировали повышение напряжения  $\text{CO}_2$  в артериальной крови во время ИК до 67 мм рт. ст. при использовании орошения раны углекислым газом. Во всех остальных наблюдениях для поддержания нормокапнии требовалось увеличение на 20–40% общего газотока через оксигенатор.

Наконец, еще одной особенностью ИК при миниинвазивных операциях на клапанах сердца является продолжительность перфузии. В нашей серии наблюдений длительность ИК во всех случаях превысило 150 мин. Аналогичные результаты приводят другие авторы. D. C. H. Cheng et al., в опубликованном в 2011 г. [1] мета-анализе указывают, что длительность ИК при миниинвазивной методике коррекции митрального порока даже в клиниках, где такая операция вошла в регулярную практику, значительно ( $p < 0,00001$ ) выше, чем при обычной технике:  $144 \pm 52$  и  $111 \pm 52$  ( $M \pm \sigma$ ) мин. соответственно. Полагаем, можно утверждать, что рассматриваемая методика не направлена на сокращение длительности ИК. Наоборот, продолжительное ИК следует считать условием комфортного выполнения вмеша-

тельства миниинвазивным способом, рассчитывая получить в послеоперационном периоде преимущества, связанные с такой техникой хирургического доступа.

**Особенности мониторинга газового состава крови и локальной доставки кислорода.** Наряду с общепринятыми в кардиоанестезиологии принципами интраоперационного контроля газового состава крови, при миниинвазивных вмешательствах на клапанах сердца существуют специфические особенности в этом аспекте. Описанная выше методика ИК требует мониторинга содержания кислорода в артериальной крови в бассейнах ветвей дуги аорты. Это правило особенно важно при наличии во время ИК эффективной работы сердца с появлением антеградного кровотока в аорте. Следует располагать пульсовой оксиметрический датчик (один из датчиков) на правой верхней конечности, чтобы регистрировать локальное снижение содержания кислорода в антеградном кровотоке [2]. Такой вариант мониторинга эффективен для регулирования вентиляции легких и оценки их функции на этапе окончания ИК. Также целесообразно контролировать газовый состав крови в пробах из правой лучевой артерии. В собственной серии наблюдений отмечали локальное (на правой верхней конечности) снижение сатурации кислородом менее 85% на протяжении 15 мин. и более на этапе «параллельного» ИК в 2 случаях. Это служило показанием для кратковременного возобновления вентиляции обоих легких до восстановления приемлемого (более 95%) уровня данного показателя.

Оптимальным методом интраоперационного мониторинга кислородного баланса головного мозга во время операций с ИК является инфракрасная церебральная оксиметрия [16]. Церебральный оксиметр позволяет непрерывно контролировать с двух сторон среднюю сатурацию внутримозговой крови. В отличие от пульсовой, церебральная инфракрасная оксиметрия информативна и при неппульсирующем кровообращении. Ранее показали, что критически низким уровнем данного показателя во время ИК является 45% или снижение по сравнению с исходным значением более чем на 20%. Кроме того, предиктором послеоперационной энцефалопатии следует считать исходное снижение церебральной сатурации крови менее 65% [16, 17].

Необходимым, при использовании инсуффляции  $\text{CO}_2$  для деаэрации операционной раны, можно признать постоянный оптико-флуоресцентный мониторинг напряжения углекислого газа в крови [18]. Данная технология применима только во время ИК, так как датчики прибора располагаются на перфузионном контуре. Метод позволяет контролировать, кроме названного, целый ряд показателей газового и электролитного состава перфузата.

**Эхокардиографический мониторинг.** В большинстве западных и пока небольшом числе отечественных клиник чреспищеводная эхокардиография (ЧП-ЭхоКГ) является неотъемлемым компонентом анестезиологического обеспечения хирургической коррекции пороков клапанов сердца [19] и других опе-

раций с ИК [20]. При использовании миниинвазивной торакоскопической методики ультразвуковой контроль становится совершенно необходимым, в связи со следующими обстоятельствами:

1. Правильность введения венозной канюли следует всегда контролировать с помощью ЧПЭхо-КГ.

