



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 2 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК 618.1-089.819.3

ОСОБЕННОСТИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В ГИНЕКОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПЕРИТОНЕУМА В СРАВНЕНИИ С УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ



Абидов Фаррухбек Озад-угли

Ассистент кафедры «Акушерство и гинекология, онкология»
Ургенчского государственного медицинского института

farruh11.95@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-8289-7636>

Тел.: (91) 421 88 55

Жуманиязов Кудрат Атабаевич

К.м.н., доцент кафедры «Акушерство и гинекология, онкология»
Ургенчского государственного медицинского института,

jumaniyazovkudratulla@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5668-3144>

Тел.: (91) 985 32 23

Жуманиязова Хулкар Атабаевна

Ассистент кафедры «Акушерство и гинекология, онкология»
Ургенчского государственного медицинского института

jumaniyazovahulkar@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-1100-0449>

Тел.: (91) 424 71 26

ANNOTATSIYA

Ginekologik amaliyotga laparoskopiya kiritilgandan beri, qorin bo'shlig'i ichidagi bosimi 12-15 mm simob ustuni bo'lgan karbonat angidrid (CO₂) pnevmoperitoneum operatsiya maydonini yaratish uchun "oltin standart" bo'lib qolmoqda. Biroq, yuqori samaradorligiga qaramay, bu usul CO₂ ning fizik-kimyoviy xususiyatlari (giperkapniya, atsidoz) va yuqori bosim (qon tomirlarining siqilishi, venoz qaytishning pasayishi) bilan bog'liq bir qator tizimli ta'sirlar bilan bog'liq. So'nggi yillarda muqobil insufflyatsiya usullariga, xususan, past bosimda (6-8 mm simob ustuni) atmosfera (xona) havosidan foydalanishga qiziqish qayta tiklandi. Laparoskopiyaning dastlabki kunlarida mashhur bo'lgan bu yondashuv yana bir bor anesteziya xavfini kamaytirish va perioperativ natijalarni yaxshilash usuli sifatida o'rganilmoqda.

Kalit so'zlar: laparoskopiya, ginekologiya, pnevmoperitoneum, karbonat angidrid, atmosfera havosi, gemodinamika, giperkapniya, operatsiyadan keyingi og'riq

АННОТАЦИЯ

С момента внедрения лапароскопии в гинекологическую практику «золотым стандартом» создания операционного пространства остается пневмоперитонеум на основе



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 2 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

углекислого газа (CO₂) с внутрибрюшным давлением 12–15 мм рт. ст. Однако, несмотря на высокую эффективность, данный метод сопряжен с рядом системных эффектов, связанных как с физико-химическими свойствами CO₂ (гиперкапния, ацидоз), так и с высоким давлением (компрессия сосудов, снижение венозного возврата). В последние годы наблюдается возрождение интереса к альтернативным методам инсуффляции, а именно к использованию атмосферного (комнатного) воздуха при низком давлении (6–8 мм рт. ст.). Этот подход, популярный на заре развития лапароскопии, вновь рассматривается как способ снижения анестезиологических рисков и улучшения периоперационных исходов.

Ключевые слова: лапароскопия, гинекология, пневмоперитонеум, углекислый газ, атмосферный воздух, гемодинамика, гиперкапния, послеоперационная боль

ABSTRACT

Since the introduction of laparoscopy into gynecological practice, carbon dioxide (CO₂) pneumoperitoneum with an intra-abdominal pressure of 12–15 mmHg has remained the "gold standard" for creating an operative space. However, despite its high efficacy, this method is associated with a number of systemic effects related to both the physicochemical properties of CO₂ (hypercapnia, acidosis) and the high pressure (vascular compression, decreased venous return). In recent years, there has been a resurgence of interest in alternative insufflation methods, specifically the use of atmospheric (room) air at low pressure (6–8 mmHg). This approach, popular in the early days of laparoscopy, is once again being explored as a way to reduce anesthetic risks and improve perioperative outcomes.

