



Опыт применения высокочастотной вентиляции легких во время кардиохирургических операций с искусственным кровообращением

А. Ю. КИРИЛЛОВ, А. Г. ЯВОРОВСКИЙ, М. А. ВЫЖИГИНА, Р. Н. КОМАРОВ, В. А. АЛИЕВ, П. С. БАГДАСАРОВ, Д. А. ЯВОРОВСКАЯ, Р. С. КУШАНОВ, Е. А. ЛАРИЧЕВА

Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский университет), Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

В кардиохирургии частота развития различных послеоперационных осложнений, в том числе и легочных, остается на достаточно высоком уровне.

Цель: оценка эффективности применения высокочастотной искусственной вентиляции легких (ВЧ ИВЛ) во время искусственного кровообращения (ИК) как меры профилактики послеоперационных легочных осложнений в сравнении с малообъемной вентиляцией.

Материалы и методы. В исследование включено 60 кардиохирургических пациентов. Группа HF (ВЧ ИВЛ с контролем давления в дыхательных путях с частотой 300/мин, соотношением длительности вдоха и выдоха 1:2, средним давлением в дыхательных путях 8 мбар) и группа VC (вентиляция легких во время ИК с параметрами: дыхательный объем 3 мл/кг, частота дыхания 6/мин, положительное давление конца выдоха +5 см H₂O).

Результаты. Статистически значимой разницы между группами в отношении индекса оксигенации на всех этапах ведения пациентов не выявлено. Общее количество пациентов с выявленными ателектазами в послеоперационном периоде в группе VC составило 3 (9%), а в группе HF – 4 (12%) ($p = 0,71$). Частота применения рекрутмент-маневров после окончания ИК в группе VC – 5 (16%), HF – 6 (18%) ($p = 0,75$). Продолжительность послеоперационной ИВЛ не различалась между группами исследования.

Вывод. Проведение ВЧ ИВЛ в период ИК не имеет существенного преимущества перед малообъемной ИВЛ. Применение обоих режимов вентиляции сопровождается одинаковыми эффектами в отношении послеоперационной оксигенирующей функции легких.

Ключевые слова: респираторная поддержка, искусственное кровообращение, искусственная вентиляция легких, легочные осложнения, кардиохирургия, высокочастотная вентиляция

Для цитирования: Кириллов А. Ю., Яворовский А. Г., Выжигина М. А., Комаров Р. Н., Алиев В. А., Багдасаров П. С., Яворовская Д. А., Кушанов Р. С., Ларичева Е. А. Опыт применения высокочастотной вентиляции легких во время кардиохирургических операций с искусственным кровообращением // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2022. – Т. 19, № 6. – С. 41-47. DOI: 10.21292/2078-5658-2022-19-6-41-47

Experience of Using High-Frequency Lung Ventilation during Cardiopulmonary Bypass in Cardiac Surgery

A. YU. KIRILLOV, A. G. YAVOROVSKIY, M. A. VYZHIGINA, R. N. KOMAROV, V. A. ALIEV, P. S. BAGDASAROV, D. A. YAVOROVSKAYA, R. S. KUSHANOV, E. A. LARICHEVA

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

The incidence of various postoperative complications including pulmonary ones is at a high level in a cardiac surgery.

The objective: to evaluate the effectiveness of high-frequency lung ventilation during cardiopulmonary bypass as a preventive measure for postoperative pulmonary complications compared to low-volume lung ventilation.

Subjects and Methods. 60 patients undergoing cardiac surgery were included in the study. In HF Group (HF ventilation with airway pressure control at the frequency of 300/min, the ratio of duration of inhalation and exhalation is 1:2, mean airway pressure is 8 mbar) and VC Group (lung ventilation during CPB with parameters: tidal volume is 3 ml/kg, respiratory rate is 6/min, and positive end-expiratory pressure is +5 cm H₂O).

