



ОГЛЯДИ ЛІТЕРАТУРИ

УДК 616-089.163-089.11:616-089.5

ОСОБЕННОСТИ ПЕРИОПЕРАЦИОННОГО ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ЭНДОВИДЕОХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ (Часть II).

ГАЗООБМЕН, МЕХАНИКА ЛЕГКИХ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА, ФУНКЦИЯ ПЕЧЕНИ, ПОЧЕК, ВЫБОР АНЕСТЕТИКОВ, ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ, ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

А. И. Денисенко

PECULIARITIES OF PERIOPERATIVE MANAGEMENT OF PATIENTS IN ENDOVIDEOSURGICAL INTERVENTIONS. Part II.

GAS EXCHANGE, MECHANICS OF THE LUNGS, CENTRAL NERVOUS SYSTEM, FUNCTION OF THE LIVER, KIDNEYS, SELECTION OF ANESTHETICS, INTENSIVE THERAPY, CONTRAINDICATIONS

A. I. Denisenko

Газообмен. Отдельные аспекты влияния карбоксиперитонеума и положения тела пациента на газообмен легких при эндовидеохирургических вмешательствах (ЭВХВ) хорошо изучены [1, 2], однако сведений об их комбинированном воздействии на функцию легких недостаточно.

При индукции анестезии уменьшается функциональная остаточная емкость легких и, таким образом, уменьшается поверхность альвеолярно-капиллярной мембраны, через которую происходит газообмен. При карбоксиперитонеуме и "крутом" положении Trendelenburg тела пациента ожидалось усиление ателектаза и в дальнейшем — уменьшение функциональной остаточной емкости легких, однако, по данным исследования, легочное шунтирование крови не увеличивалось, а изменения вентиляции "мертвого пространства" были незначительными, о чем свидетельствовало отсутствие изменения градиента $\text{PeCO}_2/\text{PaCO}_2$ [3].

После индукции в наркоз величина венозного шунтирования крови в легких составляла 10% [4]. Половина этого количества венозной крови сбрасывается вследствие ателектазирования альвеол части ткани легких (абсолютное шунтирование), половина — следствие дисперсии распределения перфузии в альвеолах с низ-

ким вентиляционно-перфузионным соотношением из-за вентиляционно-перфузионных нарушений.

При повышении внутрибрюшного давления (ВБД) до 14 мм рт. ст. во время укладки пациента на операционном столе с умеренным наклоном вниз головой (-20°), объем "мертвого пространства" или легочное шунтирование существенно не изменяется [2, 5, 6]. Более того, обнаружено, что, несмотря на увеличение ателектазирования легких, карбоксиперитонеум временно уменьшает легочное шунтирование венозной крови и, тем самым, способствует повышению артериальной оксигенации крови [7, 8]. Эти данные подтверждены в исследованиях других авторов [9, 10].

Причины повышения артериальной оксигенации крови при наложении карбоксиперитонеума, несмотря на увеличение площади ателектазирования легких, неизвестны. Некоторые авторы [7] полагают, что пневмоперитонеум может улучшить вентиляционно-перфузионное соотношение в связи с тем, что повышение ВБД передается на грудную клетку и способствует уменьшению перфузии в тех зонах, где шунтирование превалировало до наложения пневмоперитонеума. Эта теория подтверждается уменьшением дисперсии кровотока в начале наложения пневмоперитонеума, что

свидетельствует об улучшении соотношения процессов вентиляции и перфузии. При повышении капиллярного PCO_2 в легких увеличивается гипоксическая вазоконстрикция.

При этом нарушения функции легких не усугубляются в таких нефизиологических условиях. Даже у пациента при величине венозного шунтирования в легких 25% после вводного наркоза она не увеличивалась после наложения карбоксиперитонеума и "крутого" положения Trendelenburg [3]. Хотя эти результаты обнадеживают, и показатели газообмена при карбоксиперитонеуме в среднем не меняются, существуют и значительные индивидуальные различия у некоторых пациентов [11, 12].

На отдельных этапах операции возможны положительные эффекты при более высоких значениях FiO_2 , увеличении минутной вентиляции легких, альвеолярного рекруитмент—маневра с применением положительного давления в конце выдоха (PEEP) или без такового, например, после перевода тела пациента на операционном столе в горизонтальное положение. Поэтому важно внимательно контролировать показатели насыщения артериальной крови кислородом, а также концентрацию CO_2 в выдыхаемой смеси пациента в конце выдоха и, если необходимо, проводить анализ газов артериальной крови для оценки альвеолярно—артериальных градиентов O_2 и CO_2 .

