

## Выбор тактики респираторной поддержки в период искусственного кровообращения у кардиохирургических пациентов (пилотное исследование)

А. Ю. Кириллов<sup>1\*</sup>, А. Г. Яворовский<sup>1</sup>, М. А. Выжигина<sup>1</sup>, Р. Н. Комаров<sup>1</sup>,  
П. В. Ногтев<sup>1</sup>, П. С. Багдасаров<sup>1</sup>, Д. А. Яворовская<sup>1</sup>,  
Е. Ю. Халикова<sup>1</sup>, Е. Л. Буланова<sup>1</sup>, Е. М. Миербеков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова Минздрава России, Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

<sup>2</sup> Национальный научный центр хирургии им. А. Н. Сызганова, Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. Желтоксан, д. 62

**Для цитирования:** А. Ю. Кириллов, А. Г. Яворовский, М. А. Выжигина, Р. Н. Комаров, П. В. Ногтев, П. С. Багдасаров, Д. А. Яворовская, Е. Ю. Халикова, Е. Л. Буланова, Е. М. Миербеков. Выбор тактики респираторной поддержки в период искусственного кровообращения у кардиохирургических пациентов (пилотное исследование). *Общая реаниматология*. 2022; 18 (3): 4–10. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-3-4-10> [На русск. и англ.]

### Резюме

В кардиоанестезиологии на данный момент единая тактика респираторной поддержки в период искусственного кровообращения (ИК) не определена.

**Цель исследования.** Изучение возможных вариантов респираторной поддержки в период ИК и выявление наиболее эффективного метода, способного уменьшить частоту развития послеоперационных легочных осложнений.

**Материалы и методы.** В пилотное исследование включили 90 кардиохирургических пациентов, которых разделили на группы. В группе СРАР (постоянное положительное давление в дыхательных путях) во время ИК обеспечивали положительное давление в дыхательных путях 5 см вод. ст. В группе VC продолжали искусственную вентиляцию легких в период ИК редуцированным дыхательным объемом 3 мл/кг, ЧДД 6 мин<sup>-1</sup>, РЕЕР 5 см вод. ст. В группе апноэ пациентам не проводили респираторную поддержку (разгерметизировали дыхательный контур).

**Результаты.** В группе апноэ и группе СРАР на этапе окончания ИК отметили снижение ИО по сравнению с исходными значениями. В группе апноэ с 316,31±81,76 до 230,10±102,48, в группе с СРАР 319,37±80,01 до 223,17±152,36 ( $p<0,001$ ). В группе VC статистически значимых изменений данного показателя не отметили. Частота применения рекрутмент-маневров после окончания ИК для коррекции нарушенной оксигенирующей функции легких была максимальной у пациентов группы апноэ — 22 случая (73%), в группе СРАР она составила 13 случаев (43%), а в группе VC — 5 (16%) ( $p<0,001$ ). Частота развития ателектазов легких по данным Rg-исследований в послеоперационном периоде в группе апноэ, СРАР, VC составило 47; 37; 10% соответственно, и также статистически различалась ( $p=0,006$ ).

**Заключение.** Методикой выбора респираторной поддержки у кардиохирургических пациентов во время ИК является малообъемная вентиляция легких.

**Ключевые слова:** респираторная поддержка; искусственное кровообращение; искусственная вентиляция легких; легочные осложнения; кардиохирургия; профилактика осложнений

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Choice of Respiratory Support During Cardiac Bypass in Cardiac Surgical Patients (Pilot Study)

Alexander Yu. Kirillov<sup>1\*</sup>, Andrey G. Yavorovsky<sup>1</sup>, Margarita A. Vyzhigina<sup>1</sup>,  
Roman N. Komarov<sup>1</sup>, Pavel V. Nogtev<sup>1</sup>, Pavel S. Bagdasarov<sup>1</sup>, Dariya A. Yavorovskaya<sup>1</sup>,  
Elena Yu. Khalikova<sup>1</sup>, Ekaterina L. Bulanova<sup>1</sup>, Yergali M. Miyerbekov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of Russia, 8 Trubetskaya Str., Bldg. 2, 119991 Moscow, Russia  
<sup>2</sup> A.N. Syzganov National Scientific Center for Surgery, 62 Zheltoksan Str., 050000 Almaty, Kazakhstan

### Summary

Currently, there is no uniform respiratory support strategy during cardiopulmonary bypass (CPB) in cardiac anesthesiology.

**The aim of the study** was to examine possible variants of respiratory support during CPB and determine the most effective technique capable to reduce the incidence of postoperative pulmonary complications.