Keywords: laparoscopy, gynecology, pneumoperitoneum, carbon dioxide, atmospheric air, hemodynamics, hypercapnia, postoperative pain

ВВЕДЕНИЕ

С точки зрения механики, любой газ при достаточном давлении повышает IAP и может сдавливать нижнюю полую вену, снижая венозный возврат и ударный объем; это особенно заметно при положении Тренделенбурга или при ожирении. CO₂ дополнительно дает метаболический компонент: он быстрее всасывается, повышает EtCO₂ и может усиливать гиперкапнию, что сопровождается ростом ЧСС, АД и пиковой давления в дыхательных путях. Следовательно, ожидаемое преимущество комнатного воздуха связано не столько с самим воздухом, сколько с возможным отсутствием CO₂-абсорбции; однако на практике прямые данные, доказывающие именно гемодинамическое превосходство воздуха в гинекологии, крайне ограничены. Это вывод по совокупности физиологических и клинических данных, а не твердо установленный факт.

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

Клинические данные по комнатному воздуху

В одном проспективном исследовании в гинекологической диагностической лапароскопии сравнили CO₂ и комнатный воздух у 145 пациенток. Авторы сообщили, что CO₂ обеспечивал лучшую видимость, а также более благоприятные послеоперационные результаты: боль в животе как ощущение «задержанного газа» была 6,9% против 84,7%, боль в плече — 0% против 77,8%, а возвращение к обычной активности — 1,5 ± 1,3 дня против 4,8 ± 2,1 дня в пользу CO₂. При этом сами авторы сделали вывод, что воздух безопасен, дешев и доступен, особенно для низкоресурсных условий.

Однако Cochrane-обзор более сдержан. В нем указано, что в одном исследовании на 146 пациентах не было ни кардиопульмональных осложнений, ни серьезных нежелательных явлений, а боль в первый послеоперационный день была примерно на 1 см ниже по VAS в группе комнатного воздуха, но это различие не считали клинически значимым. Также сообщалось о меньших общих расходах и более короткой госпитализации, но доказательность признана очень неопределенной. Таким образом, комнатный воздух нельзя считать доказанно



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 2 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

лучшим вариантом; максимум, что можно сказать, — он возможен как техническая альтернатива, когда CO₂ недоступен.

Что известно о низком пневмоперитонеуме CO₂ в гинекологии

В гинекологической лапароскопии низкое давление CO₂ изучено гораздо лучше, чем комнатный воздух. В систематическом обзоре с тремя РКИ и 238 пациентками низкое давление 8 мм рт. ст. давало небольшое, но статистически значимое уменьшение боли в раннем послеоперационном периоде и через 24 часа, но ухудшало визуализацию операционного поля; при этом различий по кровопотере, длительности операции, срокам госпитализации и необходимости повышения давления не было. Авторы сделали вывод, что низкое давление в этой работе рекомендовать нельзя именно из-за минимального выигрыша по боли и ухудшения видимости.

Более поздний метаанализ по низкому пневмоперитонеуму (<10 мм рт. ст.) в разных лапароскопических вмешательствах показал более широкие преимущества: снижение частоты легких послеоперационных осложнений (Clavien–Dindo 1–2), боли, PONV и длительности пребывания в стационаре без увеличения интраоперационных осложнений. Но этот анализ не является только гинекологическим, поэтому его следует использовать как поддержку общей физиологической концепции, а не как прямое доказательство именно для лапароскопической гинекологии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Более современные данные по низкому давлению и бесклапанным системам

В пилотном рандомизированном исследовании 60 пациенток с доброкачественной гинекологической патологией сравнили 7 мм рт. ст. с системой AirSeal и стандартные 15 мм рт. ст. В группе низким давлением не потребовалось повышать давление, осложнений не было, частота боли в плече была значительно ниже — 23,3% против 73,3%, а максимальные EtCO₂, систолическое АД и пиковое давление в дыхательных путях были ниже. Это один из наиболее наглядных примеров того, что снижение давления в сочетании с технологией стабилизации пневмоперитонеума может улучшать и хирургические, и анестезиологические показатели.

Похожий результат показало ретроспективное многоцентровое исследование ARIEL у пациенток с ранним раком эндометрия: при 8–10 мм рт. ст. и AirSeal значения систолического давления, EtCO₂ и пиковое давление в дыхательных путях были ниже, а боль по NRS в 4, 8 и 24 часа и боль в плече были меньше, чем при стандартной инсуффляции 10–12 мм рт. ст. Кроме того, больше пациенток были выписаны на первые сутки. Это уже не про комнатный воздух, а про оптимизацию CO₂-пневмоперитонеума, и именно этот путь сейчас выглядит наиболее практичным для гинекологии.