Тем не менее, интраоперационное влияние карбоксиперитонеума и положения тела пациента на объем вентиляции "мертвого пространства" и венозное шунтирование крови в легких достаточно мало и не должно быть препятствием для обеспечения оптимальной хирургической экспозиции, а также использования соответствующего положения тела пациента на операционном столе.

В отношении необходимости применения PEEP в настоящее время четкой ясности нет. Причины, по которым не рекомендуют применять PEEP: 1) не доказана эффективность низких значений PEEP [13 — 15]; 2) артериальная оксигенация уже улучшается вследствие карбоксиперитонеума; 3) дальнейшее повышение внутригрудного давления; 4) возможное затруднение венозного оттока из головного мозга. Однако некоторые авторы [16] считают возможным использование PEEP, вопрос использования рекруитмент—маневра требует дополнительных исследований. Что касается изучения транспорта и потребления кислорода, уровня метаболизма а также кислотно—основного состояния при ЭВХВ, в литературе такие данные не найдены.

Особое внимание следует уделять больным с ожирением, у которых ВБД изначально повышено (9 — 10 мм рт. ст.) [17]. ВБД у здоровых лиц составляет 5 мм рт. ст. и меньше [18]. При ЭВХВ им необходимо повышать ВБД до 15 мм рт. ст. Неблагоприятные последствия карбоксиперитонеума у таких пациентов подобны тем, которые наблюдают у больных без ожирения. Однако при ЭВХВ у них возможна системная абсорбция CO_2 и повышение требований к ее устранению. При повышении

ВБД увеличивается венозный застой, снижаются кровотоки в системе воротной вены, диурез и дыхательный комплаенс, повышается давление в дыхательных путях, ухудшается работа сердца.

Интраоперационная интенсивная терапия, направленная на минимизацию неблагоприятных последствий, включает соответствующую коррекцию нарушений дыхания для предотвращения гиперкапнии и ацидоза, использование устройств последовательного сжатия мягких тканей для уменьшения венозного застоя и оптимизации внутрисосудистого объема. Все это способствует уменьшению негативного влияния повышения ВБД на функцию сердца и почек [19 — 21].

Механика дыхания легких. Сочетание карбоксиперитонеума и "крутых" положений тела пациента на операционном столе изменяет механику вентиляции легких в основном вследствие уменьшения комплаенса грудной стенки [16, 20 — 22].

Существуют различные методы снижения пикового давления и давления плато вдоха при ЭВХВ. При этом важно понимать, что эти показатели оценивают по давлению в переходнике дыхательной трубки, они не отражают ни давление в альвеолах, ни трансмуральное давление, действующее через альвеолы. В основном повышение давления в дыхательных путях обусловлено снижением комплаенса грудной стенки вследствие давления, оказываемого карбоксиперитонеумом и содержимым брюшной полости на диафрагму. Изменение положения тела пациента вниз головой сравнительно мало влияет на легочной комплаенс. Это означает, что перерастяжение альвеол не происходит, несмотря на высокое давление в дыхательных путях. Альвеолы растягиваются вследствие повышения трансмурального давления, которое передается через альвеолярные или легочные поверхности (трансмуральное давление = альвеолярное давление — внутригрудное давление).

В связи с тем, что давление в плевральной полости и альвеолах повышается в одинаковой степени (вследствие снижения комплаенса грудной стенки), трансмуральное давление и альвеолярный объем существенно не изменяются. Таким образом, повышение давления в дыхательных путях как таковое не следует рассматривать как лечебное направление искусственной вентиляции легких (ИВЛ). ИВЛ необходимо продолжать и при нормальном дыхательном объеме. Некоторое повышение давления в дыхательных путях, как и центрального венозного давления (ЦВД), не должно быть проблемой для анестезиолога.

Тем не менее, при поглощении и выведении экзогенного CO_2 требуется дополнительная вентиляция легких 30% для поддержания нормокапнии [2]. Любое повышение уровня CO_2 в конце выдоха более чем на 25%, сохраняющееся более 30 мин после начала карбоксиперитонеума, может обусловить возникновение подкожной эмфиземы CO_2 [1].