Адрес для корреспонденции:

Александр Юрьевич Кириллов  
E-mail: Ziglor5@gmail.com

Correspondence to:

Alexander Yu. Kirillov  
E-mail: Ziglor5@gmail.com

**Material and methods.** Ninety cardiac surgery patients were enrolled in the pilot study and divided into groups (CPAP, VC, and apnea). In the CPAP group, positive airway pressure of + 5 cm H<sub>2</sub>O was maintained during CPB. The VC group patients underwent mechanical ventilation during CPB with a reduced tidal volume of 3 mL/kg, respiratory rate of 6/min, and REER of + 5 cm H<sub>2</sub>O. In the apnea group, patients received no respiratory support (non-rebreathing system).

**Results.** In both the apnea and CPAP (constant positive airway pressure) group, there was a decrease in oxygenation index (OI) at the end of the CPB compared with baseline values. In the apnea group, the OI dropped from 316.31±81.76 to 230.10±102.48, while in the CPAP group it decreased from 319.37±80.01 to 223.17±152.36 ( $P<0.001$ ). No significant changes in this parameter were observed in the VC group. The frequency of recruitment maneuvers after CPB to correct the impaired respiratory oxygenation was maximal in patients from apnea group (22 cases (73%) versus 13 cases (43%) in the CPAP group and 5 cases (16%) in the VC group) ( $P<0.001$ ). Frequency of pulmonary atelectasis on chest radiology in postoperative period was 47, 37, 10% in apnea, CPAP, and VC groups, respectively, and the difference was also significant ( $P=0.006$ ).

**Conclusion.** Low-volume ventilation is the preferable method of respiratory support in cardiac surgery patients during CPB.

**Keywords:** respiratory support; cardiopulmonary bypass; mechanical lung ventilation; pulmonary complications; cardiac surgery; prevention of complications

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

The full text version of the paper is available at [www.reanimatology.com](http://www.reanimatology.com).

## Введение

Согласно исследованиям, при разработке органопротективных методик в кардиоанестезиологии, и в частности методик, направленных на защиту легочной системы в период искусственного кровообращения (ИК), на данный момент ведется поиск оптимальной респираторной тактики.

Однако единой концепции респираторной поддержки к настоящему времени до сих не выработано. Это подтверждается и данными опубликованных за рубежом опросов кардиоанестезиологов, согласно которым в подавляющем большинстве центров (75%) ИВЛ во время ИК прекращается [1, 2], в оставшихся случаях основными видами респираторной поддержки в период ИК являются CPAP с различным уровнем давления (от 5 до 15 см вод. ст.) и низкочастотная, малообъемная вентиляция легких [1–4].

Ранее мы представляли результаты двух вариантов респираторного ведения пациентов в период ИК [5], в данной же работе, основываясь на предыдущих и новых данных, представили и сравнили результаты уже 3-х вариантов.

Таким образом, цель пилотного исследования — изучение возможных вариантов респираторной поддержки в период ИК с определением наиболее эффективным методом, способным уменьшить частоту развития послеоперационных легочных осложнений.

## Материал и методы

**Дизайн исследования.** Проспективное пилотное исследование с параллельными группами, одобренное локальным этическим комитетом Сеченовского университета.

**Критерии включения/исключения.** В исследование включили пациентов, которые соответствовали следующим критериям:

- возраст от 18 лет;
- подписанное информированное добровольное согласие;

- плановая первичная кардиохирургическая операция с остановкой сердца и проведением ИК.

Из исследования исключили пациентов в случае отказа от участия в исследовании, по тем или иным причинам, на любом из этапов исследования;

В исследование не включили пациентов, у которых:

- планировали торакотомический доступ с одноплеменной вентиляцией;
- до операции проводили ИВЛ;
- в анамнезе — выполнено оперативное вмешательство с резекцией доли легкого или пульмонэктомия;
- беременность.

### Точки исследования.

В качестве первичной точки исследования эффективность выбранной методики респираторной поддержки во время искусственного кровообращения оценивали по индексу оксигенации (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>) на разных этапах операции:

- T1 — после интубации трахеи и начала ИВЛ,
- T2 — перед началом искусственного кровообращения,
- T3 — после завершения ИК,
- T4 — конец операции,
- T5 — непосредственно после поступления в отделение интенсивной терапии,
- T6 — через 6 часов после поступления в ОРИТ,
- T7 — через 12 часов нахождения в ОРИТ.

В качестве вторичных точек оценивали частоту развития послеоперационных респираторных осложнений (ателектаз, пневмония и т. д.), фиксировали необходимость применения и количество рекритурующих маневров легких во время операции и в ОРИТ, длительность ИВЛ после операции, частоту проведения неинвазивной вентиляции легких после экстубации трахеи, случаи реинтубации трахеи, продолжительность пребывания в ОРИТ, госпитализации и летальность.