2. Необходим ультразвуковой контроль выполненной коррекции (протезирование или пластика клапана сердца).

3. При окончании ИК целесообразна ультразвуковая оценка функции сердца, поскольку прямой визуальный контроль сердечной деятельности невозможен.

Контроль положения венозной канюли выполняют непосредственно в процессе ее введения в правое предсердие и верхнюю полую вену, а также при ухудшении венозного оттока в кардиотомный резервуар. Для этого визуализируют оба предсердия и полые вены в так называемой «бикавальной» позиции [2].

Адекватность коррекции клапанного порока сердца, несомненно, требует интраоперационной эхокардиографической оценки при любой методике операции. Необходимые аспекты подробно рассмотрены в соответствующих руководствах и публикациях [19]. Ультразвуковой контроль должен быть выполнен до введения протамина сульфата. В большинстве случаев неэффективной коррекции следует возобновить ИК и устранить диагностированный дефект хирургическим путем. Однако некоторые варианты дисфункции митрального клапана после его пластики могут быть купированы и консервативно. Примером, который мы наблюдали у одного из наших больных, является представленное на рис. 4. нарушение внутрисердечной гемодинамики после миниинвазивной пластики митрального клапана опорным кольцом Карпантье (больной Г., 34 года). В данном случае при окончании ИК обнаружили, что достаточно большая передняя створка митрального клапана (ПСМК) и ее хорда в систолу совершают патологическое движение в направлении корня аорты, вызывая обструкцию выводящего тракта левого желудочка (ВТЛЖ) и несостоятельность собственно митрального клапана. Зарегистрировали митральную регургитацию 4 степени и градиент на ВТЛЖ 74 мм рт. ст.

Указанное осложнение пластики митрального клапана описывают многие авторы, отмечая его достаточно распространенный характер [21]. Способствующими этому факторами считают как размер ПСМК, так и систолическую гиперфункцию левого желудочка на фоне гиповолемии, гипертрофию базального отдела межжелудочковой перегородки. В большинстве случаев восстановление нормальной функции митрального клапана и внутрисердечной гемодинамики достигают, используя волевическую нагрузку, отменяя симпатомиметические кардиотоники и назначая бета-блокаторы [21]. В представленном наблюдении указанные лечебные меры: отмена 4 мкг/кг/мин добутамин, нагнетание 800 мл перфузата по артериальной магистрали из оксигенатора и введение 0,12 мг/кг метопролола — оказались эффек-



**Рис. 4. Больной Г.: Обструкция выводящего тракта левого желудочка передней створкой митрального клапана после пластики кольцом Карпантье.**

**Примечание:** Ао — аорта; ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие; ПСМК — передняя створка митрального клапана.

тивными и достаточными для устранения указанного осложнения уже в интраоперационном периоде.

При эхокардиографическом мониторинге функции миокарда в постперфузионном периоде следует особое внимание уделять правому желудочку, что связано с наличием ЛП и применением однологочной вентиляции. Последняя может существенно ухудшать условия для ультразвуковой визуализации сердца. Кинетику желудочков сердца, в том числе правого, можно оценивать в трансагстральной позиции «по короткой оси» и в четырехкамерной позиции [20].

## Заключение

Миниинвазивные вмешательства на клапанах сердца требуют разносторонней квалификации анестезиологов и перфузиологов, сопряжены с риском специфических осложнений. Данные операции, по сравнению со стандартными, связаны с более длительными сроками ИК и пережатия аорты, а также повышенной вероятностью церебральной гипоксии во время перфузии. Указывают на более высокий риск поражений головного мозга в данной клинической ситуации. Вместе с тем, после миниинвазивных операций на клапанах сердца в клиниках с большим опытом таких вмешательств регистрируют сниженные сроки ИВЛ, пребывания в реанимационном отделении и стационаре, возвращения к обычной жизнедеятельности [1].