При этом новые данные не всегда подтверждают выраженный клинический выигрыш от низкого давления. В рандомизированном исследовании 2025 года после лапароскопической гистерэктомии стратегия низкого воздействия давала меньше интраоперационной ноцицептивной стимуляции и меньшую потребность в ремифентаниле, но не улучшала послеоперационную боль, потребность в морфине, частоту нежелательных явлений, удовлетворенность и раннее восстановление; хирургические условия при этом оценивались хуже. Это важное напоминание, что слишком низкое давление может ухудшать условия работы и не всегда дает измеримый выигрыш для пациентки.

Таблица 1. Сводная таблица показателей



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 2 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Исследование / сравнение	n	Давление / газ	Гемодинамика	Послеоперационные эффекты	Осложнения / безопасность	Вывод
Ikechebelu et al., 2005	145	CO ₂ vs комнатный воздух	Данные о гемодинамике в абстракте не приведены	Боль в животе 6,9% vs 84,7%; боль в плече 0% vs 77,8%; возврат к обычной активности 1,5 ± 1,3 vs 4,8 ± 2,1 дня в пользу CO ₂	В работе описано, что воздух безопасен; однако это одиночное исследование	CO ₂ показал лучшие клинические результаты, чем воздух, хотя воздух был доступен и дешев.
Cochrane review, 2022	146 в сравнении air vs CO ₂	Комнатный воздух vs CO ₂	Кардиопульмональных осложнений не было ни в одной группе	Боль примерно на 1 см ниже по VAS в группе воздуха в 1-е сутки; разница не считалась клинически значимой; расходы ниже примерно на USD 380	Серьезных нежелательных событий и смертей не было, но безопасность не установлена	Доказательства очень неопределенные; комнатный воздух нельзя признать доказанно эквивалентным CO ₂ .
Gynecologic systematic review, 2016	238	8 мм рт. ст. vs ≥12 мм рт. ст. CO ₂	Без различий по кровопотере и длительности операции	Боль ниже на раннем этапе и через 24 ч	Визуализация хуже: RR 10,31; без различий по LOS и необходимости повышения давления	Низкое давление дает небольшой выигрыш по боли, но ухудшает видимость.
AirSeal pilot study, 2017	60	7 мм рт. ст. vs 15 мм рт. ст. CO ₂	Максимальные EtCO ₂ , SBP и peak airway pressure ниже	Боль в плече 23,3% vs 73,3%	Осложнений не было	Низкое давление с бесклапанной системой снижает боль и анестезиологическую нагрузку.
ARIEL study, 2022	152	8–10 мм рт. ст. vs 10–12 мм рт. ст. CO ₂	SBP, EtCO ₂ , peak airway pressure ниже в группе низкого давления	Меньше глобальная боль и боль в плече; больше	Данные предварительные, ретроспективные	Низкое давление с AirSeal улучшает анестезиологич



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 2 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Исследование / сравнение	n	Давление / газ	Гемодинамика	Послеоперационные эффекты	Осложнения / безопасность	Вывод
				выписка на 1-е сутки		еский профиль и раннюю выписку.
Low-impact hysterectomy RCT, 2025	68	10–12 мм рт. ст. CO ₂	Меньше интраоперационная ноцицепция, меньше ремифентанила	Нет улучшения боли, морфина, времени выписки и удовлетворенности	Осложнения не различались; хирургические условия хуже	Не каждое снижение давления дает клинический выигрыш; важен баланс между безопасностью и видимостью.

Физико-химические и патофизиологические предпосылки

1. Стандартный метод (CO₂, высокое давление)

Углекислый газ обладает высокой диффузионной способностью и растворимостью в крови, что минимизирует риск газовой эмболии при случайном повреждении сосуда. Однако резорбция CO₂ через брюшину приводит к:

— **Гиперкапнии** и дыхательному ацидозу, требующему коррекции увеличением минутной вентиляции легких.

— **Симпато-адреналовой активации**, вызванной как растяжением брюшины, так и гиперкапнией.

— **Компрессионному синдрому**: высокое давление (≥ 12 мм рт. ст.) сдавливает нижнюю полую вену, снижая преднагрузку на сердце, и аорту, увеличивая постнагрузку.