Кроме того, у части пациентов каждой группы оценивали объем внесосудистой жидкости в легких (ОВЖЛ), используя методику транспульмональной

термодиллюции (ТТ). Для этого катетеризировали правую внутреннюю яремную вену, в бедренную артерию вводили катетер с термистором PICCO 5F 20 см, после чего во время операции на этапах Т2 и Т3 с помощью прибора «PICCOplus» (PULSION Medical Systems, Германия) регистрировали параметры ОБЖЛ.

#### Группы пациентов и методики.

Всех включенных в исследование пациентов методом конвертов распределяли в одну из трех групп исследования. «Ослепляли» в данном исследовании пациента, лечащего врача (в случае, если он не входил в состав оперирующей бригады), врача отделения реанимации.

- В 1-й ( $n = 30$ ) группе СРАР (постоянное положительное давление в дыхательных путях) во время искусственного кровообращения в дыхательных путях поддерживали постоянное положительное давление равное 5 см вод. ст., для этого применяли наркозно-дыхательный аппарат (GE Avance CS2, США).

- Во 2-й ( $n = 30$ ) группе исследования (VC) в период ИК пациентам продолжали искусственную вентиляцию легких редуцированными объемами (ДО 3 мл/кг идеальной массы тела), с ЧДД — 6 мин<sup>-1</sup>, РЕЕР 5 см вод. ст., для этого применяли наркозно-дыхательный аппарат (GE Avance CS2, США).

- В 3-й ( $n = 30$ ) группе исследования (апноэ) пациентам не проводили респираторную поддержку.

В группах респираторной поддержки во время ИК использовали кислородно-воздушную смесь с FiO<sub>2</sub> 21%.

Во время операции (за исключением искусственного кровообращения), всем пациентам с помощью наркозно-дыхательного аппарата (GE Avance CS2, США) проводили протективную ИВЛ с управлением по объему. Целевые параметры: ДО 6–8 мл/кг идеальной массы тела, I : E = 1 : 2, ЧДД 12–16 мин<sup>-1</sup>, РЕЕР 4–8 см вод. ст., FiO<sub>2</sub> дыхательной смеси 50%. EtCO<sub>2</sub> 34–36 мм рт. ст. Пиковое давление в дыхательных путях не превышало значений 30 см вод. ст.

В ОРИТ проводили протективную ИВЛ аппаратами Puritan Bennett 840 (Medtronic, США), Dräger Savina 300 (Dräger, Германия) с параметрами 6–8 мл/кг идеальной массы тела, I:E=1:2, ЧДД и МОД выбирали в зависимости от показателей результатов газов арт. крови при поступлении пациента, РЕЕР 6–8 см вод. ст., FiO<sub>2</sub> дыхательной смеси — 50%. Пиковое давление в дыхательных путях не превышало значений 30 см вод. ст.

Искусственное кровообращение осуществляли S-3 с интегрированной приставкой газоанализатором в реальном времени CDI500 и оксигенатором Dideco 703. Для защиты миокарда во время пережатия аорты использовали кровяную кардиоплегию по Калафиоре. Объемную скорость перфузии выбирали в зависимости от поверхности тела пациента и ее значения колебались в пределах 4,3–5,3 л/мин. Перфузию проводили в режиме нормотермии (Т тела не менее 35,3°C). При выполнении операции на дуге аорты применяли гипотермию, при достижении температуры 25°C начинали циркуляторный арест и проводили антеградную перфузию головного

мозга 10 мл/кг/мин под контролем церебральной оксиметрии.

**Статистический анализ.** Для проведения статистического анализа полученных данных использовали программу Statistica 10, jamovi 2.2.5. Размер выборки пациентов предварительно не рассчитывали. Проверку характера распределения данных производили с использованием критерия Шапиро–Уилка. Для описания рядов полученных результатов исследования использовали следующие характеристики: медиана и межквартильный размах, среднее значение и стандартное отклонение. При проверке статистических гипотез критический уровень значимости установили на уровне 0,05. Для сравнения полученных результатов, в зависимости от типа распределения данных, межгруппового или внутригруппового анализа, применяли дисперсионный анализ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), критерий Краскела–Уоллиса, критерий Фридмана с тестом парного сравнения Durbin–Cоnover. Для оценки линейной зависимости между полученными показателями использовали критерий корреляции Пирсона или коэффициент ранговой корреляции Спирмена, для сравнения частот развития осложнений между группами — точный критерий Фишера.

## Результаты

Характеристику трех групп исследуемых пациентов представили в табл. 1.

Как следует из представленных данных, группы не различались между собой.

Динамику значений ИО в исследуемых группах в зависимости от этапа оперативного вмешательства представили в табл. 2.

При проведении внутригруппового анализа каждой из групп значимого снижения ИО по сравнению с исходом в группе VC (Т1 — 331,43±55,07) на всех исследуемых этапах не отметили.

Напротив, при оценке показателей ИО внутри группы СРАР отметили снижение значения этого параметра по сравнению с исходом на этапах Т3 и Т4 ( $p < 0,001$ ) (табл. 2).