Чтобы снизить пиковое давление в дыхательных путях при управляемой объемом механической вентиляции, дыхательный объем следует уменьшить, а частоту

дыхания и продолжительность фазы вдоха — увеличить (например, соотношение вдох—выдох может быть изменено от 1:2 до 1:1). Вентиляция легких, управляемая давлением, может ограничивать давление на вдохе, однако дыхательный объем становится зависимым от постоянно меняющихся сопротивления дыхательных путей и легочного комплаенса. Поэтому необходимо осторожное изменение показателей вентиляции под контролем PeCO_2 .

Режим вентиляции, управляемый давлением, а также аналогичные ему режимы вентиляции, можно поддерживать при использовании многих современных наркозных аппаратов, в которых применяют специальное программное обеспечение, позволяющее регулировать газовый поток вдоха, поддерживая необходимый дыхательный объем с наименьшим давлением в дыхательных путях. Однако при использовании этих аппаратов невозможно автоматически изменять соотношение вдох—выдох, которое является важным инструментом для снижения давления в дыхательных путях путем увеличения продолжительности вдоха.

Идеального режима вентиляции легких не существует, несмотря на их разнообразие [23, 24]. Важно понять причину повышения давления в дыхательных путях и почему оно не отражает ни альвеолярное, ни трансмуральное давление легких.

Эффективность и безопасность поддержания нормокапнии доказана. Исследователи допускают некоторое повышение PaCO_2 в пределах безопасных значений гиперкапнии, которые, как правило, большие переносят хорошо в течение всего периода анестезиологического обеспечения ЭВХВ. Это может быть обусловлено чрезмерной резорбцией CO_2 из забрюшинного пространства. Следует сказать, что степень его резорбции из брюшины небольшая. Однако когда CO_2 распространяется вне брюшины, через операционное поле или между брюшиной и другими структурами, составляющими брюшную стенку, может возникнуть его чрезмерное экзогенное поглощение. Такая ситуация в значительной степени осложняет удаление CO_2 через легкие. Наконец, ВБД CO_2 может быть снижено путем кратковременной гипервентиляции или временного удаления части газа, что может снизить PaCO_2 до приемлемого уровня. Поскольку степень повышения PaCO_2 зависит от ВБД, снижение ВБД может способствовать снижению PaCO_2 [25].

Центральная нервная система. Пациенты, как правило, хорошо переносят даже продолжительный (более 6 ч) карбоксиперитонеум в сочетании с "крутым" положением тела на операционном столе.

Во—первых, кровотоков в сосудах головного мозга (ГМ) регулируется автоматически. Приток крови к ГМ осуществляется в определенных ауторегулируемых пределах: когда перфузионное давление (ПД) ГМ снижается, сосуды ГМ расширяются с сохранением кровотока. При снижении ПД ГМ менее 50 мм рт. ст. кровоток ГМ уменьшается вместе с ПД ГМ (хотя их точное соотношение, вероятно, более сложное и различается у разных пациентов) [26].

Если перфузию ГМ представить как резистор Старлинга, ПД ГМ можно рассчитать как разницу между средним артериальным давлением ($\text{АД}_{\text{ср}}$) и ЦВД или внутричерепным давлением (ВЧД), в зависимости от того, что выше. $\text{АД}_{\text{ср}}$ и ЦВД легко измерить. ПД ГМ не может быть выше, чем разница между этими двумя показателями (оно может быть и ниже, если ВЧД выше, чем ЦВД, хотя ВЧД при ЭВХВ, как правило, не измеряют). Если датчик давления установлен на уровне наружного слухового прохода, и пациента размещают на операционном столе головой вниз, оба показателя ($\text{АД}_{\text{ср}}$ и ЦВД) повышаются в равной степени (например, на 20 см вод. ст. или 14,7 мм рт. ст.), что обуславливает отсутствие изменения ПД ГМ [27].

