

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ВО ВРЕМЯ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Н.Р. АБДУХАЛИЛОВ¹, А.А. АРЫНОВ¹, Д.А. БАЙДАУЛЕТ¹, М.Б. МУКАНОВА¹,
А.А. НУРМАНОВА¹, Э.А. СЕЙДАЛИЕВА¹, В.В. ЧУРСИН²

¹АО «Казахский научный исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан;

²НАО «Казахский национальный медицинский университет им. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан

АННОТАЦИЯ

Актуальность: Среди пациентов, перенесших обширные оперативные вмешательства под общей анестезией с искусственной вентиляцией легких, нередко встречаются различные послеоперационные респираторные осложнения обструктивного или рестриктивного характера.

Цель исследования – обобщить актуальные данные систематических обзоров, мета-анализов и научных публикаций о применении профилактических и лечебных стратегий вентиляции легких с целью повышения качества оказания анестезиологической помощи онкологическим пациентам.

Методы: Был проведен поиск в электронной базе данных PubMed (NCBI), для выявления рандомизированных контролируемых и проспективных наблюдательных исследований, систематических обзоров и мета-анализов, а также научных статей, опубликованных на английском языке с 2016 по 2023 годы, в которых основное внимание уделялось результатам применения и сравнения стратегий защитной вентиляции легких при традиционной механической вентиляции у пациентов, перенесших обширные и длительные оперативные вмешательства.

Результаты: В результате сопоставления данных проведенного обзора крупномасштабных научных исследований и статей установлена взаимосвязь между использованием стратегии защитной вентиляции легких с низким дыхательным объемом (6–8 мл/кг идеальной массы тела), в сочетании с индивидуализированным показателем положительного давления в конце выдоха, периодическими маневрами рекрутмента легких и значительным улучшением клинических исходов, уменьшением количества осложнений со стороны дыхательной системы, сокращением ранней летальности и продолжительности пребывания в стационаре у пациентов, перенесших хирургические вмешательства.

Заключение: Применение концепции защитной вентиляции легких во время анестезии, при обширных оперативных вмешательствах снижает частоту развития послеоперационных легочных осложнений.

Ключевые слова: современные концепции искусственной вентиляции легких (ИВЛ), послеоперационные легочные осложнения, низкий дыхательный объем (ДО), индивидуализированный показатель положительного давления в конце выдоха (ПДКВ).

Введение: Ежегодно в мире проводится более 230 миллионов хирургических вмешательств, и послеоперационные легочные осложнения являются одним из самых серьезных последствий, оказывающих отрицательное влияние на результаты лечения и смертность оперированных пациентов [1].

Частота послеоперационных респираторных осложнений колеблется от 11% до 33% среди пациентов, перенесших хирургические вмешательства [2].

Ранее рекомендовались большие дыхательные объемы (ДО) для предотвращения возникновения ателектазов и гипоксемии во время общей анестезии при обширных абдоминальных и торакальных операциях [3].

Большое количество исследований подтвердило, что во время ИВЛ альвеолярный эпителий повреждался вследствие механического перерастяжения, высвобождались воспалительные цитокины, такие как фактор некроза опухоли- α (ФНО- α), интерлейкин-6 (ИЛ-6), ИЛ-8 и 10, которые способствуют активации макрофагов и нейтрофилов. Эти клетки не только производят большое количество коллагеназы и эластазы, но также выделяют большое количество активного кислорода. Все эти

вещества могут прямо или косвенно разрушать клетки альвеолярного эпителия или даже клетки эндотелия сосудов, что приводит к повреждению легочной ткани [4].

В большинстве исследований первичным критерием исхода была частота послеоперационных легочных осложнений, при этом она определялась как совокупность любой респираторной инфекции, дыхательной недостаточности, плеврального выпота, ателектаза или пневмоторакса в соответствии с заявлением Европейского консенсуса о периоперационных клинических результатах (European Perioperative Clinical Outcome consensus statement) (Таблица 1) [5]. Также оценивались продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии (ОИТ) и в стационаре и внутрибольничная летальность [6].

Часть масштабных исследований в качестве оценочных показателей применения защитной вентиляции легких во время оперативного вмешательства приводили индекс r/f , уровень PaO_2 и PCO_2 в артериальной крови во время анестезии, до экстубации и после экстубации трахеи уже в ОИТ, $etCO_2$, фракция мертвого пространства (Dead Space Fraction-Vd/Vt), комплаенс легких [7].

Таблица 1 – Определение послеоперационных респираторных осложнений в соответствии с заявлением Европейского консенсуса о периоперационных клинических результатах [5]

Послеоперационное легочное осложнение	Определение
Респираторная инфекция	Пациент получал антибиотики по поводу подозрения на респираторную инфекцию и соответствовал одному или нескольким из следующих критериев: изменение характера мокроты, новые или измененные затемнения в легких, лихорадка, количество лейкоцитов в крови $>12 \times 10^9/\text{л}$.
Дыхательная недостаточность	Послеоперационное $\text{PaO}_2 < 8$ кПа (60 мм рт. ст.) при дыхании воздухом, соотношение $\text{PaO}_2:\text{FiO}_2 < 40$ кПа (300 мм рт. ст.) или сатурация артериального оксигемоглобина, измеренная с помощью пульсоксиметрии $<90\%$ и необходимость в оксигенотерапии.
Плевральный выпот	Рентгенограмма грудной клетки, показывающая притупление реберно-диафрагмального угла, потерю четкого изображения ипсилатеральной части диафрагмы в вертикальном положении, признаки смещения соседних анатомических структур или (в положении лежа) нечеткое затемнение в одной стороне грудной клетки с сохраненными сосудистыми тенями.
Ателектаз	Затемнение легкого со смещением средостения, корня легкого или части диафрагмы в сторону пораженного участка и компенсаторным перераздуванием соседнего непораженного легкого.
Пневмоторакс	Воздух в плевральной полости без сосудистого рисунка, окружающего висцеральную плевру.

Цель исследования – обобщить актуальные данные систематических обзоров, мета-анализов и научных публикаций о применении профилактических и лечебных стратегий вентиляции легких с целью повышения качества оказания анестезиологической помощи онкологическим пациентам.