Наиболее выраженную отрицательную динамику ИО фиксировали в группе апноэ. У пациентов этой группы этот параметр значимо снижался по сравнению с исходными значениями на всех этапах после окончания ИК (Т3) ( $p < 0,001$ ), кроме этапа Т7 ( $p = 0,21$ ) (табл. 2).

При проведении межгруппового анализа показателей ИО значимых различий до этапа Т3 не отметили. В свою очередь, на этапе Т3 (после проведения искусственного кровообращения) выявили статистически значимую разницу ( $p = 0,02$ ), причем максимальные значения ИО регистрировали в группе VC (289,60±100,32), в то время как в группе СРАР и апноэ наблюдали значимо меньшие значения ИО (223,17±152,36

Таблица 1. Демографическая и клиническая характеристика исследуемых больных ( $M \pm \sigma$ ).

Признаки	Значения признаков в группах			<i>p</i>
	CPAP ( <i>n</i> =30)	VC ( <i>n</i> =30)	апноэ ( <i>n</i> =30)	
Пол	70% муж ( <i>n</i> =21), 30% жен ( <i>n</i> =9)	60% муж ( <i>n</i> =18), 40% жен ( <i>n</i> =12)	63% муж ( <i>n</i> =19), 37% жен ( <i>n</i> =11)	0,71
Средний возраст (лет)	53,33±13,59	55,77±16,90	55,20±14,67	0,57
Обструктивные нарушения по данным спирометрии, <i>n</i> (%)	12 (40%)	11 (36%)	13 (43%)	0,25
Сахарный диабет в анамнезе, <i>n</i> (%)	3 (10%)	3 (10%)	4 (13%)	0,89
Продолжительность ИК (мин)	141,83±56,18	157,10±49,17	144,26±46,30	0,25
ГБ в анамнезе	12 (40%)	15 (50%)	14 (47%)	0,87
ИБС в анамнезе, <i>n</i> (%)	12 (40%)	15 (50%)	13 (43%)	0,73
ХОБЛ в анамнезе, <i>n</i> (%)	3 (10%)	3 (10%)	2 (7%)	0,87
Перенесенный ИМ в анамнезе, <i>n</i> (%)	6 (20%)	5 (17%)	5 (17%)	0,92
Оперативные вмешательства, <i>n</i> (%):				
• ПАК	12 (40%)	15 (50%)	11 (37%)	
• ПМК	6 (20%)	3 (10%)	4 (13%)	
• АШК	3 (10%)	9 (30%)	8 (27%)	
• МКШ	9 (30%)	3 (10%)	5 (17%)	
• Операция Бенталла—Де Боно	7 (23%)	5 (16%)	5 (16%)	
• Протезирование дуги аорты	2 (6%)	2 (6%)	1 (3%)	
• Операция Дэвида	1 (3%)	2 (6%)	1 (3%)	

Таблица 2. Динамика величины индекса оксигенации на различных этапах операции в исследуемых группах ( $M \pm \sigma$ ).

Группа исследования	Этапы операции						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
CPAP	319,37±80,01	319,43±56,48	223,17±152,36	275,27±90,03	324,03±115,81	319,67±61,18	326,77±60,44
VC	331,43±55,07	333,13±64,93	289,60±100,32	318,70±73,81	321,90±68,91	330,47±62,12	337,77±70,13
Апноэ	316,31±81,76	338,53±71,55	230,10±102,48	199,20±73,22	242,70±59,82	237,03±24,88	283,04±40,26
Значение <i>p</i>	0,98	0,32	0,02	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Таблица 3. Динамический комплайнс на различных этапах операции у больных исследуемых групп ( $M \pm \sigma$ ).

Группа исследования	Комплаинс		<i>p</i>
	в начале операции	в конце операции	
CPAP	42,8±9,37 мл/мм H <sub>2</sub> O	41,3±12,5 мл/мм H <sub>2</sub> O	0,26
VC	40,1±9,1 мл/мм H <sub>2</sub> O	39,7±8,07 мл/мм H <sub>2</sub> O	0,35
Апноэ	40,9±7,2 мл/мм H <sub>2</sub> O	32,6±11,3 мл/мм H <sub>2</sub> O	<0,001
Значение <i>p</i>	0,66	0,005	

и 230,10±102,48, соответственно). Подобные различия сохранялись на всех последующих этапах исследования (T4–T7), см. табл. 2.

Средние значения динамического комплайнаса у больных исследуемых групп представили в табл. 3.

Наблюдалось снижение комплайнаса в группе апноэ ( $p < 0,001$ ), при этом между всеми тремя исследуемыми группами также выявили статистически значимую разницу в конце операции ( $p = 0,005$  согласно проведенному одномерному дисперсионному анализу для независимых групп).