Results. No significant difference in the analysis of the oxygenation index were observed between groups. Frequency of pulmonary atelectasis on chest radiology in postoperative period made 3 (9%) in VC Group and 4 (12%) HF Group ($p = 0,71$). The frequency of intraoperative recruiting lung maneuvers was 5 (16%) in VC Group and 6 in HF Group (18%) ($p = 0,75$). The duration of postoperative ventilation did not differ between the groups.

Conclusion. HF mechanical ventilation during CPB has no significant advantage over low-volume mechanical ventilation. HF mechanical ventilation and low-volume mechanical ventilation has the same protective effect on the oxygenating function of the lungs after CPB.

Key words: respiratory support, cardiopulmonary bypass, artificial pulmonary ventilation, pulmonary complications, cardiac surgery, high-frequency lung ventilation

For citations: Kirillov A. Yu., Yavorovskiy A. G., Vyzhigina M. A., Komarov R. N., Aliev V. A., Bagdasarov P. S., Yavorovskaya D. A., Kushanov R. S., Laricheva E. A. Experience of using high-frequency lung ventilation during cardiopulmonary bypass in cardiac surgery. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2022, Vol. 19, no. 6, P. 41-47. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2022-19-6-41-47

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

Correspondence:
Aleksandr Yu. Kirillov
Email: Ziglor5@gmail.com

В кардиохирургии частота развития различных послеоперационных осложнений, в том числе и легочных, остается на достаточно высоком уровне. Это можно объяснить отягощенным соматическим

статусом пациентов, которым требуется выполнение кардиохирургической операции, сложностью и объемом оперативного вмешательства, необходимостью проведения искусственного кровообращения

(ИК), а также особенностями проведения анестезии в период ИК, в том числе респираторной тактики. В настоящее время нет общепринятого подхода к выбору режима вентиляции во время ИК. Применяют либо малообъемную искусственную вентиляцию легких (ИВЛ), либо СРАР или вообще не осуществляют вентиляцию [8, 9]. Установлено, что одной из причин легочных осложнений после кардиохирургических операций с ИК является ателектазирование легочной ткани, наблюдаемое в 16,6–88,0% случаев [7, 11]. Повлиять на частоту возникновения ателектазов, на наш взгляд, возможно путем применения различных режимов вентиляции легких в этот период. Одним из таких методов может быть высокочастотная (ВЧ) ИВЛ. Этот метод широко используется в торакальной хирургии при дифференцированной вентиляции оперируемого легкого [3]. При этом частота развития ателектазов составляет всего 2,9% [12].

Анализ исследований по применению ВЧ ИВЛ в торакальной хирургии показывает, что данный вид респираторной поддержки позволяет поддерживать воздушность легочной ткани, за счет эффекта вибромассажа микрососудистого русла благоприятно влияет на системную и легочную гемодинамику, микроциркуляцию в легких, способствует увеличению оттока лимфы из интерстициального пространства, что в результате улучшает оксигенацию [2].

Все вышеперечисленные эффекты ВЧ ИВЛ могут быть потенциально полезными в период ИК, когда коллабированные легкие в отсутствие перфузии по легочной артерии испытывают ишемическое повреждение.

Ранее мы представляли результаты различных вариантов респираторной поддержки во время ИК и пришли к выводу, что самой оптимальной методикой респираторной поддержки во время ИК является проведение малообъемной вентиляции легких [5].

Цель: оценка эффективности применения ВЧ ИВЛ во время ИК как меры профилактики послеоперационных легочных осложнений в сравнении с малообъемной вентиляцией, принятой в данной работе за золотой стандарт.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Проспективное контролируемое клиническое исследование. Одобрено локальным этическим комитетом Сеченовского университета.

Группы пациентов и методики

Основную группу (проспективное исследование) составили 32 кардиохирургических пациента, которым в период ИК проводили ВЧ ИВЛ. В контрольную группу включено 30 ранее проспективно обследованных кардиохирургических пациентов, которым во время ИК проводили малообъемную ИВЛ. В предыдущей нашей работе, в которой осуществлялась сравнительная оценка различных ме-

тодов респираторной тактики во время ИК, было показано, что малообъемная вентиляция имела существенные преимущества в отношении послеоперационной респираторной функции. Поэтому для сравнения с ВЧ ИВЛ была взята именно эта «лучшая» группа.