Материалы и методы: Был проведен поиск в электронной базе данных PubMed (NCBI) для выявления рандомизированных контролируемых (РКИ) и проспективных обсервационных исследований, систематических обзоров, мета-анализов и научных статей, опубликованных на английском языке с 2016 по 2023 годы, в которых основное внимание уделялось результатам применения и сравнения стратегий защитной вентиляции легких и традиционной механической вентиляции у пациентов, перенесших обширные и длительные оперативные вмешательства. Критериями исключения были: РКИ и проспективные обсервационные исследования, систематические обзоры, мета-анализы и научные статьи о применении стратегии защитной вентиляции легких во время оперативного вмешательства у беременных женщин, детей и пациентов с исходными хроническими заболеваниями легких.

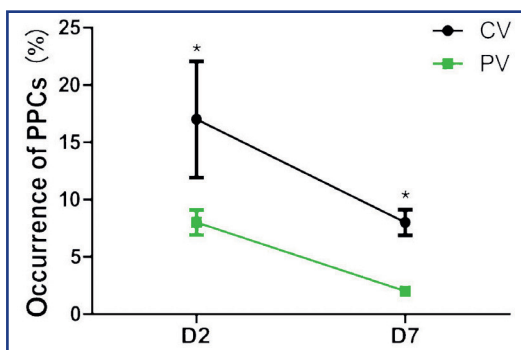
В данный аналитический обзор включены следующие исследования: 11 систематических обзоров и мета-анализов, 11 РКИ, 1 ретроспективное исследование, 1 обзор зарубежных рекомендации.

Результаты: Результаты проведенного нами обзора научных публикаций и результатов РКИ, проспективных обсервационных исследований, систематических обзоров с мета-анализами, в которых сравнивали стратегию защитной вентиляции легких с традиционной стратегией вентиляции при различных хирургических вмешательствах (кардиохирургия, абдоминальная хирургия, лапароскопические оперативные вмешательства, нейрохирургия и хирургия позвоночника, а также торакальные оперативные вмешательства) показали, что стратегия защитной вентиляции легких во время анестезии, включающая в себя низкий ДО, оптимальный уровень положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) и периодические маневры рекрутмента легких может улучшить интраоперационную оксигенацию организма, легочную механику и сократить частоту ранних послеоперационных ателектазов [7-11].

В мета-анализ, проведенный Yang et al. для сравнения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с низким ДО ($n=521$) и традиционной вентиляцией легких ($n=533$) и их влияния на послеоперационную частоту развития ателектазов, легочной инфекции, острого повреждения легких (острый респираторный дистресс-синдром) и длительности пребывания в стационаре, вошли 16 исследований с общим количеством пациентов $n=1054$. В результате анализ показал статистически значимое снижение частоты послеоперационной инфекции легких (ОШ (отношение шансов)=0,21; 95% ДИ (доверительный интервал) 0,09-0,50; P-value (уровень достоверности)=0,0003), ателектазов (ОШ=0,36; 95% ДИ 0,20-0,64; P-value=0,006), острого повреждения легких (ОШ=0,15; 95% ДИ 0,04-0,61; P-value=0,008) и продолжительности пребывания в стационаре (средняя разница=-2,08; 95% ДИ от -3,95 до -0,21; P-value=0,03) при применении защитной вентиляции лёгких (LTV, PEEP, рекрутмент-маневры) по сравнению с традиционной вентиляцией легких во время общей анестезии [12].

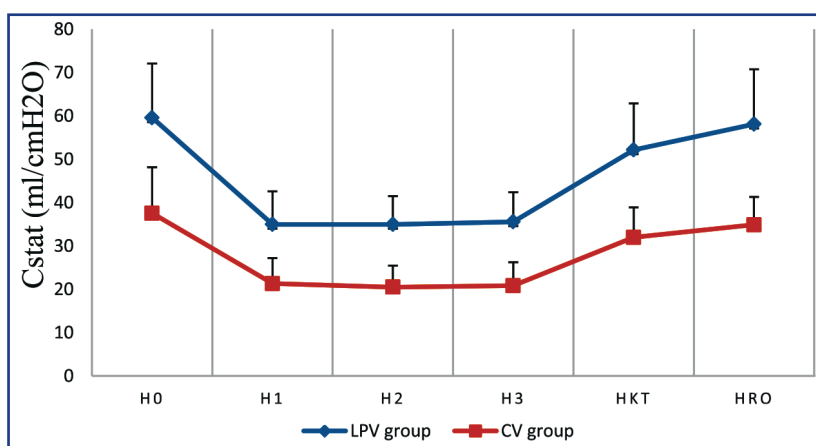
Применение стратегии защитной вентиляции легких не только при оперативных вмешательствах путем лапаротомного доступа, но и при лапароскопических абдоминальных и гинекологических операциях и робот-ассистированной лапароскопической простатэктомии, продемонстрировало значительное снижение частоты послеоперационных легочных осложнений за счёт улучшения легочной функции и интраоперационной оксигенации организма [13-16].

Результаты РКИ, проведенного Liu et al., показали, что вентиляция с ДО 6-8 мл/кг идеальной массы тела (ИМТ), с умеренным ПДКВ 6 см H_2O , с периодическим проведением маневра рекрутмента легких (в исследовании каждые 30 минут) улучшает легочную механику во время анестезии с длительностью более 6 часов и уменьшает развитие послеоперационных респираторных осложнений (рисунок 1) [17]. Также приведены показатели увеличения статического COMPLAENSA легких (Cstat) (рисунок 2) и снижения движущего давления (рисунок 3) во время защитной вентиляции легких в сравнении с традиционной вентиляцией легких при лапароскопии. Данные на рисунках 2 и 3 представлены как среднее значение \pm стандартное отклонение. Разница между двумя группами была достоверной при $p < 0,05$ [18].