Полагаем, что качество анестезиологического пособия играет важную роль в реализации преимуществ миниинвазивной хирургии и профилактике ее специфических осложнений.

Литература

- Cheng D.C., Martin J., Lal A., Diegeler A., Folliguet T.A., Nifong L.W., Perier P., Raanani E., Smith J.M., Seeburger J., Falk V. Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery. A meta-analysis and systematic review. *Innovations (Phila)*. 2011; 6 (2): 84–103.
- Krakov R. Endoscopic mitral valve surgery: Handbook of minimal-invasive cardiac surgery. Berlin, Boston: Walter de Gruyter; 2011: 135.
- Нарсия Б.Е., Атрошенко Г.В. Минимально инвазивная хирургия пороков митрального клапана (обзор литературы). *Бюл. НИЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН*. 2009; 10 (3): 42–53.
- Бокерия Л.А., Скопин И.И., Нарсия Б.Е., Муратов Р.М., Утегалиев Т.И., Атрошенко Г.В., Машимбаев Е.К. Клинический опыт применения минимально инвазивной техники у больных с приобретенными пороками митрального клапана. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2011; 2: 14–19.
- Козлов И.А., Романов А.А., Дзыбинская Е.В., Баландюк А.Е. Коррекция нарушения оксигенирующей функции легких при ранней активизации кардиохирургических больных. *Общая реаниматология*. 2009; 5 (2): 37–43.
- Yap C-H., Mohajeri M., Yui M. Obesity and early complications after cardiac surgery. *Med. J. Aust.* 2007; 186 (7): 350–354.
- Выжигина М.А., Курилова О.А., Рябова О.С., Титов В.А., Жукова С.Г., Паршин В.Д. Сравнительная характеристика кетамина и пропофола в условиях искусственной однологочной вентиляции при торакальных операциях. *Анестезиология и реаниматология*. 2012; 3: 14–18.
- Cohen E. Management of one-lung ventilation. *Anesthesiol. Clin. North America*. 2001; 19 (3): 475–495.
- Lohser J. Evidence-based management of one-lung ventilation. *Anesthesiol. Clin.* 2008; 26 (2): 241–272.
- Ruetzler K., Grubhofer G., Schmid W., Papp D., Nabecker S., Hutschala D., Lang G., Hager H. Randomized clinical trial comparing double-lumen tube and EZ-Blocker® for single-lung ventilation. *Br. J. Anaesth.* 2011; 106 (6): 896–902.
- Мороз В.В., Власенко А.В., Яковлев В.Н., Алексеев В.Г. Оптимизация ПДКВ у больных с острым респираторным дистресс-синдромом, вызванным прямыми и непрямими повреждающими факторами. *Общая реаниматология*. 2012; 8 (3): 5–13.
- Jameel S., Colah S., Klein A.A. Recent advances in cardiopulmonary bypass techniques. *Contin. Educ. Anaesth. Crit. Care Pain*. 2010; 10 (1): 20–23.
- Brown S.M., Fennigkoh L., Gerrits R., Hietpas M., Tritt C. A model of venous return while utilizing vacuum assist during cardiopulmonary bypass. *J. Extra Corpor. Technol.* 2003; 35 (3): 224–229.
- Sidebotham D., McGeorge A., McGuinness S., Edwards M., Willcox T., Beca J. Extracorporeal membrane oxygenation for treating severe cardiac and respiratory failure in adults: Part 2 – technical considerations. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2010; 24 (1): 164–172.
- Moon H.S., Lee S.K., Kim Y.M. Severe hypercapnia during cardiopulmonary bypass due to carbon dioxide insufflation: A case report. *Korean J. Anesthesiol.* 2008; 54 (1): 94–97.
- Шепелюк А.Н., Клыпа Т.В., Никифоров Ю.В. Церебральная оксиметрия в кардиохирургии. *Общая реаниматология*. 2012; 8 (2): 67–73.