В группе HF во время ИК с помощью аппарата струйной ВЧ-вентиляции Twin Stream (Carl Reiner, Австрия) проводили ВЧ ИВЛ с частотой 300/мин, рабочим давлением 0,3–0,5 бар, соотношением длительности вдоха и выдоха 1:2; при этом среднее давление в дыхательных путях поддерживалось на уровне 8 мбар.

В группе VC в период ИК пациентам проводили ИВЛ редуцированными объемами (дыхательный объем (ДО) 3 мл/кг идеальной массы тела), с частотой дыхательных движений (ЧДД) 6/мин, РЕЕР +5 см H₂O, I:E – 1:2; для этого применяли наркотно-дыхательный аппарат (GE Avance CS2, США).

В обеих группах с целью исключения гипероксического повреждения легких использовали воздушную смесь с фракцией кислорода 21% [9].

Рекрутирующие маневры легких проводили пациентам в случае развития гипоксемии SpO₂ < 90% при FiO₂ ≤ 50%, снижения значений индекса оксигенации (ИО) более чем на 20% от предыдущих значений. С целью мобилизации альвеол пациенту ступенчато, контролируя показатели гемодинамики, повышали значение РЕЕР до +30 см H₂O на 30 с, с последующим постепенным снижением значений РЕЕР до 5–7 см H₂O.

Критерии включения/исключения. В исследование были включены все пациенты, которые соответствовали следующим критериям: возраст более 18 лет; подписанное информированное добровольное согласие на участие в исследовании; запланированная первичная кардиохирургическая операция с ИК.

В исследование *не включались* пациенты или исключались из него, если: пациент по тем или иным причинам отказывался от участия в исследовании; выполняли торакотомический доступ с вентиляцией одного легкого; уже проводилась ИВЛ до операции; в анамнезе было оперативное вмешательство с резекцией легкого или его доли; по данным спирометрии был выявлен обструктивный тип нарушения функции внешнего дыхания; проводимая респираторная поддержка затрудняла проведение оперативного вмешательства.

Точки исследования. Для оценки эффективности проводимых методик респираторной поддержки в качестве первичной точки исследования мы использовали величину ИО (PaO₂/FiO₂) на различных интра- и послеоперационных этапах ведения пациента: I – после индукции анестезии и начала ИВЛ, II – перед началом ИК, III – после окончания ИК, IV – в конце операции, V – после поступления в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), VI – через 6 ч нахождения в ОРИТ, VII – через 12 ч от поступления в ОРИТ.

В качестве вторичных точек исследования служили: оценка частоты развития послеоперационных респираторных осложнений (ателектазы, гидроторакс, пневмония и т. д.), частота применения рекрутирующих маневров легких во время операции и в ОРИТ, длительность ИВЛ после операции, частота проведения неинвазивной вентиляции легких после экстубации, частота случаев реинтубации, продолжительность пребывания в ОРИТ и госпитализации.

Кроме того, в группе HF проводили опрос хирургической бригады относительно комфортности работы на фоне ВЧ ИВЛ во время ИК. Для ранжирования ответов применяли следующую шкалу: 0 баллов – дискомфорта нет; 1 балл – дискомфорта нет, но хирург обращает внимание на появление подвижности плевральных полостей в операционном поле после подключения аппарата ВЧ ИВЛ, однако это не мешает проведению операции; 2 балла – дискомфорт, субъективно хирургу требуется короткая адаптация (не более 5 мин) к условиям работы в условиях проведения ВЧ ИВЛ непосредственно после начала ИК; 3 балла – дискомфорт от проведения ВЧ ИВЛ мешает проведению ряда манипуляций (проведение селективной кардиоopleгии, наложение швов при выполнении шунтирования коронарных артерий) или не позволяет проводить оперативное вмешательство.

