



# Протективная искусственная вентиляция легких в анестезиологическом обеспечении гинекологических робот-ассистированных операций (обзор литературы)

А. С. КОСТЕНКО<sup>1\*</sup>, Ю. В. МАРЧЕНКОВ<sup>1</sup>, Е. П. РОДИОНОВ<sup>1</sup>, А. В. ПЫРЕГОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский многопрофильный научно-клинический Центр им. С. П. Боткина, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В. И. Краснопольского, Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 16.01.2026 г.; дата рецензирования 18.02.2026 г.

РЕЗЮМЕ

**Цель** – на основании анализа литературы осветить современную концепцию применения протективной вентиляции легких при робот-ассистированных операциях с применением карбодioxidперитонеума и положения Тренделенбурга.

**Результаты.** Выявлено, что протективная ИВЛ является критически важным компонентом анестезиологического обеспечения лапароскопических робот-ассистированных операций в гинекологии. Целенаправленное применение низких дыхательных объемов, оптимального положительного давления конца выдоха, маневров рекрутмента и контроля PaCO<sub>2</sub> способствует сохранению легочной функции, адекватной оксигенации и стабилизации церебрального кровотока.

**Заключение.** Применение протективной искусственной вентиляции уменьшает выраженность повреждения легких, снижает риск развития послеоперационных когнитивных нарушений и улучшает клинические исходы.

**Ключевые слова:** протективная вентиляция легких, лапароскопические операции, гинекология

**Для цитирования:** Костенко А. С., Марченков Ю. В., Родионов Е. П., Пырегов А. В. Протективная искусственная вентиляция легких в анестезиологическом обеспечении гинекологических робот-ассистированных операций (обзор литературы) // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2026. – Т. 23, № 2. – С. 82–90. – <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-2-82-90>.

## Protective mechanical ventilation in the anesthetic management of gynecological robot-assisted operations (literature review)

ANASTASIA S. KOSTENKO<sup>1\*</sup>, YURI V. MARCHENKOV<sup>1</sup>, EVGENIY P. RODIONOV<sup>1</sup>, ALEXEY V. PYREGOV<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Academician V. I. Krasnopolsky Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow, Russian Federation

Received 16.01.2026; review date 18.02.2026

ABSTRACT

**The objective** was to elucidate the modern concept of protective lung ventilation, particularly during laparoscopic operations involving carbon dioxide pneumoperitoneum and Trendelenburg position based on the literature analysis.

**Results.** We indicate that protective mechanical lung ventilation is a critically important component of anesthetic management for laparoscopic robot-assisted operations in gynecology. Targeted use of low tidal volumes, optimal positive end-expiratory pressure, recruitment maneuvers, and PaCO<sub>2</sub> control contributes to preserving lung function, adequate oxygenation, and stabilization of cerebral blood flow.

**Conclusion.** The use of protective artificial ventilation reduces the severity of lung damage, reduces the risk of postoperative cognitive impairment, and improves clinical outcomes.

**Keywords:** protective lung ventilation, laparoscopic operations, gynecology

**For citation:** Kostenko A. S., Marchenkov Yu. V., Rodionov E. P., Pyregov A. V. Protective mechanical ventilation in the anesthetic management of gynecological robot-assisted operations (literature review). *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2026, Vol. 23, № 2, P. 82–90. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-2-82-90>.

\* Для корреспонденции:

Анастасия Сергеевна Костенко  
E-mail: [kostenkoac@botkinmoscow.ru](mailto:kostenkoac@botkinmoscow.ru)

\* Correspondence:

Anastasia S. Kostenko  
E-mail: [kostenkoac@botkinmoscow.ru](mailto:kostenkoac@botkinmoscow.ru)

### Введение

С момента внедрения малоинвазивной хирургии в клиническую практику лечения гинекологических заболеваний в 1970-х гг. лапароскопия утвердилась в качестве стандартного хирургического доступа к органам брюшной полости и малого таза [10]. Ключевые преимущества современной лапароскопической методики включают значительное снижение интраоперационных осложнений и сокращение сроков госпитализации; дополнительными значимыми

факторами являются эстетические результаты и общее снижение затрат на лечение в сравнении с традиционными лапаротомными вмешательствами [7].

Последующая эволюция миниинвазивной хирургии ознаменовалась внедрением робот-ассистированной эндовидеохирургии после одобрения FDA, первой системы DaVinci в 2005 г. [9]. Роботическая хирургическая система, обладая рядом технологических преимуществ, потенциально позволяет преодолеть технические ограничения анатомического пространства малого таза, увеличить точность

и качество формирования анастомозов, а результаты исследования исходов свидетельствуют о наличии потенциальных преимуществ роботизированного доступа перед лапароскопическим и открытым [26]. Использование роботизированных систем позволило снизить количество интраоперационных осложнений и сократить время пребывания пациентов в стационаре [5]. Несмотря на относительно позднее внедрение роботизированной хирургии в гинекологическую практику, в последнее десятилетие отмечается ее стремительная интеграция и рост количества таких вмешательств [7]. Одной из первых операций на органах малого таза, проведенных с помощью системы DaVinci, стал реанастомоз маточных труб [22]. В настоящее время широкий спектр гинекологических операций, включая сакрокольпопексию, гистерэктомию, пангистерэктомию с тазовой лимфаденэктомией, хирургическое лечение глубокого инфильтративного эндометриоза, миомэктомию, метропластику, циркляж матки, успешно выполняется с применением DaVinci [1, 7]. Всего за 2024 г. с помощью роботизированных хирургических систем DaVinci было выполнено 5731 операций, а за 2025 г. в РФ выполнено 850 гинекологических операций [1, 2]. Важно подчеркнуть, что малоинвазивный подход в гинекологии, будучи технологически более совершенным, не полностью нивелирует вероятность развития интра- и послеоперационных осложнений, что требует от хирургической и анестезиологической бригад индивидуализированных подходов в лечении больных [14].

В рамках поиска путей минимизации осложнений у пациентов, которым выполняется робот-ассистированная гинекологическая операция, научный интерес сместился в сторону оптимизации управляемых интраоперационных факторов – особое внимание уделяется роли ИВЛ в качестве независимого фактора риска повреждения органов-мишеней, в частности, через ось «легкие-мозг» [13].

Протективная ИВЛ, включающая применение малого дыхательного объема (6–8 мл/кг), ограничение пикового давления (< 30 см вод. ст.) и индивидуально подобранное положительное давление в конце выдоха (ПДКВ), представляет собой стандартный подход к минимизации вентилятор-ассоциированного повреждения легких, обусловленного баротравмой и ателектазом, что в конечном итоге снижает риск послеоперационных легочных осложнений [3, 16].

#### **Анестезиологические осложнения и послеоперационная когнитивная дисфункция при роботической хирургии в гинекологии**

Особенности анестезии связаны с физиологическими последствиями длительного пневмоперитонеума и вынужденного нахождения пациента в позиции Тренделенбурга (которое дополнительно увеличивает нагрузку на легочную и сердечно-сосудистую системы, а также повышает внутричерепное

давление [11, 44]). Пневмоперитонеум увеличивает внутрибрюшное давление, что приводит к смещению диафрагмы вверх, снижению функциональной остаточной емкости легких, уменьшению легочного комплаенса, и увеличивает возможность формирования ателектазов, усугубляя вентиляционно-перфузионный дисбаланс [31, 39]. Вынужденное интраоперационное позиционирование пациента требует внимания для избежания физиологических последствий.