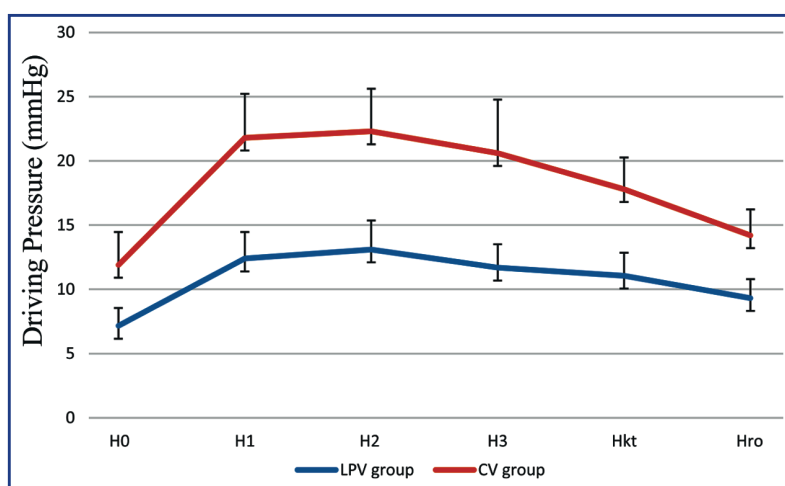
Легенда: Ось Y – Частота послеоперационных легочных осложнений (%).
Ось X – Время: D2 – день 2; D7 – день 7.
Графики: PV – защитная вентиляция легких;
CV – традиционная вентиляция легких

Рисунок 1 – Частота послеоперационных легочных осложнений на 2-й и 7-й дни после операции у пациентов, получавших защитную или традиционную вентиляцию легких при продолжительности ИВЛ более 6 часов во время операции [17]



Легенда: Ось Y – Легочный статический комплаенс (Cstat) (мл/см H₂O).
Ось X – Время: H0 (после интубации), H1 (30 мин после пневмоперитонеума), H2 (1 час после пневмоперитонеума), H3 (2 часа после пневмоперитонеума), HKT (10 мин после остановки пневмоперитонеума), HRO (до экстубации).
Графики: LPV group – группа с защитной вентиляцией легких; CV group – группа с традиционной вентиляцией легких.

Рисунок 2 – Интраоперационные изменения показателей легочного статического комплаенса в группах с защитной и традиционной вентиляцией лёгких [18]



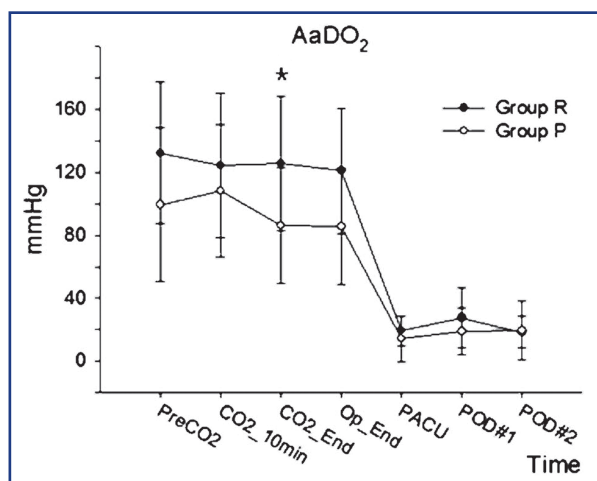
Легенда: Ось Y – Интраоперационное движущее давление (мм рт. ст.).
Ось X – Время: точки H0 (после интубации), H1 (30 мин после пневмоперитонеума), H2 (1 час после пневмоперитонеума), H3 (2 часа после пневмоперитонеума), HKT (10 мин после остановки пневмоперитонеума), HRO (до экстубации).
Графики: LPV group – группа с защитной вентиляцией легких; CV group – группа с традиционной вентиляцией легких.

Рисунок 3 – Интраоперационное движущее давление в группах с защитной и традиционной вентиляцией лёгких [18]

Кроме того, результаты РКИ, проведенного Park et al., по изучению параметров защитной вентиляции легких при лапароскопических операциях в гепатобилиарной хирургии, доказали положительное влияние маневра рекрутмента легких на оксигенацию. Это можно объяснить оптимальным альвеолярным рекрутированием, улучшением регионарной легочной вентиляции и нормализацией вентиляционно-перфузионного соотношения, о чем свидетельствует снижение показателя альвеолярно-артериального градиента по кислороду (alveolar-arterial oxygen gradient, AaDO₂), тогда как эффект ПДКВ обусловлен поддержанием адекватного

альвеолярного газообмена. Достоверность составила P<0,05 при сравнении с группой R (Рисунок 4) [9].

В норме показатели альвеолярно-артериальной разницы по кислороду у здорового человека варьируются от 10 до 40 мм рт. ст., также зависит от шунтирования венозной крови вследствие гипоксической вазоконстрикции легочных сосудов. При степени шунтирования венозной крови более 30-35%, увеличение фракции кислорода во вдыхаемой смеси не приводит к заметному повышению парциального давления кислорода в организме и сопровождается значительным ростом градиента РальвО₂-РартО₂ – более 100-200 мм рт. ст.



Легенда: Ось Y – Давление (мм рт. ст.). Ось X – Время: PreCO₂ – после индукции анестезии; CO₂_10 min – через 10 мин. после начала пневмоперитонеума; CO₂_20 min – через 20 мин. после начала пневмоперитонеума; CO_end – конец пневмоперитонеума; Op_end – конец операции; PACU – в отделении послеоперационного наблюдения; POD#1 – через 24 часа после операции; POD#2 – через 48 часов после операции.

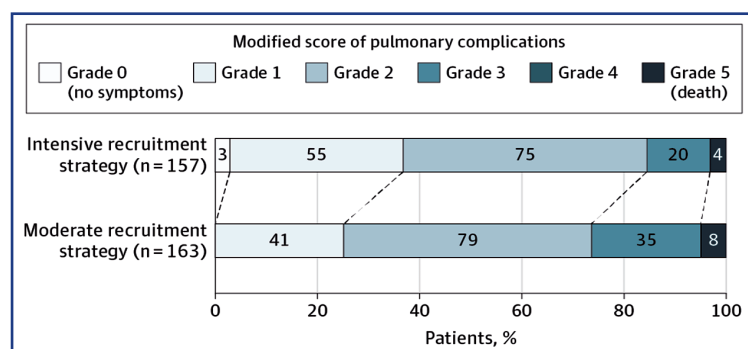
Графики: Group R – группа с традиционной вентиляцией с маневром альвеолярного рекрутмента; Group P – группа с защитной вентиляцией легких с маневром альвеолярного рекрутмента.