ПД ГМ после поворота тела пациента в положение Trendelenburg остается в пределах, между которыми обычно поддерживается саморегуляция кровотока ГМ [28]. Однако позже, в период оперативного вмешательства, у некоторых пациентов ПД ГМ может снизиться менее 50 мм рт. ст., в связи с чем некоторые анестезиологи, независимо от влияния на исход, считают необходимым осуществлять инвазивный мониторинг $\text{АД}_{\text{ср}}$ и ЦВД. Эту информацию используют для принятия решения о назначении фенилэфрина для обеспечения ПД ГМ выше 60 мм рт. ст. При расположении датчика на уровне наружного слухового прохода ПД ГМ можно непосредственно рассчитать в зависимости от средних значений, отображенных на мониторе. Высокий уровень ЦВД и $\text{АД}_{\text{ср}}$, по данным мониторинга, свидетельствует о достаточном наполнении и ПД в более высоко расположенных органах.

Во—вторых, при карбоксиперитонеуме ВЧД повышается. Это не зависит ни от pH артериальной крови, ни от оксигенации или $\text{АД}_{\text{ср}}$. Такая тенденция сохраняется даже при низком (8 мм рт. ст.) ВБД и особенно выражена по данным эксперимента у животных при исходно повышенном ВЧД [29 — 31]. В положении Trendelenburg, при этом, степень повышения ВЧД во время инфляции CO_2 в брюшную полость увеличивается, однако после возврата тела пациента в исходное положение не нормализуется [29]. Точный механизм, посредством которого ВБД влияет на ВЧД, не установлен, вероятно, он многофакторный [32].

В соответствии с доктриной Monro—Kellie, в полости черепа содержатся три элемента: паренхима ГМ, артериальная и венозная кровь, а также спинномозговая жидкость, которые находятся в динамическом равновесии. При быстром увеличении объема одного из этих компонентов ВЧД повышается. Исследователи предполагают, что повышение ВБД и внутригрудного давления, а также уменьшение абсорбции спинномозговой жидкости во время инфляции CO_2 затрудняют дренажную функцию поясничного венозного сплетения и способствуют увеличению объема сосудов крестцового пространства, что обуславливает повышение ВЧД [29, 33].

Кроме того, при гиперкапнии расширяются сосуды ГМ, что способствует повышению ВЧД. Если даже ВЧД не повышается, повышенное давление в трансмураль-

ных сосудах может оказать неблагоприятное влияние на внутримозговые сосуды, склонные к разрыву.

В—третьих, существуют и другие важные критерии, которые свидетельствуют о том, как ГМ реагирует на карбоксиперитонеум и "крутое" положение тела пациента, в частности, Trendelenburg. С помощью церебральной спектрофотометрии установлены безопасные показатели регионарной оксигенации ГМ. В то же время, у 3 больных, которым проводили компьютерную томографию ГМ до и сразу после процедуры (менее 15 мин), отклонения не обнаружены [34].

В—четвертых, отек лица, который может возникать в положении пациента Trendelenburg, отнюдь не свидетельствует о накоплении внутримозговой жидкости. Гематоэнцефалический барьер помогает предотвратить интерстициальный отек ГМ, несмотря на повышение гидростатического давления в его кровеносных сосудах. Полезную информацию можно почерпнуть из данных космических исследований: положение тела вниз головой используют для моделирования условий, преобладающих в космическом пространстве — при невосможности перемещение жидкости от нижних конечностей к ГМ аналогично тому, что происходит во время "крутого" положения Trendelenburg. По данным экспериментальных исследований на кролях, выявлена перегрузка только сосудов мягкой оболочки ГМ после пребывания животных в таком положении в течение 8 сут без отека ткани ГМ или утечки специальных маркеров через стенки сосудов [35].

Хотя многие аспекты недостаточно изучены, приведенные данные обнадеживают. Влияние карбоксиперитонеума в сочетании с "крутым" положением Trendelenburg на возникновение отека ГМ не подтверждено. Вместе с тем, анестезиолог должен иметь в виду определенные обстоятельства, например, наличие объемного поражения ГМ [36]. Авторы утверждают, что любая причина, обуславливающая нарушение гематоэнцефалического барьера (например, опухоль ГМ), чревата неизвестными, плохо предсказуемыми и сложными для понимания последствиями.

В литературе имеются сведения о возникновении ишемической задней оптической нейропатии после выполнения минимально инвазивной простатэктомии [37], однако причина ее не установлена. Даже у пациентов при глаукоме или других заболеваниях глаз авторы не выявили повышения риска возникновения нейропатии при изменении положения тела на операционном столе. Поскольку во время перевода тела пациента в положение Trendelenburg внутриглазное давление повышается в среднем на 13 мм рт. ст. по сравнению с исходным, пациентов, у которых имеется глаукома, следует выделить в группу риска, им необходимо продолжение запланированного ранее противоглаукомного лечения.