Послеоперационная когнитивная дисфункция является серьезным осложнением у пациентов после миниинвазивного хирургического вмешательства [45]. Отмечаются случаи отека головного мозга [12], ишемической нейропатии зрительного нерва у пациентов после операции [36]. У пациентов пожилого возраста с ограниченными компенсаторными резервами это проявляется более значительным увеличением диаметра оболочек зрительного нерва [32].

По результатам исследования Н. Guloglu et al. (2024) было установлено, что по мере увеличения продолжительности положения Тренделенбурга значения диаметра оболочки зрительного нерва, по данным ультрасонографических измерений, увеличивались. Это говорит о том, что с увеличением длительности нахождения больного в этом положении, устойчивость механизмов, уравнивающих повышение внутричерепного давления, становится недостаточной [24].

При использовании ИВЛ в режиме PRVC (pressure-regulated volume control) отмечается существенно меньший прирост центрального венозного давления по сравнению с группой ИВЛ в режиме VC. Оптимизация внутригрудного давления при использовании PRVC способствовала снижению воздействия на церебральное перфузионное давление, что подтверждалось зафиксированным уменьшением показателей диаметра оболочек зрительного нерва в этой группе [31].

В настоящее время доминирующей патофизиологической парадигмой послеоперационной когнитивной дисфункции является концепция нейровоспаления, инициируемого периоперационным стрессом [35]. Хирургическая травма в сочетании с анестезией инициирует системный воспалительный ответ, сопровождающийся высвобождением провоспалительных цитокинов IL-1 $\beta$ , IL-6 и TNF- $\alpha$ . Нарушение проницаемости гематоэнцефалического барьера позволяет этим медиаторам инициировать каскад нейровоспалительных реакций, составляющих патогенетическую основу послеоперационной когнитивной дисфункции [45].

В группе PRVC зарегистрировано значимое снижение послеоперационных уровней S-100 $\beta$  и A $\beta$ 1-40 (маркеров повреждения мозговой ткани) в сравнении с группой, которым проводили ИВЛ в режиме PC. Концентрации провоспалительных цитокинов (IL-1 $\beta$ , IL-6, TNF- $\alpha$ ) в плазме также оставались значимо ниже у пациентов, вентилируемых в режиме PRVC, на всех точках послеоперационного

## Влияние положения Тренделенбурга и пневмоперитонеума при робот-ассистированных гинекологических операциях

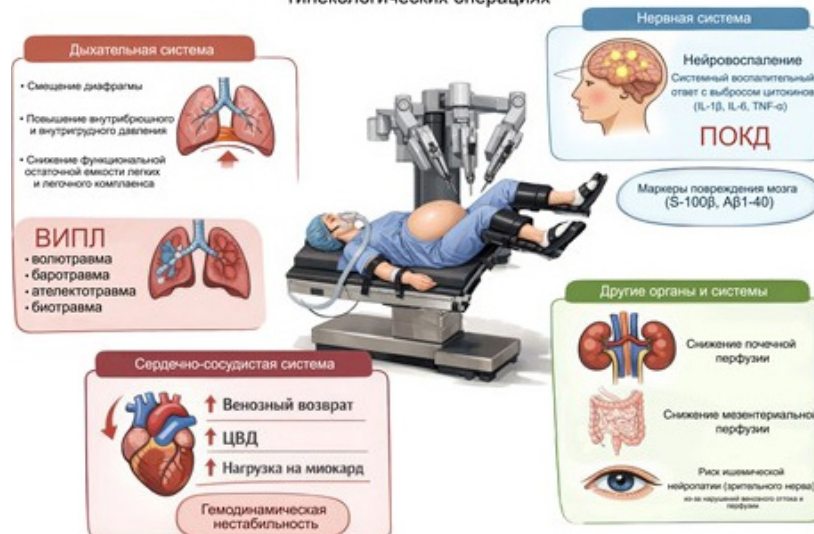


Схема основных патофизиологических изменений со стороны дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной систем и других органов на фоне положения Тренделенбурга, пневмоперитонеума при робот-ассистированных гинекологических операциях

Diagram of the main pathophysiological changes in the respiratory, cardiovascular, nervous systems and other organs against the background of the Trendelenburg position, pneumoperitoneum during robot-assisted gynecological operations

мониторинга [25, 31]. Учитывая то, что блокада данных цитокиновых путей ассоциирована с профилактикой когнитивного дефицита, наблюдаемые изменения демонстрируют, что применение протективной ИВЛ приводит к модуляции системного и церебрального воспаления, что в конечном итоге опосредует лучшие когнитивные исходы у пациентов после робот-ассистированных операций на органах брюшной полости и малого таза. Мониторинг параметров вентиляции и системных показателей позволяет адаптировать режим ИВЛ под изменения клинического состояния больной и параметров операции.

#### Патофизиологические основы протективной искусственной вентиляции легких и ее роль в предотвращении вентилятор-индуцированного повреждения легких

Сформировавшаяся концепция ИВЛ-индуцированного повреждения мозга заключается в том, что механическая вентиляция сама по себе способна запускать нейровоспаление и нейродегенерацию, независимо от исходной патологии. Патофизиология ИВЛ-индуцированного повреждения мозга связана с двумя основными путями: первый это «биотравма», вызванная механическим стрессом, который провоцирует выброс провоспалительных медиаторов в системный кровоток [43]; второй – прямое физиологическое нарушение церебральной гемодинамики и оксигенации, опосредованное колебаниями углекислого газа в артериальной крови [6].

Повреждение легких, вызванное искусственной вентиляцией легких (вентилятор-индуцированное

повреждение легких (ВИПЛ), – это острая травма легких, нанесенная или усугубленная в результате механической вентиляции во время ИВЛ. Повреждения легких, вызванные ИВЛ, могут возникать как при инвазивной, так и при неинвазивной вентиляции, и значительно утяжелять состояние больных. Основные механизмы, при которых возникает ВИПЛ, включают альвеолярное чрезмерное растяжение (волютравма), баротравму, ателектотравму и воспаление (биотравму) [8]. Известно, что вариации экспрессии генетически определенных воспалительных медиаторов влияют на восприимчивость к ВИПЛ [29].

Оптимизация режимов ИВЛ стала предметом активных клинических исследований. Появилась концепция протективной ИВЛ, направленная на уменьшение ВИПЛ, улучшение газообмена и снижение системного воспаления. Помимо системных эффектов, важной является интеграция стратегии вентиляции, которая обеспечивает оптимальную церебральную гемодинамику и оксигенацию, что критично для сохранения когнитивной функции в послеоперационном периоде, уменьшения ИВЛ-индуцированного повреждения мозга [18].