Рисунок 4 – Оксигенация пациентов с AaDO₂ [9]

Что касается пациентов, перенесших кардиальные оперативные вмешательства, учитывая вскрытие (нередко двустороннее) плевральных полостей, операции на выключенном из кровообращения сердце в условиях гиперкалиемии, с применением аппарата искусственного кровообращения, они более подвержены послеоперационному ателектазированию легких [19].

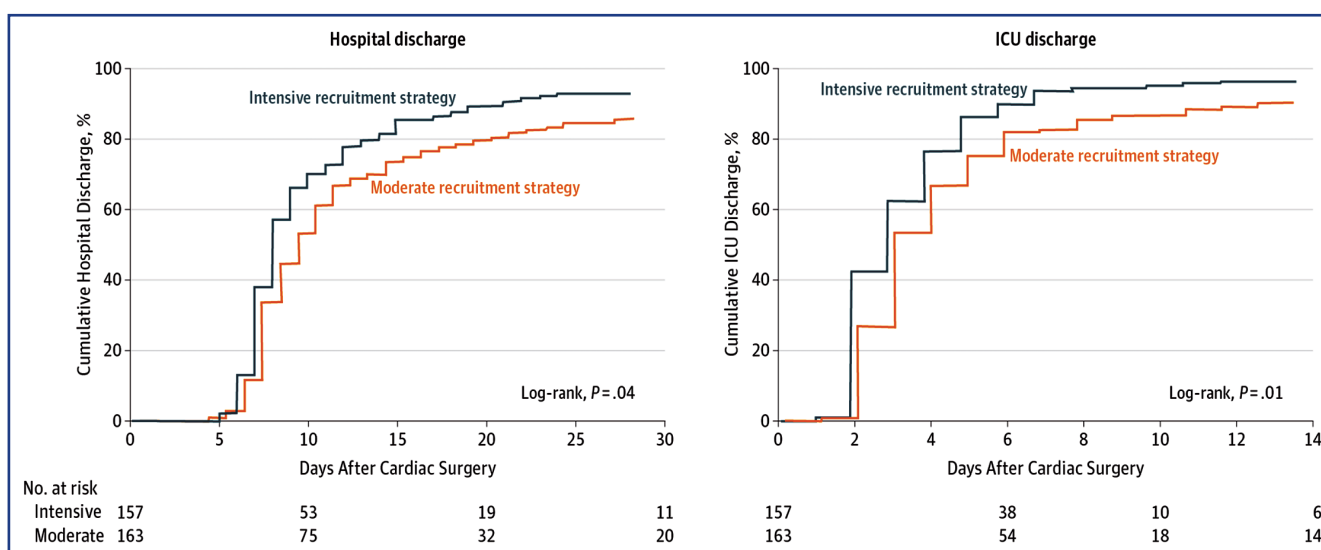
По результатам РКИ у пациентов с гипоксемией после операции на сердце в отделении интенсивной терапии в Бразилии (декабрь 2011-2014 гг.), опубликованным Costa Leme et al., применение стратегии интенсивного рекрутмента (intensive recruitment strategy) легких в сравнении с умеренным альвеолярным рекрутированием (moderate recruitment strategy) привело к менее тяжелым легочным осложнениям и повышению выживаемости среди пациентов находящихся в стационаре (рисунки 5, 6). На рисунке 5 представлены степени стратификации ранних послеоперационных осложнений: степень 0 означает отсутствие симптомов; степень 1 – наличие одного из следующих симптомов: сухой кашель, температура 37,5°C или выше, аномальные изменения в легких по рентгенограмме грудной клетки или одышка без другой документально-подтвержденной причины; степень 2 – наличие одного из следующих симптомов: продуктивный кашель, бронхоспазм, гипоксемия (SpO₂ 90%) на

атмосферном воздухе, ателектаз с явным рентгенологическим подтверждением, температура выше 37,5°C, гиперкапния (PaCO₂>50 мм рт. ст.), требующая лечения; степень 3 определяется при появлении одного из следующих признаков: плевральный выпот, приводящий к торакоцентезу, пневмонии, пневмоторакс, длительная неинвазивная вентиляция или продленная интубация продолжительностью менее 48 часов; степень 4 подразумевает ре-интубацию или продленную инвазивную ИВЛ продолжительностью 48 часов и более; степень 5 означает раннюю летальность (летальный исход до выписки из стационара). В группе интенсивной стратегии пациенты получали 3 цикла рекрутмента легких (каждый по 60 секунд), состоящих из ПДКВ 30 см H₂O, вентиляции по давлению, инспираторного давления 15 см H₂O, частоты дыхания 15 в минуту, времени вдоха 1,5 секунды и FiO₂ 0,40. Во время интервалов (60 секунд) между циклами рекрутмента и в дальнейшем пациентам проводилась вспомогательная вентиляция легких или контролируемая по давлению с регулируемым движущим давлением для получения VT 6 мл/кг массы тела, время вдоха 1 секунда, ПДКВ 13 см H₂O, и с минимальной частотой дыхания для поддержания PaCO₂ между 35 и 45 мм. рт. ст. Во время маневра рекрутмента нестабильность гемодинамики не наблюдалась [20].



Легенда (сверху вниз): Модифицированная шкала лёгочных осложнений: степень 0 (без симптомов) – степень 1 – степень 2 – степень 3 – степень 4 – степень 5 (смерть).
Ось X – Пациенты, %.
Шкала 1: Стратегия интенсивного рекрутмента (n=157).
Шкала 2: Стратегия умеренного рекрутмента (n=163)

Рисунок 5 – Модифицированная стратификация ранних послеоперационных осложнений [20]



Легенда: Ось Y – Всего дней до выписки из стационара (Hospital) / отделения интенсивной терапии (ICU), %. Ось X – Дни после операции на сердце.
Intensive recruitment strategy – Стратегия интенсивного рекрутмента; Moderate recruitment strategy – Стратегия умеренного рекрутмента;
Log-rank – логранговый критерий; No. at risk – Количество пациентов в зоне риска

Рисунок 6 – Анализ выживаемости по Каплану-Мейеру среди пациентов после оперативных вмешательств на сердце для времени до выписки из стационара и выписки из отделения интенсивной терапии [20]

В дополнение к пользе применения концепции защитной вентиляции легких, Wang et al. показали, что небольшой ДО в сочетании с соответствующим индивидуализированным уровнем ПДКВ может ингибировать высвобождение воспалительных цитокинов, такие как фактор некроза опухоли-α (TNF-α), интер-

лейкин-6 (IL-6), интерлейкин-10 (IL-10). Имеется несколько сообщений о влиянии различных режимов ИВЛ на воспалительные цитокины у пожилых пациентов, перенесших операцию по поводу образования желудка и толстой кишки под общей анестезией (таблица 2) [4, 21].