Функция печени. В литературе есть данные, свидетельствующие о влиянии карбоксиперитонеума на функцию печени вследствие уменьшения кровотока в системе воротной вены. Также изменения наблюдали в экспериментах на животных и в клинике при повышении ВБД до 15 мм рт. ст. [38]. После лапароскопической

холецистэктомии уменьшение кровотока в системе воротной вены на 53% сопровождалось повышением ВБД до 14 мм рт. ст. При уменьшении венозного кровотока при карбоксиперитонеуме возможны гипоперфузия печени, острое повреждение гепатоцитов, повышение активности печеночных ферментов.

Отмечено кратковременное повышение активности печеночных трансаминаз после лапароскопической холецистэктомии и ее возвращение к исходной через 72 ч после операции [39]. Понимание влияния карбоксиперитонеума на кровоток в системе воротной вены особенно важно у пациентов при ожирении, поскольку у них часто выявляют заболевания печени. Механизмы изменения функции печени после ЭВХВ включают прямую операционную травму органа, использование общих анестетиков, уменьшение кровотока в системе воротной вены во время карбоксиперитонеума. Таким образом, применение карбоксиперитонеума безопасно у пациентов при нормальной исходной функции печени. Необходимы дальнейшие исследования для оценки безопасности применения карбоксиперитонеума у пациентов при исходной тяжелой дисфункции печени.

Почки. Повышение ВБД во время лапароскопических операций может обусловить олигурию или анурию у млекопитающих. Несмотря на это, в предыдущих исследованиях не подтверждено соответствующее повреждение почек и не обнаружено в экспериментальных исследованиях на крысах, у которых осуществляли карбоксиперитонеум до 4 ч: диурез был снижен, однако NGAL (ранний тропониновый показатель повреждения почек), являющийся чувствительным маркером повреждения почек, не увеличен [40]. Авторы не нашли данных о влиянии положения Trendelenburg отдельно и в сочетании с карбоксиперитонеумом на функцию почек. Поддержание адекватного состояния наполнения и нормального сердечного выброса, по мнению авторов, обеспечивает безопасность функции почек. В этих условиях диурез вряд ли является предиктором дисфункции почек после операции [41, 42].

Выбор анестетиков. Индивидуальных схем периоперационного медикаментозного ведения пациентов нет. Обычно используют тотальную внутривенную анестезию либо ингаляционные анестетики.

Не установлены противопоказания к использованию закиси азота, которую применяют в неотложной хирургии, хотя всегда есть риск возникновения венозной воздушной эмболии [43].

Поддержание водного баланса. Предпочтительное использование коллоидов по сравнению с кристаллоидами не обосновано. У добровольцев при наклоне тела головой вниз отек лица, в первую очередь, обусловлен повышением давления в капиллярах и снижением коллоидно—осмотического давления плазмы [44]. Может быть, следует избегать избыточного введения кристаллоидов.

Периоперационная интенсивная терапия. Утверждая, что пробуждение пациента является лучшим показателем нейромониторинга, некоторые исследователи предпочитают сразу экстубировать больных после опе-

рации. В послеоперационном периоде проводят многокомпонентное обезболивание, назначают антихолинэстеразные препараты, которые способствуют значительному ослаблению спазма мочевого пузыря, уменьшают ощущение дискомфорта от присутствия катетера Foley. Блокада поперечной мышцы живота, произведенная после вводного наркоза, может обеспечить дополнительное обезболивание после операции.

Важно убедиться в проходимости дыхательных путей после экстубации трахеи. Отек лица и век может быть важным признаком отека дыхательных путей, тем не менее, значительный отек тканей глотки и гортани возможен без видимых признаков. Отек мягких тканей гортани можно оценить путем испытания манжеты на герметичность: газ должен легко проходить мимо эндотрахеальной трубки после сдувания манжеты при давлении в дыхательных путях 15 см вод. ст. Еще одним вариантом диагностики отека мягких тканей гортани является невозможность самостоятельного дыхания пациента при закрытии проксимального конца интубационной трубки после выпуска газа из манжеты. В идеале, пациент может дышать "мимо интубационной трубки". При нарушении дыхания после экстубации трахеи может потребоваться повторная интубация с последующей ИВЛ в отделении интенсивной терапии [45]. Если тест утечки газа мимо манжеты отрицательный, экстубацию трахеи нельзя производить до исчезновения отека тканей. Другими показаниями к кратковременному применению ИВЛ после операции могут быть массивная кровопотеря или выраженная подкожная эмфизема.