Статистический анализ

Для проведения статистического анализа полученных данных использовалась программа Statistica 10. Проверка характера распределения данных закону нормального распределения производилась с использованием критерия Шапиро – Уилка. Для описания рядов полученных результатов исследования использованы следующие характеристики: медиана и межквартильный размах, среднее значение и стандартное отклонение. При проверке

статистических гипотез критический уровень значимости установлен на уровне 0,05. Для проведения межгруппового или внутригруппового анализа применили критерии Манна – Уитни, Уилкоксона, точный критерий Фишера.

Результаты

В соответствии с критериями на момент окончания исследования полностью его завершили 30 пациентов, 2 пациента были исключены из исследования ввиду прекращения ВЧ ИВЛ по просьбе хирургической бригады.

Как следует из представленных данных (табл. 1), группы по демографическим признакам не различались между собой.

В табл. 2 представлена динамика ИО на различных этапах операции. В обеих группах отмечено снижение ИО по сравнению с исходными величинами на III этапе. Так, у пациентов группы VC ИО снижался с $331,4 \pm 55,07$ до $289,6 \pm 100,32$ ($p = 0,049$), а в группе HF – с $332,83 \pm 52,19$ до $295 \pm 86,20$ ($p = 0,014$). К моменту окончания операции величина ИО возвращалась практически к исходному уровню и оставалась на этих значениях в течение всего послеоперационного периода.

При проведении межгруппового анализа показателей ИО было выявлено, что между группами значимых различий не отмечалось на всех этапах исследования (табл. 2).

Средние значения комплаенса у больных исследуемых групп представлены в табл. 3.

Согласно полученным результатам, внутри групп статистически значимых изменений комплаенса не наблюдается, также не отмечается различий относительно величины комплаенса и между группами (табл. 3).

Таблица 1. Демографическая и клиническая характеристика исследуемых больных (M ± σ)

Table 1. Demographic and clinical characteristics of the patients (M ± σ)

Признаки	VC (n = 30)	HF (n = 30)
Пол	60% муж (n=18), 40% жен (n=12)	53% муж (n=16), 47% жен (n=14)
Средний возраст, лет	55,77 ± 16,90	56,06 ± 12,44
Сахарный диабет в анамнезе, n (%)	3 (10%)	4 (13%)
Продолжительность ИК, мин	157,10 ± 49,17	151,37 ± 41,37
ГБ в анамнезе	15 (50%)	16 (53%)
ИБС в анамнезе, n (%)	15 (50%)	13 (47%)
ХОБЛ в анамнезе, n (%)	3 (10%)	0
Перенесенный ИМ в анамнезе, n (%)	5 (17%)	6 (20%)
Оперативные вмешательства, n (%):		
• ПАК	15 (50%)	9 (30%)
• ПМК	3 (10%)	7 (23%)
• АКШ	9 (30%)	11 (30%)
• МКШ	3 (10%)	4 (13%)
• операция Бенгалла – Де Боно	5 (16%)	3 (16%)
• протезирование дуги аорты	2 (6%)	1 (3%)
• операция Дэвида	2 (6%)	3 (9%)

Примечание: ПАК – протезирование аортального клапана; ПМК – протезирование митрального клапана; АКШ – аортокоронарное шунтирование; МКШ – маммарокоронарное шунтирование

Таблица 2. Динамика индекса оксигенации на различных этапах операции (M ± σ)

Table 2. Changes in the oxygenation index at different stages of the surgery (M ± σ)

Группа исследования	I	II	III	IV	V	VI	VII
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
HF	332,83 ± 52,19	333,8 ± 61,92	295 ± 86,2*	303,33 ± 66,57	327,80 ± 64,17	327,80 ± 55,26	340,23 ± 60,71
ρ между группами	0,99	0,87	0,97	0,66	0,92	0,99	0,57

Примечание: * – $p < 0,05$ внутри группы**Таблица 3.** COMPLIANCE (дин) на различных этапах операции у больных исследуемых групп (M ± σ)

Table 3. Changes in compliance at different stages of the surgery in patients from the studied groups (M ± σ)

Группа исследования	Комплаенс в начале операции	Комплаенс в конце операции	ρ внутри группы
VC	40,1 ± 9,1 мл/мм H ₂ O	39,70 ± 8,07 мл/мм H ₂ O	0,35
HF	42,83 ± 13,10 мл/мм H ₂ O	41,33 ± 9,36 мл/мм H ₂ O	0,45
ρ между группами	0,97	0,92	

По данным выполненных рентгенографических исследований и УЗИ, общее количество пациентов с выявленными ателектазами в послеоперационном периоде в группе VC составило 9% ($n = 3$), а в группе HF – 12% ($n = 4$) ($p = 0,71$).