Таблица 2 – Сравнение уровней фактора воспаления в сыворотке крови до (preoperative) и через 4 часа после операции (4 h after operation) между двумя группами (среднее значение ± стандартное отклонение) [4]

Группа	TNF-α (нг/мл)		IL-6 (пг/мл)		IL-10 (пг/мл)	
	До операции	Через 4 часа после операции	До операции	Через 4 часа после операции	До операции	Через 4 часа после операции
Группа А (n=60)	43,26±6,80	76,65±8,77	47,14±5,50	56,94±7,30	34,62±5,10	29,51±4,75
Группа В (n=60)	45,10±6,55	89,28±12,64	45,03±6,28	69,71±10,38	36,36±6,15	25,83±5,08
Значение t	-1,510	-6,359	1,958	-7,795	-1,687	4,099
Значение P	0,134	0,000	0,053	0,000	0,094	0,000

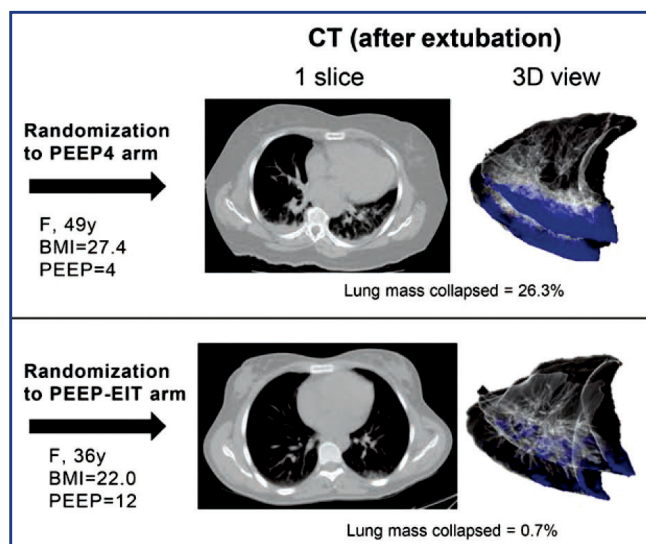
Примечания:

- 1) TNF-α – фактор некроза опухоли-α; IL – интерлейкин;
- 2) Группа А – группа с ДО 6 мл/кг ИМТ и ПДКВ 5 см H₂O;
- 3) Группа В – группа с ДО 6мл/кг ИМТ и ПДКВ 8 см H₂O;
- 4) Максимальный уровень достоверности (P value) – 0,09.

Обсуждение: хотя защитная роль более физиологического ДО была установлена на уровне 6-8 мл/кг ИМТ, дополнительная защита, обеспечиваемая ПДКВ, остается неопределенной. Авторы предположили, что индивидуально титруемое ПДКВ во время анестезии может улучшить функцию легких во время и после операции.

В последние годы было доказано, что более рациональный подход к вентиляции легких во время анестезии может изменить частоту послеоперационных

легочных осложнений [22]. Так, Pereira et al. показали, что индивидуализированные показатели ПДКВ могут уменьшить послеоперационный ателектаз (измеряемый с помощью электроимпедансной компьютерной томографии, ЭИКТ), одновременно улучшая интраоперационную оксигенацию организма и снижая уровень движущего давления (рисунок 7) [23]. На КТ одного аксиального среза (1 slice) и трехмерной реконструкции (3D view) легких синим цветом показан коллапс легкого (области от -200 до +100 ЭВ).

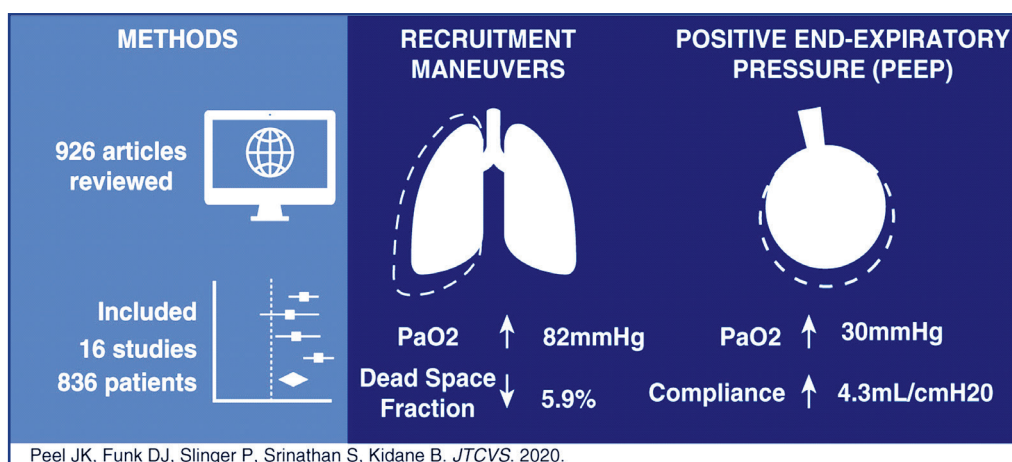


Легенда: BMI - индекс массы тела; Lung mass collapsed - масса коллабированного легкого: при вентиляции с ПДКВ 4 см H₂O - 26,3%, при вентиляции с ПДКВ 12 см H₂O - 0,7%

Рисунок 7 – Примеры изображений компьютерной томографии (КТ) двух пациентов после экстубации: сверху – КТ изображение с ПДКВ 4 см H₂O, снизу – КТ изображение с ПДКВ 12 см H₂O, установленным под контролем ЭИКТ

В отношении применения стратегии защитной вентиляции легких во время анестезии при обширных торакальных вмешательствах на фоне однологочной вентиляции авторы 4-х крупномасштабных метаанализов среди 16 исследований пришли в единому мнению, о том что движущее давление – ориентированная вентиляция с низким ДО с ПДКВ с периодическими маневрами ре-

крутмента – уменьшает фракцию мертвого пространства (Dead Space Fraction) на 5,9%, увеличивает парциальное давление кислорода в крови (PaO₂) – маневр рекрутмента легких увеличивает PaO₂ в крови на 82 мм рт. ст., а ПДКВ 30 см H₂O, повышает комплаенс легких (Compliance) на 4,3 мл/см H₂O и снижает частоту развития послеоперационных легочных осложнений (рисунок 9) [7, 24].