Вне зависимости от группы исследования у всех пациентов в послеоперационном периоде по данным рентгенографии органов грудной клетки или УЗИ плевральных полостей выявили жидкость в плевральных полостях. Однако необходимость выполнения плевральной пункции (показания определялись величиной диагностированного объема) различалась. Так в группе апноэ пункцию плевральной полости необходимо было выполнить у 13 пациентов (43%), в группе

CPAP — у 12 (40%), а в группе VC — у 8 (26%) ( $p = 0,37$  согласно проведенному тесту хи-квадрат для трех групп; по результатам точного теста Фишера для пар апноэ-VC  $p = 0,27$ , CPAP-VC  $p = 0,41$ , апноэ-CPAP  $p = 1$ ).

По данным выполненных рентгенографических исследований относительное число пациентов с выявленными ателектазами в послеоперационном периоде в группах апноэ, CPAP, VC составило 47, 37, 10% соответственно ( $p = 0,006$  согласно проведенному тесту хи-квадрат для трех групп; по результатам точного теста Фишера для пар апноэ-VC  $p = 0,003$ , CPAP-VC  $p = 0,03$ , апноэ-CPAP  $p = 0,6$ ).

Рекрутмент-маневры после окончания ИК (T3) для коррекции нарушенной оксигенирующей функции легких максимально часто применяли у пациентов группы апноэ — 22 случая (73%), в группе CPAP — 13 (43%), а в группе VC — 5 (16%) ( $p < 0,001$  согласно проведенному тесту хи-квадрат для трех групп; по результатам точного теста Фишера для пар апноэ-VC  $p < 0,001$ , CPAP-VC  $p = 0,47$ , апноэ-CPAP  $p = 0,03$ ).

**Таблица 4. Динамика значений ОВЖЛ ( $M \pm \sigma$ ).**

Группа исследования	ОВЖЛ	
	до ИК	после ИК
CPAP	3,07±0,29 мл/кг	5,60±0,94 мл/кг
VC	2,32±0,30 мл/кг	4,27±0,70 мл/кг
Апноэ	2,58±0,49 мл/кг	6,25±0,86 мл/кг

Аналогичные результаты получили и в послеоперационном периоде: частота применения методики «открытия легких» в группе «апноэ» составила 66%, в группе CPAP 26% и группе VC 7% ( $p < 0,001$  согласно проведенному тесту хи-квадрат для трех групп; по результатам точного теста Фишера для пар апноэ-VC  $p < 0,001$ , CPAP-VC  $p = 0,07$ , апноэ-CPAP  $p = 0,004$ ).

Проведение сеансов неинвазивной вентиляции легких (НИВЛ) после прекращения ИВЛ требовалось у 2 пациентов в группе CPAP, в группе VC таких пациентов не было, при этом в группе апноэ число таких пациентов составило 9 (30%). Реинтубация трахеи и перевод на ИВЛ в связи с развитием дыхательной недостаточности требовались только у одного пациента группы CPAP и двух пациентов группы апноэ.

Различий продолжительности послеоперационной ИВЛ между группами исследования не выявили.

У 7 пациентов каждой исследуемой группы определили величину ОВЖЛ (табл. 4).

Согласно полученным данным, за время проведения ИК ОВЖЛ увеличился относительно исходных величин во всех группах исследования. Следует подчеркнуть, что наиболее выраженный рост ОВЖЛ (на 152%) регистрировали в группе апноэ, при этом среднее значение данного показателя составило на этапе после ИК 6,25±0,86 мл/кг. В группе VC и CPAP рост ОВЖЛ был гораздо менее выражен (на 86,6% и 85,6%, соответственно). Средние значения данного показателя на этапе Т3 составили 4,27±0,70 мл/кг и 5,6±0,94 мл/кг, соответственно.

Длительность пребывания в ОРИТ больных всех групп была практически одинакова (группа апноэ 31,76±12,68 ч., CPAP — 31,93±14,25 ч., VC — 30,70±11,59 ч.).

Средняя продолжительность госпитализации после оперативного вмешательства в группе апноэ составила 15,86±5,12 сут., CPAP — 16,53±6,48 сут., в группе VC — 13,57±5,38 сут. и не различалась между группами.

### Обсуждение

Известно, что у кардиохирургических пациентов, перенесших искусственное кровообращение, одним из факторов, влияющим на оксигенирующую функцию легких в послеоперационном периоде, является ателектазирование легочной ткани. Другим фактором, оказывающим влияние на оксигенацию венозной

крови является накопление в период ИК внесосудистой жидкости легких [6–10].