Частота применения рекрутмент-маневров после окончания ИК (III этап) для коррекции нарушенной оксигенирующей функции легких в группах VC и HF составила 16% ($n = 5$) и 18% ($n = 6$) соответственно ($p = 0,75$). Аналогичные результаты были получены и в послеоперационном периоде: частота рекрутмента в группе VC и HF составила 7 и 12% соответственно ($p = 0,43$).

Необходимость в сеансах неинвазивной вентиляции легких после экстубации в группе VC отсутствовала, а в группе HF отмечалась только у одного пациента. При анализе продолжительности послеоперационной ИВЛ различий между группами исследования не выявлено ($p = 0,22$) (табл. 4). В группе VC она составила 307,5 [265], а группе HF – 325 [220] (Me [IR]).

Результаты опросов оперирующего хирурга при проведении ВЧ ИВЛ отображены в табл. 4.

Стоит отметить, что при 3-балльном дискомфорте оперирующего хирурга ВЧ ИВЛ прекращали, а пациента исключали из исследования. В случае, если хирург оценивал дискомфорт на 2 балла, то

по истечении последующих 5 мин балл оценивался повторно. Если балл был 2 и менее, то проведение ВЧ ИВЛ продолжали.

Обсуждение

Известно, что одной из причин легочных осложнений после кардиохирургических операций с ИК является ателектазирование легочной ткани, наблюдаемое в 16,6–88,0% случаев [7, 11].

В рамках нашего исследования по защите респираторной системы во время ИК мы продолжаем поиск различных методик респираторной поддержки, которые потенциально могут защитить легочную ткань во время этого периода. На данный момент мы исследовали влияние таких методик, как CPAP +5 см H₂O, малообъемной вентиляции (ДО 3 мл/кг идеальной массы тела, ЧДД 6/мин, РЕЕР +5 см H₂O), выполнили сравнительный анализ с группой пациентов, которым не проводили респираторную поддержку во время ИК. Установлено, что малообъемная вентиляция имела существенные преимущества в отношении послеоперационной респираторной функции. Еще одной методикой, которая могла бы дополнить этот арсенал, является применение ВЧ-вентиляции. При выборе ВЧ ИВЛ мы опирались на накопленный положительный опыт применения этой методики в торакальной хирургии, полагая получить преимущество в сравнении с обычной объемной вентиляцией легких за счет уникальных благоприятных физиологических эффектов ВЧ ИВЛ, широко освещенных в исследованиях, посвященных анестезиологическому обеспечению торакальных и кардиохирургических вмешательств [1, 2].

В данном исследовании эффекты применения ВЧ-вентиляции во время ИК на периоперационное функциональное состояние легких были сопоставлены с эффектами использования в этот же период

Таблица 4. Оценка хирургом дискомфорта от проведения ВЧ ИВЛ во время ИК

Table 4. The surgeon's assessment of discomfort from HF ventilation during CPB

Оценка в баллах	Частота
0 баллов	9 (28%)
1 балл	20 (63%)
2 балла	1 (3%)
3 балла	2 (6%)

малообъемной вентиляции (наиболее оптимальной для применения во время периода ИК) [5], что свидетельствует о правомочности использования ВЧ ИВЛ во время ИК.

Следует обратить внимание, что, применяя ВЧ, мы рассчитывали получить преимущество от этого метода по сравнению с малообъемной ИВЛ. Но полученные сходные результаты в обеих группах относительно оксигенирующей функции легких, частоты развития послеоперационных ателектазов, частоты применения рекрутирующих маневров, необходимости применения неинвазивной ИВЛ после экстубации, влияния на комплаенс легких не позволили сделать такой вывод. Вероятнее всего, это обусловлено тем, что, несмотря на все преимущества ВЧ ИВЛ в торакальной хирургии, где перфузия легких сохраняется, во время ИК с пережатием аорты и легочного ствола перфузия легких практически отсутствует, что не позволяет проявиться эффекту ВЧ ИВЛ в полном объеме.