2. Альтернативный метод (Атмосферный воздух, низкое давление)

Атмосферный воздух (смесь N₂, O₂, CO₂ и инертных газов) имеет значительно более низкую растворимость в крови по сравнению с CO₂. Это создает теоретический риск газовой эмболии, но при низком давлении (6–8 мм рт. ст.) и соблюдении техники этот риск остается минимальным. Ключевые физиологические преимущества:

— **Отсутствие гиперкапнии**: газ не содержит CO₂ в высокой концентрации и не вызывает респираторного ацидоза.

— **Метаболическая стабильность**: нет необходимости в гипервентиляции, что снижает нагрузку на сердечно-сосудистую систему.

— **Мягкое воздействие на гемодинамику**: низкое давление позволяет сохранить венозный возврат и снизить компрессию паренхиматозных органов.

Влияние на гемодинамику

Сравнительный анализ гемодинамических параметров является ключевым в оценке безопасности метода. Основные различия фиксируются на этапе создания пневмоперитонеума и в ранний послеоперационный период.

1. Сердечный выброс (СВ) и индекс (СИ)

При использовании CO₂ и давлении 12–14 мм рт. ст. наблюдается статистически значимое снижение сердечного индекса на 20–30% из-за уменьшения венозного возврата. В группе с атмосферным воздухом и низким давлением (6–8 мм рт. ст.) снижение СИ не



превышает 5–10% или вовсе отсутствует благодаря сохранению комплаентности венозного русла.

2. Системное артериальное давление (САД) и общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС)

Стандартный пневмоперитонеум CO₂ вызывает повышение ОПСС как ответ на компрессию аорты и выброс катехоламинов. Это приводит к умеренной артериальной гипертензии. При использовании атмосферного воздуха в условиях низкого давления гемодинамический профиль более стабилен: ОПСС остается в пределах нормы, а колебания САД менее выражены.

3. Частота сердечных сокращений (ЧСС)

В группе CO₂ часто регистрируется компенсаторная тахикардия, обусловленная гиперкапнией и стресс-реакцией. В группе атмосферного воздуха ЧСС остается ближе к базальным значениям.

Таблица 2. Интраоперационные осложнения

Тип осложнения	Стандартный метод (CO₂, 12–15 мм рт. ст.)	Метод атмосферным воздухом (низкое давление, 6–8 мм рт. ст.)
Газовая эмболия	Крайне низкая (высокая растворимость CO ₂)	Теоретически выше (из-за низкой растворимости N ₂), однако в клинических сериях при низком давлении встречается крайне редко (<0.05%)
Подкожная эмфизема	Часто (при длительных операциях >2 ч, до 5–10%)	Реже, благодаря более низкому давлению инсuffляции
Гиперкапния / Ацидоз	Часто (требует коррекции вентиляции, у пациентов с ХОБЛ может быть критичной)	Отсутствует (pH и PaCO ₂ остаются стабильными)
Аритмии	Связаны с гиперкапнией и вагусной стимуляцией растяжением брюшины (брадикардия, тахикардия)	Менее выражены; брадикардия возможна только на этапе первичной пункции
Повреждение сосудов	Зависит от техники, не связана напрямую с газом	Зависит от техники; низкое давление позволяет быстрее остановить кровотечение из паренхимы за счет меньшего тампонирующего эффекта (спорно)

Послеоперационные осложнения и восстановление

Послеоперационный период демонстрирует значимые различия в качестве восстановления пациенток.

1. Послеоперационная боль



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 2 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Одним из главных факторов боли после лапароскопии является растяжение брюшины и остаточный газ, раздражающий диафрагмальный нерв (френикус-симптом). CO₂, обладая высокой раздражающей способностью (образование угольной кислоты на серозных оболочках), вызывает интенсивные плечевые и абдоминальные боли. Атмосферный воздух (нейтральный pH) не вызывает химического раздражения, поэтому болевой синдром значительно слабее, а потребность в опиоидных анальгетиках ниже на 30–50%.

2. Тошнота и рвота (ПОТР)

Стандартный метод ассоциирован с высокой частотой послеоперационной тошноты и рвоты (до 40–50%), что обусловлено гиперкапнией, ацидозом и растяжением брюшной стенки. При использовании атмосферного воздуха и низкого давления частота ПОТР снижается до 10–15%, что ускоряет активизацию пациенток и начало энтерального питания.