Безусловно, существуют и другие причины развития ателектазов в послеоперационном периоде, такие как: неадекватные параметры вентиляции, выраженный болевой синдром из-за ретракции грудины, наличия средостенных и плевральных дренажей [11, 12]. Имобилизация, усиление боли при попытке глубокого вдоха и кашле негативно влияет на механику дыхания [13], делая его поверхностным, что, в свою очередь, снижает альвеолярную вентиляцию и уменьшает количество невентилируемых сегментов легких и, соответственно, увеличивает без того высокий риск развития послеоперационных легочных осложнений [12]. На частоту развития послеоперационных респираторных осложнений может также влиять характер операционного доступа. Так, по данным исследования В. А. Шмырева, и соавторов дыхательная недостаточность при коррекции митрального порока из миниинвазивного доступа была выявлена у 7,4% пациентов, тогда как при выборе стернотомного доступа случаев дыхательной недостаточности не отмечалось. Одной из наиболее частых причин данного осложнения, по мнению авторов, в группе малоинвазивного доступа служило ателектазирование (вплоть до тотального) правого легкого [14].

В выполненном исследовании подобные факторы были минимизированы — всем пациентам в условиях ОРИТ выполняли протективную ИВЛ до момента экстубации трахеи, а при необходимости, после ее экстубации, вспомогательную неинвазивную вентиляцию легких. Кроме того, в условиях ОРИТ постоянно контролировали послеоперационную боль и в зависимости от степени ее выраженности модифицировали мультимодальную анальгезию (целевые значения при оценке по ВАШ составляли  $< 4$  или  $< 2$  — по ВШ). Мультимодальная анальгезия позволяла достичь необходимой анальгезии с минимумом побочных эффектов [15]. Для послеоперационной анальгезии использовали кеторолак 30 мг в/в  $\times$  2–3 раза/сут. + парацетамол 1 г, в/в инфузия в течение 15 мин до 4 раз/сут. + опиоидные анальгетики: промедол в дозе 20 мг в/в или трамадол в дозе 100 мг в/в, в зависимости от степени выраженности болевого синдрома.

По данным различных исследователей, частота формирования ателектазов легких после

операций с ИК может достигать 54–92% [4], что согласуется с полученными результатами — у пациентов без респираторной поддержки во время ИК ателектазы в послеоперационном периоде выявили в 47% случаев, что значительно чаще по сравнению с пациентами, которым проводили СРАР или малообъемную ИВЛ (СРАР — 37%, VC — 10%). Различная степень ателектазирования в исследуемых группах, безусловно, является значимым фактором, влияющим на различные параметры, характеризующие функциональное состояние легочной системы в целом. Так, индекс оксигенации после окончания ИК и операции у больных, которым продолжали малообъемную вентиляцию легких (группы VC), был статистически значимо больше, чем в группе СРАР и в группе апноэ. Схожие данные представляют J. Gagnon и соавторы. В этом исследовании сравнили 2 группы пациентов, в одной из них во время ИК применяли ИВЛ с параметрами ДО 3 мл/кг и ПДКВ 0 см вод. ст., а в другой — вентиляцию легких в период искусственного кровообращения не применяли. В группе с малообъемной вентиляцией отмечались более высокие значения ИО и уменьшение продолжительности госпитализации, однако различия в частоте послеоперационных осложнений установлено не было [16]. Очень похожую по дизайну работу провели L. S. Nguyen и соавт., в которой сравнивались аналогичные группы пациентов, но оценивалась частота ателектазов. Согласно полученным результатам частота развития послеоперационных легочных осложнений (ателектазов) в этих группах статистически не различалась [3]. Напротив, в выполненной работе выявили различия в частоте случаев развития ателектазов: в группе апноэ — 47% случаев, в СРАР — 36,6%, а в группе VC — 10% ( $p=0,006$ ).

Хотелось бы отметить, что у пациентов группы «апноэ» в сравнении с другими группами для достижения нормальной оксигенирующей функции легких приходилось использовать гораздо больший объем коррегирующих мер: использовали более высокую фракцию кислорода непосредственно после периода ИК, чаще применяли рекрутирующие маневры. Более того, снижение оксигенирующей функции легких у пациентов группы «апноэ», далеко не всегда удавалось корригировать в операционной и в последующем, уже в ОРИТ, у данных пациентов отметили большую частоту эпизодов применения рекрутирующих маневров и проведения вспомогательной вентиляции легких после экстубации трахеи.

Другим фактором, нарушающим оксигенирующую функцию легких, как указывалось выше, может быть накопление ВЖЛ. Накопление этой жидкости зависит с одной стороны от

тактики инфузионной терапии в периоперационном периоде, с другой — от степени гемодилюции во время ИК. Следует подчеркнуть, что и по величине водного баланса, и по величине показателя гематокрита во время искусственного кровообращения больные исследуемых групп между собой не отличались. Отличие заключалось только в применяемой респираторной тактике во время ИК.