Следует помнить, что для использования ВЧ-вентиляции легких есть ряд ограничений. Например, обеспечение ВЧ-вентиляционной поддержки у пациентов с наличием различных типов нарушений вентиляции (обструктивный и рестриктивный) имеет свои особенности.

При обструктивном типе поражения происходят изменение эластично-каркасных свойств легочной ткани, снижение скорости экспираторного потока и, соответственно, в легких задерживается большой объем газа. Проведение ВЧ-вентиляционной поддержки основано на подаче кислорода под высоким давлением и с высокой частотой. В такой ситуации в легкие достаточно быстро нагнетается большой объем, который не успевает удаляться за короткую паузу. Таким образом, легкие становятся гипервоздушными. Растянутые большим объемом

газа «воздушные ловушки» сдавливают окружающую легочную ткань и еще больше нарушают микроциркуляцию. При этом не стоит забывать, что при обструктивном типе поражения легочная ткань становится очень хрупкой и риск развития баротравмы при использовании ВЧ-вентиляционной поддержки очень высок [6]. Напротив, в отличие от обструктивного типа поражения, при рестриктивном типе альвеолярный газ свободно удаляется из легких [4], что позволяет нам применять данную методику ИВЛ.

Также стоит отметить появление подвижности в области операционного поля, обусловленное распространением воздушного потока по трахее и бронхам, движением легких в плевральных полостях, что в свою очередь вызывает дискомфорт у кардиохирурга во время работы. Таким образом, при планировании использования ВЧ-вентиляции во время ИК следует учитывать вышеназванные ограничения.

Заключение. Применение обоих режимов вентиляции в период ИК сопровождается одинаковыми эффектами в отношении периоперационной оксигенирующей функции легких.

Выводы

1. Сходные результаты в обеих группах относительно величины ИО, частоты развития послеоперационных ателектазов, частоты применения рекрутирующих маневров, необходимости применения неинвазивной ИВЛ после экстубации, влияния на комплаенс легких свидетельствуют о возможности использования ВЧ-вентиляции в период ИК.
2. Фактором, ограничивающим использование ВЧ вентиляции в период ИК, является дискомфорт хирургической бригады от проведения ВЧ ИВЛ.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксельрод Б. А., Пшеничный Т. А., Толмачева Н. Н. и др. Применение высокочастотной вентиляции легких при коронарном шунтировании с использованием миниторакотомического доступа // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 377–384. doi.org/10.17116/kardio202215041377.
2. Выжигина М. А., Лукьянов М. В., Санюк Н. В. и др. Влияние традиционной и высокочастотной ИВЛ на легочную, системную гемодинамику и микроциркуляцию в легких // Анестезиология и реаниматология. – 1993. – № 5. – С. 16–21.
3. Выжигина М. А., Мизиков В. М., Сандриков В. А. и др. Современные особенности респираторного обеспечения в торакальной хирургии. Традиционные проблемы и инновационные решения (опыт более 2 тыс. анестезий) // Анестезиология и реаниматология. – 2013. – № 2. – С. 34–40.
4. Выжигина М. А., Федорова Е. А., Жукова С. Г. и др. Эффективность различных методик дифференцированной ИВЛ у пациентов с преобладанием рестриктивного типа нарушений функции внешнего дыхания // Анестезиология и реаниматология. – 2004. – № 3. – С. 73–76.

