

В.Е. КОРИК<sup>1</sup>, С.А. ЖИДКОВ<sup>2</sup>, А.А. МАКОВСКАЯ<sup>3</sup>, Д.А. КЛЮЙКО<sup>1</sup>

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛИЯНИЯ ПНЕВМОПЕРИТОНЕУМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЕ СОСТОЯНИЕ КРОВИ ПРИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»<sup>1</sup>,  
Военно-медицинское управление Министерства обороны Республики Беларусь<sup>2</sup>,  
УЗ «2-я городская клиническая больница»<sup>3</sup>, г. Минск  
Республика Беларусь

**Цель.** Оценка влияния углекислого газа и искусственного воздуха, инсуффлируемых в брюшную полость, на кислотно-щелочное состояние крови у пациентов, подвергнутых лапароскопической холецистэктомии.

**Материал и методы.** Все исследуемые пациенты были разделены на две случайные группы. В первой группе (20 пациентов) для инсуффляции в брюшную полость применялся углекислый газ. Вторую группу составили 27 пациентов, у которых во время операции для наложения пневмоперитонеума применяли искусственный воздух, состоящий из смеси O<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> (21% и 79% соответственно).

**Результаты.** Изменения со стороны КЩС при лапароскопических операциях с применением углекислого газа свидетельствуют о том, что пациенты к середине непродолжительной по времени операции находятся в скрытом метаболическом ацидозе, об этом также свидетельствуют и нормальные показатели парциального давления CO<sub>2</sub>. Применение воздушной газовой смеси для пневмоперитонеума при лапароскопических операциях не приводит к значимым изменениям показателей КЩС, кроме этого при применении данной газовой среды не отмечено отрицательных последствий применения электрокоагуляции в ходе операции.

**Заключение.** Применение углекислого газа при лапароскопических операциях приводит к достоверному снижению pH венозной крови. Признаки метаболического ацидоза проявляются также достоверным снижением уровня нормального бикарбоната и возникновением дефицита оснований при нормальных показателях PaCO<sub>2</sub>. Применение воздушной среды для пневмоперитонеума при лапароскопических операциях не оказывает значимого влияния на кислотно-щелочное состояние организма.

*Ключевые слова:* холецистэктомия, лапароскопия, кислотно-щелочное состояние, метаболический ацидоз

**Objectives.** The estimation of influence of carbon dioxide and artificial air insufflated into abdomen on the blood acid-base state in patients subjected to laparoscopic cholecystectomy.

**Methods.** All the patients tested have been divided into two accidental groups. In the first group (20 patients) carbon dioxide was used for the abdomen insufflation. The second group was composed of 27 patients in whom the artificial air consisting of O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> (21% and 79% respectively) was used for pneumoperitoneum attachment during the operation.

**Results.** Changes of the acid-base balance at the laparoscopic surgeries with the carbon dioxide use testify to the fact that patients by the middle of not long-lasting surgery are in the hidden metabolic acidosis; normal parameters of the partial pressure of CO<sub>2</sub> also prove this. Application of the air gaseous mixture for pneumoperitoneum at the laparoscopic surgeries doesn't lead to significant changes of acid-base balance parameters; besides, negative outcomes of electro coagulation use during the operation haven't been registered at the given gaseous medium application.

**Conclusions.** Application of carbon dioxide at laparoscopic surgeries leads to reliable decrease of the venous blood pH. The signs of the metabolic acidosis are also displayed by the reliable decrease of the normal bicarbonate level and base deficiency development at normal PaCO<sub>2</sub> parameters. Use of the air medium for pneumoperitoneum at the laparoscopic surgeries doesn't influence significantly the acid-base state of the organism.

*Keywords:* cholecystectomy, laparoscopy, acid-base state, metabolic acidosis

### Введение

Широкое применение в клинической прак-

тике лапароскопических технологий привело к значительному прогрессу как в плановой, так и в экстренной хирургии. Лапароскопические опе-

рации при калькулезном холецистите, практически всех формах острого аппендицита и некоторых гинекологических вмешательствах являются операцией выбора.

Лапароскопическая холецистэктомия (ЛХЭ) является менее травматичным и хорошо переносится большинством пациентов. Послеоперационный период после ЛХЭ протекает намного легче, чем после традиционной холецистэктомии, при этом значительно меньше послеоперационных осложнений, в том числе и дыхательных. Однако ЛХЭ относится к разряду проблемных операций. Это связано с тем, что ее проведение требует обеспечения оптимальных условий для хирургической бригады, наличия дорогостоящей аппаратуры и адекватной миорелаксации.