В основе протективной ИВЛ лежит фундаментальная парадигма, направленная на разрыв порочного круга вентилятор-индуцированного повреждения легких и мозга. Ее центральная идея заключается в минимизации механического повреждения альвеолярных структур и в снижении системной воспалительной реакции, индуцированной нефизиологичным характером ИВЛ. Эта стратегия является целостным патофизиологически обоснованным подходом, где каждый параметр

вентиляции рассматривается через призму потенциального риска. Ключевые детерминанты качества и безопасности респираторной поддержки образуют сложную взаимосвязанную систему: низкий дыхательный объем (ДО) призван предотвратить волюмотравму – перерастяжение альвеол избыточным объемом воздуха, в то время как контроль максимального плато-давления ограничивает баротравму, не позволяя давлению в дыхательных путях достигать уровней, механически разрушающих легочную ткань. Однако снижение ДО чревато риском развития ателектотравмы – повреждения от повторяющегося спадения и раскрытия альвеол. Противовесом этому служит адекватный уровень ПДКВ, который выполняет роль каркаса, предотвращающего коллапс терминальных дыхательных единиц на выдохе. При этом оптимизация ПДКВ зачастую требует применения маневров рекрутмента – кратковременных повышений давления, направленных на «расправление» спавшихся участков легких и увеличение объема рекрутируемого альвеолярного пула. Частота дыхания в этой тонкой настройке является компенсаторным механизмом для поддержания минутной вентиляции при низком ДО, но ее чрезмерное увеличение может само по себе стать источником повреждения в результате недостаточного времени для выдоха (феномен «air trapping»). Таким образом, протективная ИВЛ представляет собой динамический поиск баланса между этими взаимозависимыми параметрами, целью которого является не просто нормализация газового состава крови, а обеспечение респираторной поддержки, которая учитывает биомеханику дыхания во время выполнения робот-ассистированных гинекологических операций в условиях пневмоперитонеума и положении Тренделенбурга [23, 28, 37].

### Сравнительный анализ режимов ИВЛ и их влияние на уменьшение периоперационных осложнений

По результатам рандомизированного контролируемого исследования Т. К. Nguyen et al. (2021), в которое вошло 62 пациента с лапароскопическим вмешательством на органах брюшной полости, протективная ИВЛ (ДО – 7 мл/кг, ПДКВ – 10 см вод. ст., в сочетании с регулярными маневрами рекрутмента) по сравнению с обычной вентиляцией легких (ДО – 10 мл/кг, 0 см вод. ст. ПДКВ, без рекрутмента), значительно улучшила интраоперационную оксигенацию ( $PaO_2$ : 207 [193–225] против 189 [148–206] мм рт. ст.,  $p = 0,001$ ;  $PaCO_2$ :  $47 \pm 9$  против  $43 \pm 6$ ,  $p = 0,03$ ;  $PaO_2/FiO_2$ : 518 [483–563] против 473 [370–515],  $p = 0,001$ ). Отмечен более низкий альвеолярно-артериальный градиент кислорода ( $A-aO_2$ :  $20 \pm 15$  против  $55 \pm 27$   $p < 0,001$ ). Таким образом, при лапароскопических робот-ассистированных операциях уменьшение ДО с классических 10–12 до 6–8 мл/кг приводит к снижению частоты ВИПЛ за счет предотвращения чрезмерного растяжения альвеол [39].

Сбалансированное применение ПДКВ важно для поддержания альвеолярной проходимости и профилактики ателектазов, которые формируются вследствие сдавления диафрагмы и высокого внутрибрюшного давления. Недостаточный ПДКВ приводит к локальному спадению альвеол, а чрезмерный – к уменьшению венозного возврата и снижению сердечного выброса. При операциях в положении Тренделенбурга оптимальный ПДКВ, по данным А. Mitsuhashi (2022), лежит в диапазоне 5–10 см вод. ст. [37].

Маневр рекрутмента – повышение давления в легких с целью открытия как можно большего количества спавшихся альвеол. Он обычно используется в ведении пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом, а также может применяться в послеоперационном лечении при ателектазах легких. В клинических условиях используются несколько типов маневров рекрутмента. К ним относятся устойчивое высокое давление в режиме СРАР, РС-СМV с однократным введением высокого уровня ПДКВ, РС-СМV с прогрессивным повышением уровня ПДКВ. Маневры рекрутмента доказали свою эффективность, улучшая газообмен и легочный комплаенс, однако они должны применяться с учетом индивидуального статуса пациента, чтобы избежать гемодинамических нарушений и повышения внутричерепного давления [23].

В рандомизированном контролируемом исследовании Р. Parmeswaran et al. (2023) исследовались результаты протективной ИВЛ у 66 пациенток после роботизированной гистерэктомии. Выявлено, что у тех больных, которым выполняли маневр рекрутмента, отмечались значимо более высокие показатели  $PaO_2$  ( $203,2 \pm 24,3$  мм рт. ст. против  $167,8 \pm 27,3$  мм рт. ст.,  $p < 0,001$  через 30 мин после пневмоперитонеума). Однако статистически значимой разницы в проведенной спирометрии в послеоперационном периоде между группами не выявлено (ФЖЕЛ,  $1,40 \pm 0,5$  л против  $1,32 \pm 0,46$  л,  $p = 0,55$ ) [40].

Современные режимы респираторной поддержки, такие как вентиляция с контролем по давлению (РС) и ее усовершенствованный гибрид – вентиляция с регулируемым объемом (PRVC), демонстрируют явные преимущества в улучшении респираторной механики за счет снижения пикового давления в дыхательных путях по сравнению с традиционной вентиляцией с контролем по объему (VC) [49].

В рандомизированном исследовании J. M. Lee et al. (2020), включавшем данные 60 пациентов, сравнивались режимы объемно-контролируемой вентиляции (VCV), давление-контролируемой вентиляции (PCV), и давление-контролируемой с гарантированным объемом (PCV-VG) при робот-ассистированной лапароскопической гинекологической операции в положении Тренделенбурга. Было показано, что PCV и PCV-VG ассоциируются с более низким  $P_{peak}$ , более высоким средним инспираторным давлением ( $P_{mean}$ ) и улучшенной динамической податливости легких ( $C_{dyn}$ ) по

**Сравнительный анализ режимов ИВЛ и их влияние на уменьшение периоперационных осложнений**  
**Comparative analysis of mechanical lung ventilation modes and their impact on reducing perioperative complications**

Критерий	Протективная ИВЛ	Традиционная ИВЛ	Исследования
Параметры ИВЛ	ДО: 6–8 мл/кг. ПДКВ: 5–10 см вод. ст. Маневры рекрутмента – регулярное применение. Допустима умеренная гиперкапния	ДО: 10–12 мл/кг. ПДКВ: 0 см вод. ст. Без маневров рекрутмента	[23, 37, 39, 40, 49]
Влияние на респираторную механику и оксигенацию	Увеличение $PaO_2$ ; $PaO_2/FiO_2$ снижение альвеолярно-артериального градиента кислорода – улучшение вентиляционно-перфузионного соотношения. Выше динамический комплаенс легких ( $C_{dyn}$ ). Стабильный газообмен (особенно в режиме PRVC). PRVC/PCV-VG обеспечивает оптимальный баланс: стабильный объем вентиляции + минимальное пиковое давление + лучшая податливость легких	Высокий альвеолярно-артериальный градиент кислорода. Высокий риск ателектазов	[18, 31, 33, 39, 49]
Влияние на церебральную гемодинамику и когнитивные исходы	Снижение маркеров повреждения мозга (S-100 $\beta$ , A $\beta$ 1-40). Снижение провоспалительных цитокинов (IL-1 $\beta$ , IL-6, TNF- $\alpha$ ). Стабильный уровень $PaCO_2$ (в PRVC) → защита от колебаний мозгового кровотока. ↓ Частота ПОҚД, ↑ баллы MMSE/MoCA. Ключевой механизм нейропротекции PRVC – стабилизация $PaCO_2$ , что предотвращает нарушения церебральной гемодинамики и снижает нейровоспаление. ПОҚД напрямую зависит от выбора режима ИВЛ	Выше уровень воспалительных маркеров и маркеров повреждения мозга. Риск гиперкапнии при попытках снизить ДО без контроля. Выше риск ПОҚД	[21, 25, 31, 33, 34, 45, 48]

сравнению с режимом VCV. Значимых отличий по гемодинамическим показателям или оксигенации между группами не выявлено. PCV-VG обеспечивает стабильный дыхательный объем при изменяющемся комплаенсе легких, что важно при таких операциях [33].