- Шепелюк А.Н., Клыпа Т.В., Никифоров Ю.В. Церебральная оксиметрия для прогнозирования неврологической дисфункции у кардиохирургических пациентов. *Общая реаниматология*. 2011; 7 (1): 48–54.
- Trowbridge C.C., Vasquez M., Stammers A.H., Glowowski K., Tremain K., Niimi K., Muhle M., Yiang T. The effects of continuous blood gas monitoring during cardiopulmonary bypass: A prospective randomised study, Parts I and II. *J. Extra Corpor. Technol.* 2000; 32 (3): 120–137.
- Таричко Ю.В., Родионова Л.В., Веретник Г.И., Дандарова Ж.Б. Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография в диагностике специфических осложнений протезирования клапанов сердца. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2007; 5: 15–18.
- Козлов И.А., Кричевский Л.А., Дзыбинская Е.В., Харламова И.Е. Чреспищеводная эхокардиография в оценке показаний и противопоказаний к ранней активизации после реваскуляризации миокарда. *Общая реаниматология*. 2011; 7 (1): 42–47.
- Ibrahim M., Rao C., Ashrafian H., Chaudhry U., Darzi A., Athanasiou T. Modern management of systolic anterior motion of the mitral valve. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 41 (6): 1260–1270.
- Narsiya B.E., Atroshchenko G.V. Minimalno invazivnaya khirurgiya porokov mitralnogo klapana (obzor literaturey). [Minimally invasive mitral valve surgery (a review of literature)]. *Byulleten Nauchnogo Tsentra Serdechno-Sosudistoi Khirurgii im. A.N.Bakuleva RAMN*. 2009; 10 (3): 42–53. [In Russ.]
- Bokeriya L.A., Skopin I.I., Narsiya B.E., Muratov R.M., Utegaliev T.I., Atroshchenko G.V., Mashimbaev E.K. Klinichesky opyt primeneniya minimalno invazivnoi tekhniki u bolnykh s priobretennymi porokami mitralnogo klapana. [Clinical experience in using minimally invasive techniques in patients with acquired mitral valve disease]. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2011; 2: 14–19. [In Russ.]
- Kozlov I.A., Romanov A.A., Dzybinskaya E.V., Balandyuk A.E. Korrektsiya narusheniya oksigeniruyushchei funktsii legkikh pri rannei aktivizatsii kardiokhirurgicheskikh bolnykh. [Correction of pulmonary oxygenizing dysfunction during early activation of cardio-surgical patients]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2009; 5 (2): 37–43. [In Russ.]
- Yap C-H., Mohajeri M., Yui M. Obesity and early complications after cardiac surgery. *Med. J. Aust.* 2007; 186 (7): 350–354.
- Vyzhigina M.A., Kurilova O.A., Ryabova O.S., Titov V.A., Zhukova S.G., Parshin V.D. Sravnitel'naya kharakteristika kетамина i propofola v usloviyakh iskusstvennoi odnolegochnoi ventilyatsii pri torakal'nykh operatsiyakh. [Comparative characteristics of ketamine and propofol under one-lung ventilation during thoracic surgery]. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2012; 3: 14–18. [In Russ.]
- Cohen E. Management of one-lung ventilation. *Anesthesiol. Clin. North America*. 2001; 19 (3): 475–495.
- Lohser J. Evidence-based management of one-lung ventilation. *Anesthesiol. Clin.* 2008; 26 (2): 241–272.
- Ruetzler K., Grubhofer G., Schmid W., Papp D., Nabecker S., Hutschala D., Lang G., Hager H. Randomized clinical trial comparing double-lumen tube and EZ-Blocker® for single-lung ventilation. *Br. J. Anaesth.* 2011; 106 (6): 896–902.