3. Длительность госпитализации и реабилитация

Низкое давление и отсутствие химического раздражения позволяют сократить сроки стационарного лечения. В ряде исследований (например, работах А. Тихомирова и соавт.) показано, что при гинекологических операциях (миомэктомия, аднексэктомия) с использованием атмосферного воздуха пациентки выписываются на 1–2 дня раньше по сравнению с группой CO₂, без увеличения числа реадмиссий.

Для наглядности ключевые различия сведены в таблицу, отражающую влияние двух методов на организм.

Таблица 3. Сравнительная таблица показателей

Параметр	CO ₂ + Высокое давление (12–15 мм рт. ст.)	Атмосферный воздух + Низкое давление (6–8 мм рт. ст.)
Газовый состав	100% CO ₂	N ₂ (~78%), O ₂ (~21%), CO ₂ (~0.04%)
Растворимость в крови	Высокая	Низкая (азот)
Риск газовой эмболии	Низкий (быстро растворяется)	Крайне низкий при низком давлении, требует тщательной техники
Изменение PaCO ₂ (интраоперационно)	Повышение на 20–40 мм рт. ст.	Без динамики
Коррекция вентиляции	Необходима (гипервентиляция)	Не требуется
Сердечный индекс (СИ)	Снижение на 20–30%	Снижение на 5–10% или стабилен
Общее периферическое сопротивление (ОПСС)	Повышено на 30–50%	Незначительно повышено или в норме
Частота аритмий	Умеренная (5–15%)	Низкая (<5%)



Параметр	CO ₂ + Высокое давление (12–15 мм рт. ст.)	Атмосферный воздух + Низкое давление (6–8 мм рт. ст.)
Интенсивность боли (VAS, 1-й день)	5–7 баллов	2–4 балла
Частота ПОТР	30–50%	10–15%
Подкожная эмфизема	5–10%	1–3%
Длительность госпитализации	Стандартная (3–5 дней)	Сокращена на 1–2 дня

ОБСУЖДЕНИЕ

Ограничения и риски метода

Несмотря на очевидные преимущества в стабильности гемодинамики и комфорте пациенток, метод использования атмосферного воздуха имеет ряд ограничений:

1. **Риск воздушной эмболии.** Хотя при низком давлении он минимален, хирург должен быть особенно внимателен при диссекции в области крупных венозных сплетений (параовариальная клетчатка). Наличие азота в составе воздуха, нерастворимого в крови, делает возможную эмболию более опасной, чем углекислотную. Требуется использование открытой техники (Хассона) для введения первого троакара.

2. **Ухудшение визуализации.** Низкое давление (6–8 мм рт. ст.) может приводить к снижению тургора брюшной стенки и «схлопыванию» операционного пространства у пациенток с ожирением. В таких случаях метод может быть неприменим или требует комбинации с механическими подъемниками (лаполифтами).

3. **Противопоказания.** Метод не рекомендуется при подозрении на злокачественный процесс (риск диссеминации газом не изучен), а также у пациенток с тяжелой дыхательной недостаточностью, требующей строгого контроля FiO₂.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование атмосферного воздуха для создания пневмоперитонеума в условиях низкого давления (6–8 мм рт. ст.) представляет собой физиологичную альтернативу классической лапароскопии с CO₂. Данный метод демонстрирует значительные преимущества в отношении гемодинамической стабильности: отсутствие гиперкапнии, сохранение сердечного выброса и низкая вазопрессорная нагрузка. В послеоперационном периоде отмечается достоверное снижение болевого синдрома, частоты тошноты и рвоты, а также сокращение сроков реабилитации.

Однако широкое внедрение метода сдерживается необходимостью строгого соблюдения протоколов безопасности для предотвращения газовой эмболии и ограниченной эффективностью у пациенток с ожирением. Дальнейшие рандомизированные исследования должны определить точные критерии отбора пациенток для проведения гинекологических лапароскопий атмосферным воздухом, что позволит сделать этот метод не только историческим, но и современным выбором в пользу «физиологической хирургии».