Peel JK, Funk DJ, Slinger P, Srinathan S, Kidane B. JTCVS. 2020.

Легенда (слева направо, сверху вниз): METHODS – Методы: просмотрено 926 статей, включено в обзор 16 исследований, 836 пациентов; RECRUITMENT MANEUVERS – Маневры рекрутмента; POSITIVE END-EXPIRATORY PRESSURE (PEEP) – Положительное давление в конце выдоха (ПДКВ); PaO₂ – парциальное давление кислорода в крови; Dead Space Fraction – фракция мертвого пространства; Compliance – комплаенс легких

Рисунок 9 – ПДКВ и маневры рекрутмента при однологочной вентиляции и их положительное влияние на легочную функцию [7]

Заключение: Наше исследование по анализу современной стратегии применения концепции защитной вентиляции легких во время анестезии при длительных и обширных оперативных вмешательствах показало, что такая практика эффективно снижает частоту развития послеоперационных легочных осложнений. При анализе литературных данных показано, что все найденные исследования свидетельствуют о положительном влиянии применения методов протекции легких на течение операционного и послеоперационного периода. С учетом простоты реализации принципов протекции, эта методика должна использоваться рутинно в практике анестезиологов.

Список использованных источников:

- Neto A.S., Hemmes S.N.T., Barbas C.S.V., Beiderlinden M., Fernandez-Bustamante A., Futier E., Gajic O., El-Tahan M.R., AlGhamdi A.A., Gunay E., Jaber S., Kokulu S., Kozian A., Licker M., Lin W.Q., Maslow A.D., Memtsoudis S.G., Miranda D.R., Moine P., Ng T., Paparella D., Ranieri V.M., Scavonetto F., Schilling T., Selmo G., Severgnini P., Sprung J., Sundar S., Talmor D., Treschan T., Unzueta C., Weingarten T.N., Wolthuis E.K., Wrigge H., Amato M.B.P., Costa E.L.V., Abreu M.G., Pelosi P., Schultz M.J. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data, for the PROVE Network Investigators // *Lancet Respiratory Medicine*. – 2016. – Vol. 4(4). – P. 272-280. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(16\)00057-6](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(16)00057-6)
- Deng Q.W., Tan W.C., Zhao B.C., Wen S.H., Shen J.T., Xu M. Intraoperative ventilation strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a network meta-analysis of randomized controlled trials // *Br. J. Anaesth.* – 2019. – Vol. 124(3). – P. 324-335. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.10.024>
- Marret E., Cinotti R., Berard L., Piriou V., Jobard J., Barrucand B., Radu D., Jaber S., Bonnet F., the PPV Study Group. Protective ventilation during anaesthesia reduces major postoperative complications after lung cancer surgery: A double-blind randomised controlled trial // *Eur. J. Anaesth.* – 2018. – Vol. 35(10). – P. 727-735. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000804>
- Different positive end expiratory pressure and tidal volume controls on lung protection and inflammatory factors during surgical anaesthesia // *World J. Clin. Cases.* – 2022. – Vol. 10(33). – P. 12146-12155. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i33.12146>
- Jammer I., Wickboldt N., Sander M., Smith A., Schultz M.J., Pelosi P., Leva B., Rhodes A., Hoefft A., Walder B., Chew M.S., Pearce R.M.; European Society of Anaesthesiology (ESA) and the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM); European Society of Anaesthesiology; European Society of Intensive Care Medicine. Standards for definitions and use of outcome measures for clinical effectiveness research in perioperative medicine: European Perioperative Clinical Outcome (EPCO) definitions: a statement from the ESA-ESICM joint taskforce on perioperative outcome measures // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2015. – Vol. 32(2). – P. 88-105. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000118>
- Odor P.M., Bampoe S., Gilhooly D., Creagh-Brown B., Moonesinghe S.R. Perioperative interventions for prevention of postoperative pulmonary complications: systematic review and meta-analysis // *BMJ*. – 2020. – Vol. 368. – Art. ID: m540. <https://doi.org/10.1136/bmj.m540>
- Peel J.K., Funk D.J., Slinger P., Srinathan S., Kidane B. Positive end-expiratory pressure and recruitment maneuvers during one-lung ventilation: A systematic review and meta-analysis // *J. Thorac. Cardiovas. Surg.* – 2020. – Vol. 160(4). – P. 1112-1122.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.02.077>
- Li X., Ni Z.L., Wang J., Liu X.C., Guan H.L., Dai M.S., Gao X., Zhou Y., Hu X.Y., Jian X.S., Zhao Z.Q., Zhang Q.Q., Yuan H.L., Cao H.J.L. Effects of individualized positive end-expiratory pressure combined with recruitment maneuver on intraoperative ventilation during abdominal surgery: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials // *J. Anesth.* – 2022. – Vol. 36. – P. 303-315. <https://doi.org/10.1007/s00540-021-03012-9>
- Park S.J., Kim B.G., Oh A.H., Han S.H., Han H.S., Ryu J.H. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trials // *Surg. Endosc.* – 2016. – Vol. 30. – P. 4598-4606. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4797-x>
- Li P., Kang X., Miao M., Zhang J. Individualized positive end-expiratory pressure (PEEP) during one-lung ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications in patients undergoing thoracic surgery. A meta-analysis // *Medicine*. – 2021. – Vol. 100. – P. 28(e26638). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000026638>