ЛИТЕРАТУРА

- Joris J. L. Anesthesia for laparoscopic surgery / J. L. Joris // Anesthesia; ed. R. D. Miller. — New York; London: Churchill Livingstone, 2009. — P. 2185 — 2202.
- Tan P. L. Carbon dioxide absorption and gas exchange during pelvic laparoscopy / P. L. Tan, T. L. Lee, W. A. Tweed // Can. J. Anaesth. — 1992. — Vol. 39, N 7. — P. 677 — 681.
- Pulmonary gas exchange is well preserved during robot assisted surgery in steep Trendelenburg position / D. Schrijvers, A. Mottrie, K. Traen [et al.] // Acta Anaesthesiol. Belg. — 2009. — Vol. 60, N 4. — P. 229 — 233.
- Lumb A. B. Nunn's applied respiratory physiology / A. B. Lumb. — Edinburgh: Butterworth—Heinemann, 2005. — 6th ed. — 520 p.
- Ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy / E. Bures, J. Fusciardi, H. Lanquetot [et al.] // Acta Anaesthesiol. Scand. — 1996. — Vol. 40, N 5. — P. 566 — 573.
- Odeberg—Wernerman S. Cardiopulmonary aspects of laparoscopic surgery / S. Odeberg—Wernerman, A. Sollevi // Curr. Opin. Anaesthesiol. — 1996. — Vol. 9. — P. 529 — 535.
- Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anesthesia, examined by spiral computed tomography / L. E. Andersson, M. Baath, A. Thorne [et al.] // Anesthesiology. — 2005. — Vol. 102, N 2. — P. 293 — 299.
- Effect of CO₂—pneumoperitoneum on ventilation perfusion relationships during laparoscopic cholecystectomy / L. Andersson, L. Lagerstrand, A. Thorne [et al.] // Acta Anaesthesiol. Scand. — 2002. — Vol. 46, N 5. — P. 552 — 560.
- Cardiac output and arterial blood—gas tension during laparoscopy / G. R. Kelman, G. H. Swapp, I. Smith [et al.] // Br. J. Anaesth. — 1972. — Vol. 44, N 11. — P. 1155 — 1162.
- Odeberg S. Pneumoperitoneum for laparoscopic surgery does not increase venous admixture / S. Odeberg, A. Sollevi // Eur. J. Anaesthesiol. — 1995. — Vol. 12, N 6. — P. 541—548.
- Ventilatory and blood gas changes during laparoscopic and open cholecystectomy / A. J. Mahon, J. N. Baxter, G. Kenny [et al.] // Br. J. Surg. — 1993. — Vol. 80, N 10. — P. 1252 — 1254.
- Wahba R. W. Ventilatory requirements during laparoscopic cholecystectomy / R. W. Wahba, J. Mamazza // Can. J. Anaesth. — 1993. — Vol. 40, N 3. — P. 206 — 210.
- Bruells C. S. Physiology of gas exchange during anaesthesia / C. S. Bruells, R. Rossaint // Eur. J. Anaesthesiol. — 2011. — Vol. 28, N 8. — P. 570 — 579.
- Hedenstierna G. The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system / G. Hedenstierna, L. Edmark // Applied physiology in intensive care medicine; ed. M. Pinsky, L. Brochard, J. Mancebo [et al.] — Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer—Verlag, 2009. — P. 390.
- Positive end—expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis / P. Pelosi, I. Ravagnan, G. Giurati [et al.] // Anesthesiology. — 1999. — Vol. 91, N 5. — P. 1221 — 1231.
- Management of mechanical ventilation during laparoscopic surgery / F. Valenza, G. Chevillard, T. Fossali [et al.] // Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol. — 2010. — Vol. 24, N 2. — P. 227 — 241.
- Evaluation of intraabdominal pressure after open and laparoscopic gastric bypass / N. T. Nguyen, S. L. Lee, J. T. Anderson [et al.] // Obes. Surg. — 2001. — N 11. — P. 40 — 45.
- What is normal intra—abdominal pressure? / N. C. Sanchez, P. L. Tenofsky, J. M. Dort [et al.] // Am. Surg. — 2001. — N 67. — P. 243 — 248.
- Nguyen N. T. The physiologic effects of pneumoperitoneum in the morbidly obese / N. T. Nguyen, B. M. Wolfe // Ann. Surg. — 2005. — Vol. 241, N 2. — P. 219 — 226.
- Lindgren L. Conventional pneumoperitoneum compared with abdominal wall lift for laparoscopic cholecystectomy / L. Lindgren, A. M. Koivusalo, I. Kellokumpu // Br. J. Anaesth. — 1995. — N 75. — P. 567 — 572.