Следует остановиться еще на одном аспекте. Применение апноэ и СРАР во время искусственного кровообращения приводило к большему накоплению ОВСЖ по сравнению с малообъемной вентиляцией. Это, в свою очередь, приводило к значительному снижению показателей комплайнса, причем в группе апноэ данное снижение было статистически значимым ( $p<0,001$ ). Иными словами, при соблюдении равных условий (одинаковый гидробаланс и степень гемодилюции), респираторная тактика во время ИК влияет на накопление ВЖЛ. Это подтверждается результатами проведенного корреляционного анализа между полученными значениями ИО и ОВЖЛ на этапе после ИК у исследуемых групп пациентов. В ходе анализа получили среднюю отрицательную корреляцию ( $R -0,6512$ ,  $p<0,05$ ), что подтверждает значимость накопления ОВЖЛ в снижении индекса оксигенации. Наши данные аналогичны результатам, полученным в исследовании K. Iha и соавторы. При оценке ОВЖЛ на различных временных этапах (2, 4, 8, 24 и 48 часов) после операции с искусственным кровообращением были получены свидетельства о накоплении внесосудистой воды в легких [17]. J Boldt и соавторы регистрировали значения ОВЖЛ через 15 и 45 мин после окончания ИК. Согласно их данным, значения ОВЖЛ после проведения ИК нарастали, а значения  $PaO_2$  снижались [18].

К сожалению, накопление внесосудистой жидкости легких является неизбежным, ввиду проведения ИК, длительной ишемизации легких в условиях ограниченного коллатерального кровотока, механического воздействия на легочную ткань в операционном поле, выполнения массивных трансфузий. В этой связи чрезвычайно важно применять методы, снижающие ОВЖЛ. Согласно полученным результатам, положительно на это процесс можно повлиять, проводя малообъемную вентиляцию легких.

Хотелось бы обсудить еще один важный момент. Одной из проблем при осуществлении респираторной поддержки во время ИК может быть возникновение дискомфортных условий для работы хирурга, поскольку движение легких может мешать стабильности операционного поля. На это обращают внимание ряд исследователей [3], которые сообщают, что в 21,4% слу-

чаев хирургическая бригада просила прекратить ИВЛ при проведении основного этапа. В нашем же исследовании на фоне респираторной поддержке в виде малообъемной вентиляции хирурги испытывали некоторое неудобство в выполнении операции только в 10%. При этом случаев перехода с малообъемной ИВЛ на СРАР или апноэ в период искусственного кровообращения по просьбе хирургов не было.

### Заключение

Методикой выбора респираторной поддержки во время ИК у кардиохирургических пациентов является проведение малообъемной вентиляции легких. Об этом свидетельствуют:

— отсутствие у пациентов группы малообъемной вентиляции (VC), в отличие от групп апноэ и СРАР, статистически значимого снижения ИО на всех исследуемых этапах;

— меньшая частота случаев развития ателектазов в группе VC — 10%, (СРАР — 37%, апноэ — 47%);

— меньшая частота применения рекрутирующих маневров для коррекции оксигенирующей функции легких во время операции в группе VC — 16%, (СРАР — 43%, апноэ — 73%);

— снижение частоты применения рекрутирующих маневров для коррекции оксигенирующей функции легких после операции в группе VC — 7% (СРАР — 26%, апноэ — 66%).