REFERENCES

1. Akselrod B.A., Pshenichny T.A., Tolmacheva N.N. et al. High-frequency ventilation in minimally invasive coronary artery bypass surgery. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*, 2022, vol. 15, no. 4, pp. 377-384. (In Russ.) doi.org/10.17116/kardio202215041377.
2. Vyzhigina M.A., Lukyanov M.V., Sanotskaya N.V. et al. The impact of traditional and high-frequency mechanical ventilation on pulmonary, systemic hemodynamics and microcirculation in the lungs. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*, 1993, no. 5, pp. 16-21. (In Russ.)
3. Vyzhigina M.A., Mizikov V.M., Sandrikov V.A. et al. Modern specific features of the respiratory support in thoracic surgery. Traditional problems and innovative solutions (experience of more than 2,000 anesthetics). *Anesteziologiya i Reanimatologiya*, 2013, no. 2, pp. 34-40. (In Russ.)
4. Vyzhigina M.A., Fedorova E.A., Zhukova S.G. et al. The effectiveness of various methods of differentiated mechanical ventilation in patients with prevailing restrictive type of respiratory dysfunction. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*, 2004, no. 3, pp. 73-76. (In Russ.)

5. Кириллов А. Ю., Яворовский А. Г., Выжигина М. А. и др. Выбор тактики респираторной поддержки в период искусственного кровообращения у кардиохирургических пациентов (пилотное исследование) // Общая реаниматология. – 2022. – Т. 18, № 3. – С. 4–10. doi.org/10.15360/1813-9779-2022-3-4-10.
6. Федорова Е. А., Выжигина М. А., Гальперин Ю. С. и др. Постоянное положительное давление в дыхательных путях и высокочастотная вентиляционная поддержка независимого легкого у пациентов с хроническими обструктивными заболеваниями легких // Анестезиология и реаниматология. – 2004. – № 1. – С. 31–35.
7. Badenes R., Lozano A., Belda F. J. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery // *Crit. Care Res. Practice*. – 2015. – P. 1–8. doi:10.1155/2015/420513.
8. Bignami E., Di Lullo A., Saglietti F. et al. Routine practice in mechanical ventilation in cardiac surgery in Italy // *J. Thor. Dis.* – 2019. – Vol. 11, № 4. – P. 1571–1579. doi:10.21037/jtd.2019.03.04.
9. Fischer M. O., Courteille B., Guinot P. G. et al. Perioperative ventilatory management in cardiac surgery // *Medicine*. – 2016. – Vol. 95, № 9. – P. 1–7. doi:10.1097/md.0000000000002655.
10. Kallet R. H., Matthay M. A. Hyperoxic acute lung injury // *Resp. Care*. – 2012. – Vol. 58, № 1. – P. 123–141. doi:10.4187/respcare.01963.
11. Moradian S. T., Najafloo M., Mahmoudi H. et al. Early mobilization reduces the atelectasis and pleural effusion in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial // *J. Vasc. Nursing*. – 2017. – Vol. 35, № 3. – P. 141–145. doi:10.1016/j.jvn.2017.02.001.
12. Pipanmekaporn T., Bunchungmongkol N., Punjasawadwong Y. et al. A risk score for predicting respiratory complications after thoracic surgery // *Asian Cardiovasc. Thor. Ann.* – 2019. – Vol. 27, № 4. – P. 1–10 doi:10.1177/0218492319835994.
5. Kirillov A.Yu., Yavorovskiy A.G., Vyzhigina M.A. et al. Choice of respiratory support during cardiac bypass in cardiac surgical patients (pilot study). *Obschaya Reanimatologiya*, 2022, vol. 18, no. 3, pp. 4-10. (In Russ.) doi.org/10.15360/1813-9779-2022-3-4-10.
6. Fedorova E.A., Vyzhigina M.A., Galperin Yu.S. et al. Continuous positive airway pressure and high-frequency ventilation support of an independent lung in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*, 2004, no. 1, pp. 31-35. (In Russ.)
7. Badenes R., Lozano A., Belda F.J. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery. *Crit. Care Res. Practice*, 2015, pp. 1-8. doi:10.1155/2015/420513.
8. Bignami E., Di Lullo A., Saglietti F. et al. Routine practice in mechanical ventilation in cardiac surgery in Italy. *J. Thor. Dis.*, 2019, vol. 11, no. 4, pp. 1571-1579. doi:10.21037/jtd.2019.03.04.
9. Fischer M.O., Courteille B., Guinot P.G. et al. Perioperative ventilatory management in cardiac surgery. *Medicine*, 2016, vol. 95, no. 9, pp. 1-7. doi:10.1097/md.0000000000002655.
10. Kallet R.H., Matthay M.A. Hyperoxic acute lung injury. *Resp. Care*, 2012, vol. 58, no. 1, pp. 123-141. doi:10.4187/respcare.01963.
11. Moradian S.T., Najafloo M., Mahmoudi H. et al. Early mobilization reduces the atelectasis and pleural effusion in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial. *J. Vasc. Nursing*, 2017, vol. 35, no. 3, pp. 141-145. doi:10.1016/j.jvn.2017.02.001.
12. Pipanmekaporn T., Bunchungmongkol N., Punjasawadwong Y. et al. A risk score for predicting respiratory complications after thoracic surgery. *Asian Cardiovasc. Thor. Ann.*, 2019, vol. 27, no. 4, pp. 1-10 doi:10.1177/0218492319835994.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова МЗ РФ» (Сеченовский университет),
119048, Москва, Трубецкая ул., д. 8, стр. 2.