- Longhini F., Pasin L., Montagnini C., Konrad P., Bruni A., Garofalo E., Murabito P., Pelaia C., Rondi V., Dellapiazza F., Cammarota G., Vaschetto R., Schultz M.J., Navalesi P. Longhinet al. Intraoperative protective ventilation in patients undergoing major neurosurgical interventions: a randomized clinical trial // *BMC Anesth.* – 2021. – Vol. 21. – Art. no. 184. <https://doi.org/10.1186/s12871-021-01404-8>
- Yang D., Grant M.C., Stone A., Wu C.L., Wick E.C. A Meta-analysis of Intraoperative Ventilation Strategies to Prevent Pulmonary Complications. Is Low Tidal Volume Alone Sufficient to Protect Healthy Lungs? Meta-analysis // *Ann. Surg.* – 2016. – Vol. 263(5). – P. 881-887. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001443>
- Liu J., Huang X., Hu S., Meng Z., He H. Individualized lung protective ventilation vs. conventional ventilation during general anaesthesia in laparoscopic total hysterectomy // *Exp. Ther. Med.* – 2020. – Vol. 19. – P. 3051-3059. <https://doi.org/10.3892/etm.2020.8549>
- Zhou J., Wang C., Lv R., Liu N., Huang Y., Wang W., Yu L., Xie J. Protective mechanical ventilation with optimal PEEP during RARP improves oxygenation and pulmonary indexes // *Trials*. – 2021. – Vol. 22. – Art. no. 351. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05310-9>
- Shono A., Katayama N., Fujihara T., Bohm S.H., Waldmann A.D., Ugata K., Nikai T., Saito Y. Positive End-expiratory Pressure and Distribution of Ventilation in Pneumoperitoneum Combined with Steep Trendelenburg Position // *Anesthesiology*. – 2020. – Vol. 132. – P. 476-490. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003062>
- Pei S., Wei W., Yang K., Yang Y., Pan Y., Wei J., Yao S., Xia H. Recruitment Maneuver to Reduce Postoperative Pulmonary Complications after Laparoscopic Abdominal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis // *J. Clin. Med.* – 2022. – Vol. 11. – P. 5841. <https://doi.org/10.3390/jcm11195841>
- Liu J., Meng Z., Lv R., Zhang Y., Wang G., Xie J. Effect of intraoperative lung-protective mechanical ventilation on pulmonary oxygenation function and postoperative pulmonary complications after laparoscopic radical gastrectomy // *Braz. J. Med. Biol. Res.* – 2019. – Vol. 52(6). – P. e8523. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20198523>
- Nguyen T.K., Nguyen V.L., Nguyen T.G., Mai D.H., Nguyen N.Q., Vu T.A., Le A.N., Nguyen Q.H., Nguyen C.T., Nguyen D.T. Lung-protective mechanical ventilation for patients undergoing abdominal laparoscopic surgeries: a randomized controlled trial // *BMC Anesth.* – 2021. – Vol. 21. – Art. no. 95. <https://doi.org/10.1186/s12871-021-01318-5>
- Hu M.C., Yang Y.L., Chen T.T., Lee C.I., Tam K.W. Recruitment Maneuvers to Reduce Pulmonary Atelectasis after Cardiac Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Trials // *JTCVS*. – 2020. – Vol. 164(1). – P. 171-181.E4. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.10.142>
- Costa Leme A., Hajjar L.A., Volpe M.S., Fukushima J.T., De Santis Santiago R.R., Osawa E.A., Pinheiro de Almeida J., Gerent A.M., Franco R.A., Zanetti Feltrim M.I., Nozawa E., de Moraes Coimbra V.R., de Moraes Ianotti R., Hashizume C.S., Kalil Filho R., Auler J.O. Jr., Jatene F.B., Gomes Galas F.R., Amato M.B. Effect of Intensive vs Moderate Alveolar Recruitment Strategies Added to Lung-Protective Ventilation on Postoperative Pulmonary Complications: A Randomized Clinical Trial // *JAMA*. – 2017. – Vol. 317(14). – P. 1422-1432. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.2297>
- Ruszkai Z., Kiss E., Molnar Z. Effects of intraoperative positive end-expiratory pressure optimization on respiratory mechanics and the inflammatory response: a randomized controlled trial // *J. Clin. Monitor. Comput.* – 2021. – Vol. 35. – P. 469-482. <https://doi.org/10.1007/s10877-020-00519-6>
- Yu Cui, Rong Cao, Gen Li, Tianqing Gong, Yingyu Ou, Jing Huang. The effect of lung recruitment maneuvers on post-operative pulmonary complications for patients undergoing general anaesthesia: A meta-analysis. *PLoS ONE*. – Vol. 14(5). – P. e0217405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217405>
- Pereira S.M., Tucci M.R., Caio C.A., Morais P.T., Simxes C.M., Tonelotto B.F.F., Pompeo M.S., Kay F.U., Pelosi P., F.E.R.S., Vieira J.E., Amato M.B.P. Individual Positive End-expiratory Pressure Settings Optimize Intraoperative Mechanical Ventilation and Reduce Postoperative Atelectasis // *Anesthesiology*. – 2018. – Vol. 129. – P. 1070-1081. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002435>
- Li X., Xue W., Zhang Q., Zhu Y., Fang Y., Huang J. Effect of Driving Pressure-Oriented Ventilation on Patients Undergoing One-Lung Ventilation During Thoracic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Front. Surg.* – 2022. – Vol. 9. – P. 914984. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.914984>

АНДАТПА
ОНКОЛОГИЯЛЫҚ НАУҚАСТАРДА ЖАЛПЫ АНЕСТЕЗИЯ КЕЗІНДЕ ӨКПЕНІҢ ЖАСАНДЫ ЖЕЛДЕНУІНІҢ ЗАМАНАУИ ТҰЖЫРЫМДАМАЛАРЫ: ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ
Н.Р. Абдухалилов¹, А.А. Арынов¹, Д.Ә. Байдаулет¹, М.Б. Муканова¹, А.А. Нурманова¹, Э.А. Сейдалиева¹, В.В. Чурсин²
¹«Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты» АҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы;
²«С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ» КеАҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы

Өзектілігі: Өкпенің жасанды вентиляциясы (ЖЖЖ) арқылы жалпы анестезиямен кең көлемді хирургиялық операциядан өткен пациенттер арасында обструктивті немесе рестриктивті сипаттағы әртүрлі операциядан кейінгі тыныс алу жолдарының асқынулары жиі кездеседі.