- Moroz V.V., Vlasenko A.V., Yakovlev V.N., Alekseyev V.G. Optimizatsiya PDKV u bolnykh s ostrym respiratornym distress-sindromom, vyzvanym pryamymi i nepryamymi povrezhdayushchimi faktorami. [Optimization of positive end-expiratory pressure in patients with acute respiratory distress syndrome caused by direct and indirect damaging factors]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2012; 8 (3): 5–13. [In Russ.]
- Jameel S., Colah S., Klein A.A. Recent advances in cardiopulmonary bypass techniques. *Contin. Educ. Anaesth. Crit. Care Pain*. 2010; 10 (1): 20–23.
- Brown S.M., Fennigkoh L., Gerrits R., Hietpas M., Tritt C. A model of venous return while utilizing vacuum assist during cardiopulmonary bypass. *J. Extra Corpor. Technol.* 2003; 35 (3): 224–229.
- Sidebotham D., McGeorge A., McGuinness S., Edwards M., Willcox T., Beca J. Extracorporeal membrane oxygenation for treating severe cardiac and respiratory failure in adults: Part 2 – technical considerations. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2010; 24 (1): 164–172.
- Moon H.S., Lee S.K., Kim Y.M. Severe hypercapnia during cardiopulmonary bypass due to carbon dioxide insufflation: A case report. *Korean J. Anesthesiol.* 2008; 54 (1): 94–97.
- Shepelyuk A.N., Klypa T.V., Nikiforov Yu.V. Tserеbral'naya oksimetriya v kardiokhirurgii. [Cerebral oximetry in cardiac surgery]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2012; 8 (2): 67–73. [In Russ.]
- Shepelyuk A.N., Klypa T.V., Nikiforov Yu.V. Tserеbral'naya oksimetriya dlya prognozirovaniya nevrologicheskoi disfunktsii u kardiokhirurgicheskikh patsientov. [Cerebral oximetry for the prediction of neurological dysfunction in cardio-surgical patients]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2011; 7 (1): 48–54. [In Russ.]
- Trowbridge C.C., Vasquez M., Stammers A.H., Glowowski K., Tremain K., Niimi K., Muhle M., Yiang T. The effects of continuous blood gas monitoring during cardiopulmonary bypass: A prospective randomised study, Parts I and II. *J. Extra Corpor. Technol.* 2000; 32 (3): 120–137.
- Tarichko Yu.V., Rodionova L.V., Veretnik G.I., Dandarova Zh.B. Intraoperatsionnaya chrespishchevodnaya ekhokardiografiya v diagnostike spetsificheskikh oslozhnenii protezirovaniya klapanov serdtsa. [Intraoperative transesophageal echocardiography in the diagnosis of specific complications from cardiac valve replacement]. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2007; 5: 15–18. [In Russ.]
- Kozlov I.A., Krichevsky L.A., Dzybinskaya E.V., Kharlamova I.E. Chrespishchevodnaya ekhokardiografiya v otsenke pokazanii i protivopokazanii k rannei aktivizatsii posle revaskulyarizatsii miokarda. [Transesophageal echocardiography in the assessment of indications for and contraindications to early activation after myocardial revascularization]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2011; 7 (1): 42–47. [In Russ.]
- Ibrahim M., Rao C., Ashrafian H., Chaudhry U., Darzi A., Athanasiou T. Modern management of systolic anterior motion of the mitral valve. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 41 (6): 1260–1270.

References

- Cheng D.C., Martin J., Lal A., Diegeler A., Folliguet T.A., Nifong L.W., Perier P., Raanani E., Smith J.M., Seeburger J., Falk V. Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery. A meta-analysis and systematic review. *Innovations (Phila)*. 2011; 6 (2): 84–103.
- Krakov R. Endoscopic mitral valve surgery: Handbook of minimal-invasive cardiac surgery. Berlin, Boston: Walter de Gruyter; 2011: 135.

Поступила 22.03.13