Уролог может назначить фуросемид для предупреждения образования сгустков крови в мочевых путях. При этом целесообразно вводить жидкость в целях компенсации избыточной продукции мочи и утраты электролитов [27].

Противопоказания. Основным противопоказанием к выполнению ЭВХВ является наличие заболеваний, связанных с внутричерепной гипертензией, или нарушения гематоэнцефалического барьера. У пациентов при глаукоме необходимо обеспечить нормальное внутриглазное давление.

ВЫВОДЫ

- В настоящее время расширяются показания к выполнению ЭВХВ, которые пациенты хорошо переносят.
- Абсолютным противопоказанием к осуществлению ЭВХВ является наличие внутричерепных заболеваний. Особая осторожность требуется у пациентов при повышении внутриглазного давления.
- Понимание важности контроля ПД ГМ является основополагающим в обеспечении адекватной перфузии ГМ.
- Допускается умеренная гиперкапния в безопасных пределах, которую, как правило, пациенты хорошо переносят.
- Дальнейшие исследования должны предусматривать уточнение выбора анестезиологического обеспечения, периоперационного ведения, особенно в отношении стратегии ИВЛ, с учетом интенсивной резорбции CO₂, а также послеоперационного обезболивания.

21. Hemodynamic and pulmonary changes during open, carbon dioxide pneumoperitoneum and abdominal wall—lifting cholecystectomy / G. Galizia, G. Prizio, E. Lieto [et al.] // *Surg. Endosc.* — 2001. — N 15. — P. 477 — 483.
22. Static and dynamic components of esophageal and central venous pressure during intra—abdominal hypertension / F. Valenza, G. Chevillard, G. A. Porro [et al.] // *Crit. Care Med.* — 2007. — Vol. 35, N 6. — P. 1575 — 1581.
23. Respiratory and haemodynamic effects of volume—controlled vs pressure—controlled ventilation during laparoscopy: a crossover study with echocardiographic assessment / C. C. Balick—Weber, P. Nicolas, M. Hedreville—Montout [et al.] // *Br. J. Anaesth.* — 2007. — Vol. 99, N 3. — P. 429 — 435.
24. Comparison of volume—controlled and pressure—controlled ventilation in steep Trendelenburg position for robot—assisted laparoscopic radical prostatectomy / E. M. Choi, S. Na, S. H. Choi [et al.] // *J. Clin. Anesth.* — 2011. — Vol. 23, N 3. — P. 183 — 188.
25. Carbon dioxide absorption is not linearly related to intraperitoneal carbon dioxide insufflation pressure in pigs / D. R. Lister, B. Rudston—Brown, C. B. Warriner [et al.] // *Anesthesiology.* — 1994. — Vol. 80, N 1. — P. 129 — 136.
26. Ng J. L. Perioperative stroke in noncardiac, nonneurosurgical surgery / J. L. Ng, M.T. Chan, A.W. Gelb // *Ibid.* — 2011. — Vol. 115, N 4. — P. 879 — 890.
27. Kalmar A. F. Anesthetic considerations for robotic surgery in the steep Trendelenburg position / A. F. Kalmar, A. M. De Wolf, J. F. A. Hendrickx // *Advances in Anesthesia.* — 2012. — N 30. — P. 75 — 96.
28. Influence of steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy / A. F. Kalmar, L. Foubert, J.F. Hendrickx [et al.] // *Br. J. Anaesth.* — 2010. — Vol. 104, N 4. — P. 433 — 439.
29. Evaluation of mechanism of increased intracranial pressure with insufflations / A. Halverson, R. Buchanan, L. Jacobs [et al.] // *Surg. Endosc.* — 1998. — Vol. 12, N 3. — P. 266 — 269.