Зерттеудің мақсаты – онкологиялық науқастарға анестезиялық көмек көрсету сапасын арттыру мақсатында жүйелі шолулар мен мета-талдаулардың ағымдағы деректерін, өкпе вентиляциясының профилактикалық және емдік стратегияларын қолдану жөніндегі ғылыми деректерді жсалтылау.

Әдістері: PubMed электронды дерекқорында (NCBI) рандомизацияланған бақыланатын және проспективалық бақылау зерттеулерін, жүзілі шолулар мен мета-талдауларды, сондай-ақ 2016 және 2023 жылдар аралығында ағылшын тілінде жарияланған, өкпенің қорғанысты желдету және ауыр және ұзақ хирургиялық операцияға ұшыраған науқастарда әдеттегі механикалық желдету арқылы қорғаныс желдету стратегиялары және оның нәтижелеріне салыстыруға бағытталған ғылыми мақалаларды анықтау үшін іздестірілу жүргізілді.

Нәтижелері: Кең көлемді ғылыми зерттеулер мен мақалаларды шолу деректерін салыстыру нәтижесінде өкпенің қорғаныш вентиляциясының стратегиясын қолдану мақсатында тыныс алу көлемі төмен (6-8 мл/кг идеалды дене салмағына), жекелендірілген РЕЕР, өкпені мезгіл-мезгіл жинау маневрі жасалынған жағдайда клиникалық нәтижелердің айтарлықтай жақсаруы, тыныс алу жолдарының асқынулары, ерте өлім-жітім және хирургиялық операция жасалған науқастарда ауруханада болу ұзақтығы азайғаны анықталды.

Қорытынды: Ірі хирургиялық араласулар кезінде анестезия кезінде өкпенің қорғанышты желденуі тұжырымдамасын қолдану операциядан кейінгі өкпе асқынуларының жиілігін төмендетеді.

Түйінді сөздер: механикалық желдетудің заманауи тұжырымдамалары, операциядан кейінгі өкпелік асқынулар, тыныс алудың төмен көлемі, жекеленген оң эксатораторлық қысым.

ABSTRACT
MODERN CONCEPTS OF ARTIFICIAL LUNG VENTILATION DURING GENERAL ANESTHESIA IN CANCER PATIENTS: A LITERATURE REVIEW
N.R. Abdukhalilov¹, A.A. Arynov¹, D.A. Baidauler¹, M.B. Mukanova¹, A.A. Nurmanova¹, E.A. Seidalieva¹, V.V. Chursin²
¹«Kazakh Research Institute of Oncology and Radiology» JSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan;
²«Asfendiyarov Kazakh National Medical University» NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan

Relevance: Among patients who have undergone extensive surgical interventions under general anesthesia with artificial ventilation (ventilator), various postoperative respiratory complications of an obstructive or restrictive nature are often found

The study aimed to generalize current data from systematic reviews, meta-analyses, and scientific publications on the use of preventive and therapeutic strategies for lung ventilation to improve the quality of anesthetic care for cancer patients.

Methods: The PubMed Electronic Database (NCBI) was searched to identify randomized controlled and prospective observational studies, systematic reviews, and meta-analyses, as well as scientific articles published in English between 2016 and 2023 that focused on the results of application and comparison of lung protective ventilation strategies with conventional mechanical ventilation in patients undergoing major and prolonged surgery.

Results: As a result of a comparison of data from a review of large-scale scientific studies and articles, a relationship was established between the use of a protective lung ventilation strategy with a low tidal volume (6-8 ml/kg of ideal body weight), in combination with individualized PEEP, periodic lung recruitment maneuvers and significant improvement in clinical outcomes, respiratory complications, early mortality and length of hospital stay in patients undergoing surgery.

Conclusion: Using protective lung ventilation during anesthesia during major surgical interventions reduces the incidence of postoperative pulmonary complications.

Keywords: modern concepts of mechanical ventilation, postoperative pulmonary complications, low tidal volume, individualized PEEP.

Прозрачность исследования: Авторы несут полную ответственность за содержание данной статьи.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Вклад авторов: вклад в концепцию – Абдухалилов Н.Р., Арынов А.А., Байдаулет Д.А., Муканова М.Б., Нурманова А.А., Сейдалиева Э.А.; научный дизайн – Чурсин В.В., Арынов А.А.; исполнение заявленного научного исследования – Абдухалилов Н.Р., Байдаулет Д.А., Нурманова А.А., Сейдалиева Э.А.; интерпретация заявленного научного исследования – Абдухалилов Н.Р., Арынов А.А., Байдаулет Д.А., Нурманова А.А., Сейдалиева Э.А.; создание научной статьи – Абдухалилов Н.Р., Арынов А.А., Байдаулет Д.А., Муканова М.Б., Нурманова А.А., Сейдалиева Э.А., Чурсин В.В.

Сведения об авторах:

Абдухалилов Н.Р. – врач анестезиолог-реаниматолог, АО «КазНИИОиР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77075500119, e-mail: nurlan07_90@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3492-651X;

Арынов А.А. – заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии, АО «КазНИИОиР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77016183307, e-mail: ardak1988@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0379-5411;

Байдаулет Д.А. – врач анестезиолог-реаниматолог, АО «КазНИИОиР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77013840067, e-mail: dauren93-09@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9935-3206;

Муканова М.Б. – врач анестезиолог-реаниматолог, АО «КазНИИОиР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77053128585, e-mail: madik.m@list.ru, ORCID ID: 0009-0004-2205-9473;

Нурманова А.А. – врач анестезиолог-реаниматолог, АО «КазНИИОиР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77022139970, e-mail: n.a.a_8401@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9741-2700;

Сейдалиева Э.А. (корреспондирующий автор) – врач анестезиолог-реаниматолог, АО «КазНИИОиР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77472885916, e-mail: Elvira_alimbaeva@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1199-0858;

Чурсин В.В. – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии, НАО «Казакский Национальный Медицинский Университет им. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77077290652, e-mail: vvch64@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8653-1421.

Адрес для корреспонденции: Сейдалиева Э.А., АО «КазНИИОиР», ул. Донбасская 12, Алматы А25М8А3, Республика Казахстан.