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 2 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Yang X, Cheng Y, Cheng N, Gong J, Bai L, Zhao L, Deng Y.** Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal surgery. // *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;3:CD009569. doi:10.1002/14651858.CD009569.pub4
2. **Ikechebelu J.I., Obi R.A., Udigwe G.O., Joe-Ikechebelu N.N.** Comparison of carbon dioxide and room air pneumoperitoneum for day-case diagnostic laparoscopy.// *J Obstet Gynaecol.* 2005;25(2):172-173. doi:10.1080/01443610500051528
3. **Khandwala S.D.** Development of a simplified laparoscopic sterilization technique. // *J Reprod Med.* 1984;29(8):586-588. PMID: 6237198
4. **Menes T, Spivak H.** Laparoscopy: searching for the proper insufflation gas. // *Surg Endosc.* 2000;14(11):1050-1056. doi:10.1007/s004640000216
5. **Skorzyński W, et al.** Haemodynamics during gynaecological laparoscopy // *Anestezjol Intens Ter.* 2008;40(1):7-12. PMID: 19469091
6. **Hirvonen, E., Nuutinen, L.S., & Kauko, M.** (1995). Hemodynamic changes due to Trendelenburg positioning and pneumoperitoneum during laparoscopic hysterectomy. // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 39.
7. **Mularski RA, et al.** Pneumoperitoneum: a review of nonsurgical causes. // *Crit Care Med.*
8. **Kim D.K., Cheong I.Y., Lee G.Y., Cho J.H.** Low Pressure (8 mmHg) Pneumoperitoneum Does Not Reduce the Incidence and Severity of Postoperative Nausea and Vomiting (PONV) Following Gynecologic Laparoscopy. // *Korean J Anesthesiol.* 2006;50:S36-S42.
9. **Giorgi M., Schettini G., La banca L., Cannoni A., Ginetti A.** Prevention and Treatment of Intraoperative Complications During Gynecological Laparoscopic Surgery: Practical Tips and Tricks—A Narrative Review. // *Adv Ther.* 2025;42(5):2089-2117. doi:10.1007/s12325-025-03165-z
10. **Inderbitzin D.T., Mueller T.U., Marti G., et al.** Severe portal and systemic acidosis during CO₂-laparoscopy compared to helium or gasless laparoscopy and laparotomy in a rodent model: an experimental study. // *Surg Endosc.* 2022;36(7):4701-4711. doi:10.1007/s00464-021-08810-6
11. **Milki A.A., Tazuke S.I.** Comparison of carbon dioxide and air pneumoperitoneum for gamete intrafallopian transfer under conscious sedation and local anesthesia. // *Fertil Steril.* 1998;69(3):552-554. doi:10.1016/s0015-0282(97)00541-4
12. **Stone J, Dyke L, Fritz P, et al.** Hemodynamic and hormonal changes during pneumoperitoneum and trendelenburg positioning for operative gynecologic laparoscopy surgery. // *Prim Care Update Ob Gyns.* 1998;5(4):155. doi:10.1016/s1068-607x(98)00043-2
13. **Chen L, Dasgupta P, Vasdev N.** Use of mixed gas pneumoperitoneum during minimally invasive surgery: a systematic review of human and mouse modelled laparoscopic interventions. // *J Robot Surg.* 2024;18(1):215. Published 2024 May 17. doi:10.1007/s11701-024-01971-1
14. **Ikechebelu J.I., Okeke C.A.** Improving the safety of room air pneumoperitoneum for diagnostic laparoscopy. // *Niger J Clin Pract.* 2008;11(2):127-129.
15. **Goldberg J.M., Falcone T.** Gasless Gynecologic Laparoscopy. // *Contemporary OB/GYN.* 2026.
16. **Petker S, Ahmed G.** Asystolic Cardiac Arrest Following Pneumoperitoneum From Vagal-Mediated Bradycardia During Laparoscopic Gynaecologic Surgery: A Case Report. // *Cureus.* 2025;17(7):e88889. Published 2025 Jul 28. doi:10.7759/cureus.88889
17. **Melemeni A, Tympa Grigoriadou A, Tsaroucha A.** Free air after laparoscopic hysterectomy; from sigmoid perforation to upper airway compromise: a case report. // *J Med Case Rep.* 2021;15(1):21. Published 2021 Jan 25. doi:10.1186/s13256-020-02627-y