### Литература

1. Fischer M.O., Courteille B., Guinot P.G., Dupont H., Gérard J.L., Hanouz J.-L., Lorne E.; collaboration of ARCOTHOVA, CARGO Groups. Perioperative ventilatory management in cardiac surgery: a French Nationwide Survey. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95 (9): e2655. DOI: 10.1097/MD.0000000000002655. PMID: 26945353.
2. Bignami E., Di Lullo A., Saglietti F., Guarnieri M., Pota V., Scolletta S., Volta C.A., Vetrugno L., Cavaliere F., Tritapepe L. Routine practice in mechanical ventilation in cardiac surgery in Italy. *J Thorac Dis*. 2019; 11 (4): 1571–1579. DOI: 10.21037/jtd.2019.03.04. PMID: 31179101.
3. Nguyen L. S., Estagnasie P., Merzoug M., Brusset A., Law Koune J.-D., Aubert S., Waldmann T., Naudin C., Grinda J.-M., Gibert H., Squara P. Low-tidal volume mechanical ventilation against no ventilation during cardiopulmonary bypass in heart surgery (MECANO): a randomized controlled trial. *Chest*. 2021; 159 (5): 1843–1853. DOI: 10.1016/j.chest.2020.10.082. PMID: 33217416.
4. Pasquina P., Merlani P., Granier J. M., Ricou B. Continuous positive airway pressure versus noninvasive pressure support ventilation to treat atelectasis after cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2004; 99 (4): 1001–1008. DOI: 10.1213/01.ane.0000130621.11024.97. PMID: 15385340.
5. Кириллов А.Ю., Яворовский А.Г., Выжигина М.А., Комаров Р.Н., Ногтев П.В., Багдасаров П.С., Халикова Е.Ю., Яворовская Д.А., Но И.И. Респираторная тактика во время искусственного кровообращения при кардиохирургических операциях. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2021; 18 (2): 40–47. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-2-40-47.
6. Szakmany T., Heigl P., Molnar Z. Correlation between extravascular lung water and oxygenation in ALI/ARDS patients in septic shock: possible role in the development of atelectasis? *Anaesth Intensive Care*. 2004; 32 (2): 196–201. DOI: 10.1177/0310057X0403200206. PMID: 15957716.
7. Emperador F. 4<sup>th</sup>, Bennett S.R., Gonzalez J., Saati A., Alsaywid B.S., Fernandez J.A. Extravascular lung water and effect on oxygenation assessed by lung ultrasound in adult cardiac surgery. *Cureus*. 2020; 12 (8): e9953. DOI: 10.7759/cureus.9953. PMID: 32983659.
8. Bendixen, H. H., Hedley-Whyte J., Laver, M. B. Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. *N Engl J Med*; 1963; 269 (19): 991–996. DOI: 10.1056/nejm196311072691901. PMID: 14059732.
9. Hedenstierna G., Tokics L., Strandberg Å., Lundquist H., Brismar B. Correlation of gas exchange impairment to development of atelectasis during anaesthesia and muscle paralysis. *Acta Anaesthesiologica Scand*. 1986; 30 (2): 183–191. DOI: 10.1111/j.1399-6576.1986.tb02393.x. PMID: 3085429.

10. Berkowitz D.M., Danai P.A., Eaton S., Moss M., Martin G.S. Accurate characterization of extravascular lung water in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2008; 36 (6): 1803–1809. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181743eeb. PMID: 18496374.
11. Спринджук М. В., Адзерихо И. Э., Лантева И. М., Дергачев А. В. Бронхолегочные осложнения в кардиохирургии. *Новости хирургии* 2008; 16: 149–157. eLIBRARY ID: 17974153.
12. Sasseron A. B., de Figueiredo L. C., Trova K., Cardoso A.L., Lima N.M.F.V., Olmos S.C., Petrucci O. Does the pain disturb the respiratory function after open heart surgery? *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009; 24 (4): 490–496. DOI: 10.1590/s0102-76382009000500010. PMID: 20305922.
13. Baumgarten, M. C. dos S., Garcia G. K., Frantzeski, M. H., Giacomazzi, C. M., Lagni, V. B., Dias, A. S., Monteiro, M. B. Pain and pulmonary function in patients submitted to heart surgery via sternotomy/Comportamento da dor e da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca via esternotomia. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. (in Eng /Port.) 2009; 24 (4): 497–505. DOI: 10.1590/s0102-76382009000500011. PMID: 20305923.
14. Шмырев В.А., Пономарев Д.Н., Перовский П.П., Богачев-Проккофьев А.В., Корнилов И.А., Ломиеворотов В.В. Особенности раннего периода после миниинвазивных кардиохирургических операций. *Общая реаниматология*. 2014; 10 (4): 74–81. DOI: 10.15360/1813-9779-2014-4-74-81.
15. Овечкин А. М., Баялиева А.Ж., Ежеская А.А., Еременко А.А., Заболотский Д.В., Заболотских И.Б., Карелов А.Е., Корячкин В.А., Спасова А.П., Хороненко В.Э., Уваров Д.Н., Ульрих Г.Э., Шадрин Р.В. Послеоперационное обезболивание. Клинические рекомендации. *Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова*. 2019; 4: 9–33. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-4-9-33.
16. Gagnon J., Laporta D., Béique F., Langlois Y., Morin J.-F. Clinical relevance of ventilation during cardiopulmonary bypass in the prevention of postoperative lung dysfunction. *Perfusion*. 2010; 25 (4): 205–210. DOI: 10.1177/0267659110373839. PMID: 20605871.
17. Iha K., Kojima K., Kuniyoshi Y., Akasaki M., Miyagi K., Shinya E., Ohmine Y., Shiroma H., Kina M., Kusaba A. [Extravascular lung water in patients after cardiac surgery]. *Nihon Kyubu Geka Gakkai Zasshi*. (in Japanese) 1993; 41 (3): 389–395. PMID: 8478565.
18. Boldt J., Kling D., von Bormann B., Scheld H.H., Hempelmann G. Resuscitation and extravascular lung fluid in cardiac surgery. [Reanimation und extravaskuläres Lungenwasser in der Herzchirurgie (in Germ.)]. *Anaesthesist*. 1988; 37 (2): 91–96. PMID: 3259113.

Поступила 20.12.2021  
Принята 14.04.2022