30. Diagnostic laparoscopy increases intracranial pressure / L. G. Josephs, J. R. Este—McDonald, D. H. Birkett [et al.] // *J. Trauma.* — 1994. — Vol. 36, N 6. — P. 815 — 818.
31. Intracranial pressure. Effects of pneumoperitoneum in a large—animal model / R. J. Rosenthal, J. R. Hiatt, E. H. Phillips [et al.] // *Surg. Endosc.* — 1997. — Vol. 11, N 4. — P. 376 — 380.
32. Grabowski J. E. Physiological effects of pneumoperitoneum / J. E. Grabowski, M. A. Talamini // *J. Gastrointest. Surg.* — 2009. — Vol. 13, N 5. — P. 1009— 1016.
33. Changes in intracranial pressure associated with apneumatic retractors / J. R. Este—McDonald, L. G. Josephs, D. H. Birkett [et al.] // *Arch. Surg.* — 1995. — Vol. 130, N 4. — P. 362 — 366.
34. Cerebral haemodynamic physiology during steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum / A. F. Kalmar, F. Dewaele, L. Foubert [et al.] // *Br. J. Anaesth.* — 2012. — Vol. 108, N 3. — P. 478 — 484.
35. Does edema formation occur in the rabbit brain exposed to head—down tilt? / R. Shimoyama, H. Miyata, E. Ohama [et al.] // *Jap. J. Physiol.* — 2000. — Vol. 50, N 1. — P. 141 — 147.
36. Unpredicted neurological complications after robotic laparoscopic radical cystectomy and ileal conduit formation in steep Trendelenburg position: two case reports / R. Pandey, R. Garg, V. Darlong [et al.] // *Acta Anaesthesiol. Belg.* — 2010. — Vol. 61, N 3. — P. 163 — 166.
37. The effects of steep Trendelenburg positioning on intraocular pressure during robotic radical prostatectomy / H. Awad, S. Santilli, M. Ohr [et al.] // *Anesth. Analg.* — 2009. — Vol. 109, N 2. — P. 473 — 478.
38. Jakimowics J. Laparoscopic insufflation of the abdomen reduces portal venous flow / J. Jakimowics, G. Stultiens, F. Smulders // *Surg. Endosc.* — 1998. — N 12. — P. 129 — 132.
39. Are elevated liver enzymes and bilirubin levels significant after laparoscopic cholecystectomy in the absence of bile duct injury? / A. Halevy, R. Gold—Deutch, M. Negri [et al.] // *Ann. Surg.* — 1994. — N 219. — P. 362 — 364.
40. Kidney safety during surgical pneumoperitoneum: an experimental study in rats / R. F. de Barros, M. L. Miranda, A. C. de Mattos [et al.] // *Surg. Endosc.* — 2012. — Vol. 26, N 11. — P. 3195 — 3200.
41. Intraoperative urinary output and postoperative blood urea nitrogen and creatinine levels in patients undergoing aortic reconstructive surgery / G. B. Knos, A. J. Berry, I. J. Isaacson [et al.] // *J. Clin. Anesth.* — 1989. — Vol. 1, N 3. — P. 181 — 185.
42. Intraoperative urinary output does not predict postoperative renal function in patients undergoing abdominal aortic revascularization / R. A. Alpert, M. F. Roizen, W. K. Hamilton [et al.] // *Surgery.* — 1984. — Vol. 95, N 6. — P. 707 — 711.
43. Nitrous oxide and laparoscopic bariatric surgery / J. B. Brodsky, H. J. Lemmens, J. S. Collins [et al.] // *Obes. Surg.* — 2005. — Vol. 15, N 4. — P. 494 — 496.
44. Transcapillary fluid shifts in tissues of the head and neck during and after simulated microgravity / S. E. Parzynski, A. R. Hargens, B. Tucker [et al.] // *J. Appl. Physiol.* — 1991. — Vol. 71, N 6. — P. 2469 — 2475.
45. Phong S. V. Anaesthesia for robotic—assisted radical prostatectomy: considerations for laparoscopy in the Trendelenburg position / S. V. Phong, L. K. Koh // *Anaesth. Intens. Care.* — 2007. — Vol. 35, N 2. — P. 281 — 285.