При снижении ДО для поддержания адекватной минутной вентиляции часто увеличивают частоту дыхания. При этом допускается умеренная гиперкапния, которая защищает легкие, но требует контроля для предупреждения повреждения нейронов, окислительного стресса и нарушения мозгового кровотока [15].

Исследование Y. L. Jia et al. (2025) демонстрирует прямое влияние выбора режима интраоперационной вентиляции на ранние когнитивные исходы, выявляя нейропротективное преимущество гибридного режима PRVC вентиляции. У пациентов отмечалась значимо более низкая частота послеоперационной когнитивной дисфункции и более высокие показатели по «Краткой шкале оценки психического статуса» (MMSE) в сравнении с группой, которой проводили вентиляцию в режиме PC. Это дополнительно подтвердилось результатами более чувствительного «Монреальского когнитивного теста» (MoCA), показавшего высокие баллы в группе больных, которым операцию проводили с ИВЛ в режиме PRVC. Несмотря на существующие в литературе противоречивые данные о влиянии различных режимов вентиляции на газовый состав крови, в этом исследовании продемонстрировано, что режим ИВЛ PRVC обеспечивает стабильность газообмена у пациентов в ходе хирургического вмешательства в условиях пневмоперитонеума [31]. Стабильный газообмен представляет собой важнейшее условие для предотвращения развития гиперкапнии и ее влияния на церебральную гемодинамику, что является основой нейропротекции.

По данным исследований J. M. Lee et al. (2020) и S. Chowdhury et al. (2023), важный протективный

эффект PRVC в отношении церебрального повреждения ассоциирован с оптимизацией респираторной функции в условиях пневмоперитонеума. В группе PRVC были достигнуты наилучшие показатели динамического комплаенса легких, что коррелирует с результатами предыдущих исследований, демонстрирующих способность данного режима снижать как пиковое, так и среднее давление в дыхательных путях. Важнейшим достижением явилась способность PRVC поддерживать стабильный уровень  $PaCO_2$ , предотвращая его значительный рост, наблюдаемый в группах вентиляции в режимах PC и VC [21, 33].

У взрослых пациентов чаще отмечается послеоперационная когнитивная дисфункция вследствие естественного снижения нейрогенеза и синаптической пластичности, что повышает чувствительность нервных клеток головного мозга к периоперационным стрессорам, включая нейровоспаление [34, 48].

#### **Особенности протективной ИВЛ у пациенток с ожирением**

У пациенток с ожирением особенно необходима модификация защитной стратегии ИВЛ, в частности – применение повышенных уровней ПДКВ, что демонстрирует улучшение интраоперационной оксигенации и вентиляции, а также снижает частоту острой гипоксемической дыхательной недостаточности в послеоперационном периоде [4, 17, 20, 38]. Формирование пневмоперитонеума и положение Тренделенбурга еще больше усугубляют нарушения респираторной механики у данной категории пациентов в условиях робот-ассистированных лапароскопических вмешательств, причем степень декомпенсации варьирует в широких пределах даже на фоне протективной ИВЛ [47]. Коррекция ПДКВ и ДО позволяет модулировать давление, а применение инвертированного соотношения вдох-выдох способствует увеличению функциональной остаточ-

ной емкости, снижению пикового и плато-давления, оптимизируя респираторную механику, что особенно актуально при гинекологических роботизированных операциях [46, 50]. По данным D. Chiumello et al. (2023), при фиксированном дыхательном объеме решающая роль в контроле движущего давления отводится ПДКВ. В то время как умеренные уровни ПДКВ (4–8 см вод. ст.) ассоциированы с улучшением исходов, пациенткам с ожирением требуются более высокие индивидуализированные значения (до 20 см вод. ст. и выше) для восстановления объема легких, оптимизации регионарной вентиляции и оксигенации в условиях анестезии [19]. В контексте роботизированной лапароскопической хирургии уровни ПДКВ должны титроваться с учетом индекса массы тела и этапности оперативного вмешательства, а давление – служить ориентиром для индивидуального подхода [4, 20, 38].

Перспективным направлением оптимизации вентиляции, особенно у пациенток с ожирением, является измерение механической мощности. Это интегральное значение, отображающее количество энергии, передаваемой пациенту аппаратом ИВЛ и объединяющее в себя: дыхательный объем, частоту дыхания, инспираторный поток, пиковое давление и ПДКВ. Это позволит более комплексно оценить вклад различных компонентов вентиляции в развитие повреждения легких и осложнения

со стороны нервной системы. Пороговое значение механической мощности 18 Дж/мин обладает дискриминативной способностью в прогнозировании исходов, тогда как в экспериментальных условиях даже низкие значения механической мощности (3–7 Дж/мин) позволяют достичь баланса между степенью гистологического повреждения и оптимального газообменом [17, 42].

### Заключение

Протективная ИВЛ является критически важным компонентом анестезиологического обеспечения лапароскопических робот-ассистированных операций в гинекологии. Целенаправленное применение низких дыхательных объемов, оптимального ПДКВ, маневров рекрутмента и контроля PaCO<sub>2</sub> способствует сохранению легочной функции, адекватной оксигенации и стабилизации церебрального кровотока. Применение протективной искусственной вентиляции уменьшает выраженность повреждения легких, снижает риск развития послеоперационных когнитивных нарушений и улучшает клинические исходы. Последующие исследования и инновационные технологии мониторинга позволят усовершенствовать подходы, обеспечивая максимальную безопасность и эффективность анестезии при современных роботических операциях.

**Конфликт интересов.** Пырегов А. В. является членом редакционной коллегии журнала «Вестник анестезиологии и реаниматологии» с 2009 г., но к решению об опубликовании данной статьи отношения не имеет. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

**Conflict of Interests.** Pyregov A. V. has been a member of the editorial board of the Messenger of Anesthesiology and Resuscitation since 2009, but has nothing to do with the decision to publish this article. The article has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interest.

**Вклад авторов.** Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Табузов Г. Г., Саврасов Г. В., Саакова А. Л. Место робота в оперативной гинекологии // Эндоскопическая хирургия. – 2021. – Т. 27. – № 6. – С. 56–63. <https://doi.org/10.17116/endoskop20212706156>.
2. Робот да Винчи в России. Да Винчи в цифрах. URL: <https://robot-davinci.ru/zapisi/robot-da-vinchi-v-rossii> (дата обращения: 20.11.2025).
3. Пыжов В. А., Храпов К. Н., Мирошкина В. М. Сравнение эффективности режимов поддержки давлением и принудительной вентиляции в конце общей комбинированной анестезии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – С. 2022. – Т. 19, № 4. – С. 6–14. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2022-19-4-6-14>.
4. Туркевич О. М. Периоперационная протективная искусственная вентиляция легких при лапароскопических операциях у пациентов с ожирением // Медицина неотложных состояний. – 2019. – Т. 1. – № 96. – С. 85–89.
5. Шевченко Ю. Л., Карпов О. Э. Робот-ассистированная эндовидеохирургия. – М.: ДПК Пресс, 2019.