Кириллов Александр Юрьевич

врач – анестезиолог-реаниматолог,
аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: ziglor5@gmail.com

Яворовский Андрей Георгиевич

доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии,
заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии,
врач – анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: yavor@bk.ru

Выжигина Маргарита Александровна

доктор медицинских наук,
профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии,
врач – анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: scorpi1999@mail.ru

Комаров Роман Николаевич

доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской хирургии № 1,
врач – сердечно-сосудистый хирург,
заведующий кафедрой факультетской хирургии № 1.
E-mail: komarov_r_n@staff.sechenov.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University),
8, Bd. 2, Trubetskaya St.,
Moscow, 119048.

Aleksandr Yu. Kirillov

Anesthesiologist and Emergency Physician, Post Graduate Student of Anesthesiology and Intensive Care Department.
Email: ziglor5@gmail.com

Andrey G. Yavorovskiy

Doctor of Medical Sciences, Professor of Anesthesiology and Intensive Care Department, Head of Anesthesiology and Intensive Care Department, Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: yavor@bk.ru

Margarita A. Vyzhigina

Doctor of Medical Sciences, Professor of Anesthesiology and Intensive Care Department, Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: scorpi1999@mail.ru

Roman N. Komarov

Doctor of Medical Sciences,
Professor of Faculty Surgery Department no. 1,
Cardiovascular Surgeon,
Head of Faculty Surgery Department no. 1.
Email: komarov_r_n@staff.sechenov.ru

Алиев Владимир Анатольевич

кандидат медицинских наук,
старший научный сотрудник кафедры анестезиологии
и реаниматологии, врач – анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: aliev_v_a@staff.sechenov.ru

Багдасаров Павел Сергеевич

врач – анестезиолог-реаниматолог,
ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии,
заведующий отделением анестезиологии-реанимации.
E-mail: bagdasarov_p_s@staff.sechenov.ru

Яворовская Дарья Андреевна

студентка.

Кушанов Руслан Султанович

врач – анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: kushanov_r_s@staff.sechenov.ru

Ларичева Елизавета Андреевна

ординатор кафедры
анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: laricheva_e_a@staff.sechenov.ru

Vladimir A. Aliev

Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of
Anesthesiology and Intensive Care Department,
Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: aliev_v_a@staff.sechenov.ru

Pavel S. Bagdasarov

Anesthesiologist and Emergency Physician,
Assistant of Anesthesiology and Intensive Care Department,
Head of Anesthesiology and Intensive Care Unit.
Email: bagdasarov_p_s@staff.sechenov.ru

Darya A. Yavorovskaya

Student.

Ruslan S. Kushanov

Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: kushanov_r_s@staff.sechenov.ru

Elizaveta A. Laricheva

Resident Physician of Anesthesiology
and Intensive Care Department.
Email: laricheva_e_a@staff.sechenov.ru