### REFERENCES

1. Gabuzov G. G., Savrasov G. V., Saakova A. L. The Role of the Robot in Operative Gynecology. *Endoscopic Surgery*, 2021, vol. 27, no. 6, pp. 56–63. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/endoskop20212706156>.
2. Da Vinci robot in Russia. Da Vinci in figures. URL: <https://robot-davinci.ru/zapisi/robot-da-vinchi-v-rossii> (accessed: 20.11.2025). (In Russ.).
3. Pyzhov V. A., Khrapov K. N., Miroshkina V. M. Comparison of effectiveness of pressure support and mandatory ventilation modes at the end of general combined anesthesia. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2022, vol. 19, no. 4, pp. 6–14. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2022-19-4-6-14>.
4. Turkevich O. M. Perioperative Protective Artificial Ventilation of the Lungs in Laparoscopic Operations in Patients with Obesity. *Medicine of Emergency Situations*, 2019, vol. 1, no. 96, pp. 85–89. (In Russ.).
5. Shevchenko Yu.L., Karpov O.E. Robot-assisted Endovideosurgery. Moscow: DPK Press, 2019. (In Russ.).

6. Abdallah N. M., Elela A. H. A., Maghawry H. H. et al. Effect of different mechanical ventilation modes on cerebral blood flow during thoracoscopic surgery in neonates: A randomised controlled trial // *Indian J Anaesth.* – 2022. – Vol. 66, № 9. – P. 651–656. [http://doi.org/10.4103/ija.ija\\_1065\\_21](http://doi.org/10.4103/ija.ija_1065_21).
7. Advincula A. P., Song A. The role of robotic surgery in gynecology // *Curr Opin Obstet Gynecol.* – 2007. – Vol. 19, № 4. – P. 331–336. <http://doi.org/10.1097/GCO.0b013e328216f90b>.
8. Ajith Kumar A. K., Anjum F. Ventilator-Induced Lung Injury (VILI). – 2023. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
9. Alkatout I., Mettler L., Maass N. et al. Robotic surgery in gynecology // *J Turk Ger Gynecol Assoc.* – 2016. – Vol. 17, № 4. – P. 224–232. <http://doi.org/10.5152/jtgga.2016.16187>.
10. Alkatout I., Biebl M. Recent advances in laparoscopy // *J Clin Med.* – 2021. – Vol. 10, № 1. – P. 131. <http://doi.org/10.3390/jcm10010131>.
11. Bao X., Vidal Melo M. F. Lung mechanics of the obese undergoing robotic surgery and the pursuit of protective ventilation // *Anesthesiology.* – 2020. – Vol. 133, № 4. – P. 695–697. <http://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003504>.
12. Barr C., Madhuri T. K., Prabhu P. et al Cerebral oedema following robotic surgery: a rare complication // *Arch Gynecol Obstet.* – 2014. – Vol. 290, № 5. – P. 1041–1044. <http://doi.org/10.1007/s00404-014-3355-9>.
13. Bassi T. G., Rohrs E. C., Fernandez K. C. et al. Brain injury after 50 h of lung-protective mechanical ventilation in a preclinical model // *Sci Rep.* – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 5105. <http://doi.org/10.1038/s41598-021-84440-1>.
14. Behbehani S., Suarez-Salvador E., Buras M., et al. Mortality rates in benign laparoscopic and robotic gynecologic surgery: a systematic review and meta-analysis // *J Minim Invasive Gynecol.* – 2020. – Vol. 27, № 3. – P. 603–612. <http://doi.org/10.1016/j.jmig.2019.10.005>.
15. Bilotta F., Giordano G., Sergi P. G. et al. Harmful effects of mechanical ventilation on neurocognitive functions // *Crit Care.* – 2019. – Vol. 23, № 1. – P. 273. <http://doi.org/10.1186/s13054-019-2546-y>.
16. Bolther M., Henriksen J., Holmberg M. J. et al. Ventilation strategies during general anesthesia for noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis // *Anesth Analg.* – 2022. – Vol. 135, № 5. – P. 971–985. <http://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006106>.
17. Carron M., Bertorelli G., Bignami E. G. A Successful ventilatory approach in a severe class 3 obesity patient undergoing robotic gynecological surgery // *Ann Case Report.* – 2023. – Vol. 8. – P. 1573. <http://doi.org/10.29011/2574-7754.101573>.
18. Chen H., Yu Y., Huo J. et al. Effects of permissive hypercapnia on intraoperative cerebral oxygenation and early postoperative cognitive function in elderly patients undergoing laparoscopic surgery // *Front Med (Lausanne).* – 2025. – Vol. 12. – P. 1575412. doi:10.3389/fmed.2025.1575412.
19. Chiumello D., Coppola S., Fratti I. et al. Ventilation strategy during urological and gynaecological robotic-assisted surgery: a narrative review // *Br J Anaesth.* – 2023. – Vol. 131, № 4. – P. 764–774. <http://doi.org/10.1016/j.bja.2023.06.066>.
20. Choi J. Y., Al-Saedy M. A., Carlson B. Positive end-expiratory pressure and postoperative complications in patients with obesity: a review and meta-analysis // *Obesity (Silver Spring).* – 2023. – Vol. 31, № 4. – P. 955–964. <http://doi.org/10.1002/oby.23675>.
21. Chowdhury S., Maiti A. K., Chattopadhyay S. et al. Volume-controlled, pressure-controlled vs. Pressure-controlled volume-guaranteed ventilations in improving respiratory dynamics during laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized, comparative study // *Bali J Anesthesiol.* – 2023. – Vol. 7. – P. 13–18.
22. Degueldre M., Vandromme J., Huong P. T. et al. Robotically assisted laparoscopic microsurgical tubal reanastomosis: a feasibility study // *Fertil Steril.* – 2000. – Vol. 74, № 5. – P. 1020–1023. [http://doi.org/10.1016/s0015-0282\(00\)01543-0](http://doi.org/10.1016/s0015-0282(00)01543-0).
23. Dyhr T., Laursen N., Larsson A. Effects of lung recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on lung volume, respiratory mechanics and alveolar gas mixing in patients ventilated after cardiac surgery // *Acta Anaesthesiol Scand.* – 2002. – Vol. 46, № 6. – P. 717–725. <http://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2002.460615.x>.
24. Guloglu H., Cetinkaya D., Oge T. et al. Evaluation of the effect of trendelenburg position duration on intracranial pressure in laparoscopic hysterectomies using ultrasonographic optic nerve sheath diameter measurements // *BMC Anesthesiol.* – 2024. – Vol. 24, № 1. – P. 238. <http://doi.org/10.1186/s12871-024-02624-4>.
25. Guo L., Wang D., Lai X. et al. Relationship between peripheral serum adiponectin and cerebrospinal fluid TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , lactic acid, pyruvic acid and perioperative neurocognitive dysfunction in elderly patients undergoing hip arthroplasty // *Clin Interv Aging.* – 2025. – Vol. 20. – P. 381–393. <http://doi.org/10.2147/CIA.S496820>.
6. Abdallah N. M., Elela A. H. A., Maghawry H. H. et al. Effect of different mechanical ventilation modes on cerebral blood flow during thoracoscopic surgery in neonates: A randomised controlled trial. *Indian J Anaesth*, 2022, vol. 66, no. 9, pp. 651–656. [http://doi.org/10.4103/ija.ija\\_1065\\_21](http://doi.org/10.4103/ija.ija_1065_21).
7. Advincula A. P., Song A. The role of robotic surgery in gynecology. *Curr Opin Obstet Gynecol*, 2007, vol. 19, no. 4, pp. 331–336. <http://doi.org/10.1097/GCO.0b013e328216f90b>.
8. Ajith Kumar A. K., Anjum F. Ventilator-Induced Lung Injury (VILI), 2023. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
9. Alkatout I., Mettler L., Maass N. et al. Robotic surgery in gynecology. *J Turk Ger Gynecol Assoc*, 2016, vol. 17, no. 4, pp. 224–232. <http://doi.org/10.5152/jtgga.2016.16187>.
10. Alkatout I., Biebl M. Recent advances in laparoscopy. *J Clin Med*, 2021, vol. 10, no. 1, pp. 131. <http://doi.org/10.3390/jcm10010131>.
11. Bao X., Vidal Melo M. F. Lung mechanics of the obese undergoing robotic surgery and the pursuit of protective ventilation. *Anesthesiology*, 2020, vol. 133, no. 4, pp. 695–697. <http://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003504>.
12. Barr C., Madhuri T. K., Prabhu P. et al Cerebral oedema following robotic surgery: a rare complication. *Arch Gynecol Obstet*. 2014, vol. 290, no. 5, pp. 1041–1044. <http://doi.org/10.1007/s00404-014-3355-9>.
13. Bassi T. G., Rohrs E. C., Fernandez K. C. et al. Brain injury after 50 h of lung-protective mechanical ventilation in a preclinical model. *Sci Rep*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 5105. <http://doi.org/10.1038/s41598-021-84440-1>.
14. Behbehani S., Suarez-Salvador E., Buras M., et al. Mortality rates in benign laparoscopic and robotic gynecologic surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Minim Invasive Gynecol*, 2020, vol. 27, no. 3, pp. 603–612. <http://doi.org/10.1016/j.jmig.2019.10.005>.
15. Bilotta F., Giordano G., Sergi P. G. et al. Harmful effects of mechanical ventilation on neurocognitive functions. *Crit Care*, 2019, vol. 23, no. 1, pp. 273. <http://doi.org/10.1186/s13054-019-2546-y>.
16. Bolther M., Henriksen J., Holmberg M. J. et al. Ventilation strategies during general anesthesia for noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg*, 2022, vol. 135, no. 5, pp. 971–985. <http://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006106>.
17. Carron M., Bertorelli G., Bignami E. G. A Successful ventilatory approach in a severe class 3 obesity patient undergoing robotic gynecological surgery. *Ann Case Report*, 2023, vol. 8, pp. 1573. <http://doi.org/10.29011/2574-7754.101573>.
18. Chen H., Yu Y., Huo J. et al. Effects of permissive hypercapnia on intraoperative cerebral oxygenation and early postoperative cognitive function in elderly patients undergoing laparoscopic surgery. *Front Med (Lausanne)*, 2025, vol. 12, pp. 1575412. doi:10.3389/fmed.2025.1575412.
19. Chiumello D., Coppola S., Fratti I. et al. Ventilation strategy during urological and gynaecological robotic-assisted surgery: a narrative review. *Br J Anaesth*, 2023, vol. 131, no. 4, pp. 764–774. <http://doi.org/10.1016/j.bja.2023.06.066>.
20. Choi J. Y., Al-Saedy M. A., Carlson B. Positive end-expiratory pressure and postoperative complications in patients with obesity: a review and meta-analysis. *Obesity (Silver Spring)*, 2023, vol. 31, no. 4, pp. 955–964. <http://doi.org/10.1002/oby.23675>.
21. Chowdhury S., Maiti A. K., Chattopadhyay S. et al. Volume-controlled, pressure-controlled vs. Pressure-controlled volume-guaranteed ventilations in improving respiratory dynamics during laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized, comparative study. *Bali J Anesthesiol*, 2023, vol. 7, pp. 13–18.
22. Degueldre M., Vandromme J., Huong P. T. et al. Robotically assisted laparoscopic microsurgical tubal reanastomosis: a feasibility study. *Fertil Steril*, 2000, vol. 74, no. 5, pp. 1020–1023. [http://doi.org/10.1016/s0015-0282\(00\)01543-0](http://doi.org/10.1016/s0015-0282(00)01543-0).
23. Dyhr T., Laursen N., Larsson A. Effects of lung recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on lung volume, respiratory mechanics and alveolar gas mixing in patients ventilated after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2002, vol. 46, no. 6, pp. 717–725. <http://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2002.460615.x>.
24. Guloglu H., Cetinkaya D., Oge T. et al. Evaluation of the effect of trendelenburg position duration on intracranial pressure in laparoscopic hysterectomies using ultrasonographic optic nerve sheath diameter measurements. *BMC Anesthesiol*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 238. <http://doi.org/10.1186/s12871-024-02624-4>.
25. Guo L., Wang D., Lai X. et al. Relationship between peripheral serum adiponectin and cerebrospinal fluid TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , lactic acid, pyruvic acid and perioperative neurocognitive dysfunction in elderly patients undergoing hip arthroplasty. *Clin Interv Aging*, 2025, vol. 20, pp. 381–393. <http://doi.org/10.2147/CIA.S496820>.

26. Gupta K., Mehta Y., Sarin Jolly A. et al. Anaesthesia for robotic gynaecological surgery // *Anaesth Intensive Care*. – 2012. – Vol. 40, № 4. – P. 614–621. <http://doi.org/10.1177/0310057X1204000406>.
27. Hansen J. K., Anthony D. G., Li L. et al. Comparison of positive end-expiratory pressure of 8 versus 5 cm H<sub>2</sub>O on outcome after cardiac operations // *J Intensive Care Med*. – 2015. – Vol. 30, № 6. – P. 338–343. <http://doi.org/10.1177/0885066613519571>.
28. Hess D. R., Bigatello L. M. Lung recruitment: the role of recruitment maneuvers // *Respir Care*. – 2002. – Vol. 47, № 3. – P. 308–317. PMID: 11874609.
29. Hong S. B., Huang Y., Moreno-Vinasco L. et al. Essential role of pre-B-cell colony enhancing factor in ventilator-induced lung injury // *Am J Respir Crit Care Med*. – 2008. – Vol. 178, № 6. – P. 605–617. <http://doi.org/10.1164/rccm.200712-1822OC>.
30. Jaber S., Coisel Y., Chanques G. et al. A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight // *Anaesthesia*. – 2012. – Vol. 67, № 9. – P. 999–1008. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2012.07218.x>.
31. Jia Y. L., Zhang X. Y., Chou C. X. et al. Effect of different ventilation modes on postoperative cognitive dysfunction in elderly patients undergoing laparoscopic abdominal wall herniorrhaphy // *Int J Clin Exp Pathol*. – 2025. – Vol. 18, № 8. – P. 439–453. <http://doi.org/10.62347/ZTCE4798>.
32. Kim J. E., Koh S. Y., Jun I. J. Comparison of the effects of propofol and sevoflurane anesthesia on optic nerve sheath diameter in robot-assisted laparoscopic gynecology surgery: a randomized controlled trial // *J Clin Med*. – 2022. – Vol. 11, № 8. – P. 2161. <http://doi.org/10.3390/jcm11082161>.
33. Lee J. M., Lee S. K., Rhim C. C. et al. Comparison of volume-controlled, pressure-controlled, and pressure-controlled volume-guaranteed ventilation during robot-assisted laparoscopic gynecologic surgery in the Trendelenburg position // *Int J Med Sci*. – 2020. – Vol. 17, № 17. – P. 2728–2734. <http://doi.org/10.7150/ijms.49253>.
34. Licht T., Kreisel T., Biala Y. et al. Age-dependent remarkable regenerative potential of the dentate gyrus provided by intrinsic stem cells // *J Neurosci*. – 2020. – Vol. 40, № 5. – P. 974–995. <http://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1010-19.2019>.
35. Liu Y., Yang W., Xue J. et al. Neuroinflammation: the central enabler of postoperative cognitive dysfunction // *Biomed Pharmacother*. – 2023. – Vol. 167. – P. 115582. <http://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115582>.
36. Maerz D. A., Beck L. N., Sim A. J. et al. Complications of robotic-assisted laparoscopic surgery distant from the surgical site // *Br J Anaesth*. – 2017. – Vol. 118, № 4. – P. 492–503. <http://doi.org/10.1093/bja/aex003>.
37. Mitsuhashi A., Ishikawa H., Habu Y. et al. The effect of steep head-down tilt on respiratory status in endometrial cancer patients with obesity during robot-assisted hysterectomy // *Gynecol Oncol Rep*. – 2022. – Vol. 41. – P. 101014. <http://doi.org/10.1016/j.gore.2022.101014>.
38. Nestler C., Simon P., Petroff D. et al. Individualized positive end-expiratory pressure in obese patients during general anaesthesia: a randomized controlled clinical trial using electrical impedance tomography // *Br J Anaesth*. – 2017. – Vol. 119, № 6. – P. 1194–1205. <http://doi.org/10.1093/bja/aex192>.
39. Nguyen T. K., Nguyen V. L., Nguyen T. G. et al. Lung-protective mechanical ventilation for patients undergoing abdominal laparoscopic surgeries: a randomized controlled trial // *BMC Anesthesiol*. – 2021. – Vol. 21, № 1. – P. 95. <http://doi.org/10.1186/s12871-021-01318-5>.
40. Parmeswaran P., Gupta P., Ittoop A. L. et al. Effect of intraoperative alveolar recruitment maneuver on intraoperative oxygenation and postoperative pulmonary function tests in patients undergoing robotic-assisted hysterectomy: a single-blind randomized study // *Braz J Anesthesiol*. – 2023. – Vol. 73, № 4. – P. 418–425. <http://doi.org/10.1016/j.bjane.2022.07.001>.
41. Reis Miranda D., Gommers D., Struijs A. et al. Ventilation according to the open lung concept attenuates pulmonary inflammatory response in cardiac surgery // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 2005. – Vol. 28, № 6. – P. 889–895. <http://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.10.007>.
42. Romitti F., Busana M., Palumbo M. M. et al. Mechanical power thresholds during mechanical ventilation: An experimental study // *Physiol Rep*. – 2022. – Vol. 10, № 6. – P. e15225. <http://doi.org/10.14814/phy2.15225>.
43. Shaefi S., Shankar P., Mueller A. L. et al. Intraoperative oxygen concentration and neurocognition after cardiac surgery // *Anesthesiology*. – 2021. – Vol. 134, № 2. – P. 189–201. <http://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003650>.
44. Spinazzola G., Ferrone G., Cipriani F. et al. Effects of two different ventilation strategies on respiratory mechanics during robotic-gynecological surgery // *Respir Physiol Neurobiol*. – 2019. – Vol. 259. – P. 122–128. <http://doi.org/10.1016/j.resp.2018.08.012>.
45. Suraarunsumrit P., Srinonprasert V., Kongmalai T. et al. Outcomes associated with postoperative cognitive dysfunction: a systematic review and meta-anal-
26. Gupta K., Mehta Y., Sarin Jolly A. et al. Anaesthesia for robotic gynaecological surgery. *Anaesth Intensive Care*, 2012, vol. 40, no. 4, pp. 614–621. <http://doi.org/10.1177/0310057X1204000406>.
27. Hansen J. K., Anthony D. G., Li L. et al. Comparison of positive end-expiratory pressure of 8 versus 5 cm H<sub>2</sub>O on outcome after cardiac operations. *J Intensive Care Med*, 2015, vol. 30, no. 6, pp. 338–343. <http://doi.org/10.1177/0885066613519571>.
28. Hess D. R., Bigatello L. M. Lung recruitment: the role of recruitment maneuvers. *Respir Care*, 2002, vol. 47, no. 3, pp. 308–317. PMID: 11874609.
29. Hong S. B., Huang Y., Moreno-Vinasco L. et al. Essential role of pre-B-cell colony enhancing factor in ventilator-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*, 2008. – Vol. 178, no. 6, pp. 605–617. <http://doi.org/10.1164/rccm.200712-1822OC>.
30. Jaber S., Coisel Y., Chanques G. et al. A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight. *Anaesthesia*, 2012, vol. 67, no. 9, pp. 999–1008. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2012.07218.x>.
31. Jia Y. L., Zhang X. Y., Chou C. X. et al. Effect of different ventilation modes on postoperative cognitive dysfunction in elderly patients undergoing laparoscopic abdominal wall herniorrhaphy. *Int J Clin Exp Pathol*, 2025, vol. 18, no. 8, pp. 439–453. <http://doi.org/10.62347/ZTCE4798>.
32. Kim J. E., Koh S. Y., Jun I. J. Comparison of the effects of propofol and sevoflurane anesthesia on optic nerve sheath diameter in robot-assisted laparoscopic gynecology surgery: a randomized controlled trial. *J Clin Med*, 2022, vol. 11, no. 8, pp. 2161. <http://doi.org/10.3390/jcm11082161>.
33. Lee J. M., Lee S. K., Rhim C. C. et al. Comparison of volume-controlled, pressure-controlled, and pressure-controlled volume-guaranteed ventilation during robot-assisted laparoscopic gynecologic surgery in the Trendelenburg position. *Int J Med Sci*, 2020, vol. 17, no. 17, pp. 2728–2734. <http://doi.org/10.7150/ijms.49253>.
34. Licht T., Kreisel T., Biala Y. et al. Age-dependent remarkable regenerative potential of the dentate gyrus provided by intrinsic stem cells. *J Neurosci*, 2020, vol. 40, no. 5, pp. 974–995. <http://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1010-19.2019>.
35. Liu Y., Yang W., Xue J. et al. Neuroinflammation: the central enabler of postoperative cognitive dysfunction. *Biomed Pharmacother*, 2023, vol. 167, pp. 115582. <http://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115582>.
36. Maerz D. A., Beck L. N., Sim A. J. et al. Complications of robotic-assisted laparoscopic surgery distant from the surgical site. *Br J Anaesth*, 2017, vol. 118, no. 4, pp. 492–503. <http://doi.org/10.1093/bja/aex003>.
37. Mitsuhashi A., Ishikawa H., Habu Y. et al. The effect of steep head-down tilt on respiratory status in endometrial cancer patients with obesity during robot-assisted hysterectomy. *Gynecol Oncol Rep*, 2022, vol. 41, pp. 101014. <http://doi.org/10.1016/j.gore.2022.101014>.
38. Nestler C., Simon P., Petroff D. et al. Individualized positive end-expiratory pressure in obese patients during general anaesthesia: a randomized controlled clinical trial using electrical impedance tomography. *Br J Anaesth*, 2017, vol. 119, no. 6, pp. 1194–1205. <http://doi.org/10.1093/bja/aex192>.
39. Nguyen T. K., Nguyen V. L., Nguyen T. G. et al. Lung-protective mechanical ventilation for patients undergoing abdominal laparoscopic surgeries: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*, 2021, vol. 21, no. 1, pp. 95. <http://doi.org/10.1186/s12871-021-01318-5>.
40. Parmeswaran P., Gupta P., Ittoop A. L. et al. Effect of intraoperative alveolar recruitment maneuver on intraoperative oxygenation and postoperative pulmonary function tests in patients undergoing robotic-assisted hysterectomy: a single-blind randomized study. *Braz J Anesthesiol*, 2023, vol. 73, no. 4, pp. 418–425. <http://doi.org/10.1016/j.bjane.2022.07.001>.
41. Reis Miranda D., Gommers D., Struijs A. et al. Ventilation according to the open lung concept attenuates pulmonary inflammatory response in cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2005, vol. 28, no. 6, pp. 889–895. <http://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.10.007>.
42. Romitti F., Busana M., Palumbo M. M. et al. Mechanical power thresholds during mechanical ventilation: An experimental study. *Physiol Rep*, 2022, vol. 10, no. 6, pp. e15225. <http://doi.org/10.14814/phy2.15225>.
43. Shaefi S., Shankar P., Mueller A. L. et al. Intraoperative oxygen concentration and neurocognition after cardiac surgery. *Anesthesiology*, 2021, vol. 134, no. 2, pp. 189–201. <http://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003650>.
44. Spinazzola G., Ferrone G., Cipriani F. et al. Effects of two different ventilation strategies on respiratory mechanics during robotic-gynecological surgery. *Respir Physiol Neurobiol*, 2019, vol. 259, pp. 122–128. <http://doi.org/10.1016/j.resp.2018.08.012>.
45. Suraarunsumrit P., Srinonprasert V., Kongmalai T. et al. Outcomes associated with postoperative cognitive dysfunction: a systematic review and meta-anal-

- and meta-analysis // *Age Ageing*. – 2024. – Vol. 53, № 7. – P. 160. <http://doi.org/10.1093/ageing/afae160>.
46. Tawfik P., Syed M. K. H., Elmufdi F. S. et al. Static and dynamic measurements of compliance and driving pressure: a pilot study // *Front Physiol*. – 2022. – Vol. 13. – P. 773010. <http://doi.org/10.3389/fphys.2022.773010>.
47. Tharp W. G., Murphy S., Breidenstein M. W. et al. Body habitus and dynamic surgical conditions independently impair pulmonary mechanics during robotic-assisted laparoscopic surgery // *Anesthesiology*. – 2020. – Vol. 133, № 4. – P. 750–763. <http://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003442>.
48. Travica N., Aslam H., O'Neil A. et al. Brain derived neurotrophic factor in perioperative neurocognitive disorders: Current evidence and future directions // *Neurobiol Learn Mem*. – 2022. – Vol. 193. – P. 107656. <http://doi.org/10.1016/j.nlm.2022.107656>.
49. Wen C., Qi Y., Xiang Y. et al. Effect of pressure-controlled ventilation and volume-controlled ventilation for laparoscopic surgery in the Trendelenburg position: a systematic review and meta-analysis // *Perioper Med (Lond)*. – 2025. – Vol. 14, № 1. – P. 56. <http://doi.org/10.1186/s13741-025-00540-w>.
50. Zhang W. P., Zhu S. M. The effects of inverse ratio ventilation on cardiopulmonary function and inflammatory cytokine of bronchoalveolar lavage in obese patients undergoing gynecological laparoscopy // *Acta Anaesthesiol Taiwan*. – 2016. – Vol. 54, № 1. – P. 1–5. <http://doi.org/10.1016/j.aat.2015.11.001>.
46. Tawfik P., Syed M. K. H., Elmufdi F. S. et al. Static and dynamic measurements of compliance and driving pressure: a pilot study. *Front Physiol*, 2022, vol. 13, pp. 773010. <http://doi.org/10.3389/fphys.2022.773010>.
47. Tharp W. G., Murphy S., Breidenstein M. W. et al. Body habitus and dynamic surgical conditions independently impair pulmonary mechanics during robotic-assisted laparoscopic surgery. *Anesthesiology*, 2020, vol. 133, no. 4, pp. 750–763. <http://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003442>.
48. Travica N., Aslam H., O'Neil A. et al. Brain derived neurotrophic factor in perioperative neurocognitive disorders: Current evidence and future directions. *Neurobiol Learn Mem*, 2022, vol. 193, pp. 107656. <http://doi.org/10.1016/j.nlm.2022.107656>.
49. Wen C., Qi Y., Xiang Y. et al. Effect of pressure-controlled ventilation and volume-controlled ventilation for laparoscopic surgery in the Trendelenburg position: a systematic review and meta-analysis. *Perioper Med (Lond)*, 2025, vol. 14, no. 1, pp. 56. <http://doi.org/10.1186/s13741-025-00540-w>.
50. Zhang W. P., Zhu S. M. The effects of inverse ratio ventilation on cardiopulmonary function and inflammatory cytokine of bronchoalveolar lavage in obese patients undergoing gynecological laparoscopy. *Acta Anaesthesiol Taiwan*, 2016, vol. 54, no. 1, pp. 1–5. <http://doi.org/10.1016/j.aat.2015.11.001>.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Московский многопрофильный научно-клинический Центр им. С. П. Боткина, 125284, Российская Федерация, Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 5

Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В. И. Краснопольского, 101000, Российская Федерация, Москва, ул. Покровка, д. 22А

**Костенко Анастасия Сергеевна**, зав. отделением анестезиологии-реанимации, Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы (Москва, Россия), e-mail: 0009-0009-3254-8154; **Марченков Юрий Викторович**, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением анестезиологии-реанимации, Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы (Москва, Россия), e-mail: marchenkov@yandex.ru, ORCID: 0009-0004-6899-7961; **Родионов Евгений Петрович**, кандидат медицинских наук, доцент, заместитель главного врача по анестезиологии-реаниматологии, Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы (Москва, Россия), e-mail: dr.rodionov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3852-8877; **Пырегов Алексей Викторович**, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по анестезиологии и реаниматологии, Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии имени академика В. И. Краснопольского; заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии, Научно-исследовательский клинический институт детства Министерства здравоохранения Московской области (Москва, Россия), e-mail: pyregov@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8382-9671.

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

<sup>1</sup> Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center, 2nd Botkinsky passage, 5, Moscow, Russian Federation, 125284

<sup>2</sup> Academician V. I. Krasnopolsky Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology, 22A, Pokrovka str., Moscow, Russian Federation, 101000

**Kostenko Anastasia S.**, Head of the Anesthesiology and Intensive Care Department, Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center (Moscow, Russia), e-mail: kostenkoac@botkinmoscow.ru, ORCID: 0009-0009-3254-8154; **Marchenkov Yuri V.**, Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Anesthesiology and Intensive Care Department, Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center (Moscow, Russia), e-mail: marchenkov@yandex.ru, ORCID: 0009-0004-6899-7961; **Rodionov Evgeniy P.**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Deputy Chief Physician for Anesthesiology and Intensive Care, Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center (Moscow, Russia), e-mail: dr.rodionov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3852-8877; **Pyregov Alexey V.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Anesthesiology and Intensive Care, Academician V. I. Krasnopolsky Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology; Head of the Department of Anesthesiology, Resuscitation, and Intensive Care, Research Clinical Institute of Childhood of the Moscow Region Health Ministry (Moscow, Russia), e-mail: pyregov@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8382-9671.