Лапароскопические вмешательства для создания операционного пространства требуют инсуффляции газа в брюшную полость, так как технологии лапаролифтинга до сих пор не стали массовыми. Споры по поводу наилучшей газовой среды практически перестали возникать, так как углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) признан многими исследователями оптимальной средой среди доступных газов и их смесей, вследствие того, что он относительно дешев, не поддерживает горение, обладает хорошей растворимостью и не приводит к развитию газовой эмболии [1]. Вместе с тем, именно хорошая растворимость углекислого газа способствует дисбалансу в кислотно-щелочном равновесии крови, вызывая увеличение парциального давления углекислого газа и снижение рН крови, посредством быстрой диффузии через париетальную и висцеральную брюшину [2].

За последние годы накоплен огромный опыт проведения лапароскопических операций, а вместе с ним и отрицательный опыт применения карбоксиперитонеума. Подробно описаны органические и системные нарушения [3, 4], локальные воздействия на брюшину  $\text{CO}_2$ , а так же выраженный болевой синдром в послеоперационном периоде [5, 6]. Экспериментальные работы ряда авторов указывают на роль углекислого газа в формировании послеоперационных спаек в брюшной полости [4, 7].

После завершения хирургического вмешательства и снятия карбоксиперитонеума в свободной брюшной полости остается около 40% от первоначально инсуффлированного объема углекислого газа. Резорбция  $\text{CO}_2$  брюшиной, а также значительное повышение внутрибрюшного давления провоцируют развитие гипоксии и

гиперкапнии, а в некоторых случаях появление ателектазов лёгочной паренхимы. По этой причине карбоксиперитонеум следует с осторожностью применять у пациентов при наличии obstructивных заболеваний легких, у беременных и людей пожилого возраста [2].

Практически остается не изученным влияние углекислого газа, теряемого во время операции, на оперирующих хирургов и всю операционную бригаду. Альтернативой углекислому газу могут быть другие газовые смеси, такие как закись азота, гелий и обыкновенный фильтрованный воздух.

**Цель исследования** — оценить влияние углекислого газа и искусственного воздуха, инсуффлируемых в брюшную полость, на кислотно-щелочное состояние крови пациентов подвергнутых ЛХЭ.

## Материал и методы

Исследования проведены при лапароскопических вмешательствах по поводу калькулезного холецистита. Все пациенты были разделены на две случайные группы. В первой группе для инсуффляции в брюшную полость применялся углекислый газ. В эту группу вошли 20 пациентов. Мужчин было 6 (30%), женщин 14 (70%). Средний возраст пациентов составил 56 лет. В 70% случаев операция выполнялась по поводу острого деструктивного холецистита, в 30% по поводу хронического калькулезного холецистита. Среднее время оперативного вмешательства составило 48 минут.

Вторую группу составили 27 пациентов, у которых во время операции для наложения пневмоперитонеума применяли искусственный воздух (изготовитель ОАО «КРИОН»), состоящий из смеси  $\text{O}_2$  и  $\text{N}_2$  (21% и 79% соответственно). Газовая смесь готовилась из фильтрованных, стерильных компонентов. Мужчин в этой группе было 6 (22%), женщин 21 (78%). Средний возраст пациентов составил 56,7 лет. В 22% случаев операция выполнялась по поводу острого деструктивного холецистита, в 74% по поводу хронического калькулезного холецистита и у 1 пациента (4%) по поводу рака желчного пузыря. Среднее время оперативного вмешательства составило 60 минут. Как видно из представленных данных, исследуемые группы сопоставимы по возрасту и полу.

Следует отметить, что у большинства оперированных пациентов имелась сопутствующая

патология со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем (атеросклеротический кардиосклероз, артериальная гипертензия, постинфарктный кардиосклероз, нарушения ритма сердца, пневмосклероз, ХОБЛ).

Премедикация включала раствор атропина в дозе 7,4 мкг/кг, фентанила 1,25 мкг/кг и диазепама 0,1 мг/кг. Для индукции анестезии применялся 2,5% раствор тиопентала натрия в дозе 5 мг/кг. Миорелаксация для интубации трахеи достигалась введением дитилина в дозе 1,5 мг/кг и поддерживалась болюсным введением трактиума 0,2 мг/кг, анальгезия введением фентанила в дозе 0,8 мкг/кг. У всех пациентов проводилась общая анестезия в режиме VCV газовой смесью кислорода 35%, закиси азота 65% и севорана 0,8% в объеме 0,5 мл. Для углубления анестезии применяли 0,25% дроперидол в дозе 0,2 мг/кг. Для адекватной релаксации использовали недеполяризующие релаксанты короткой и средней продолжительности действия.

Интраоперационно мониторировалась деятельность сердечно-сосудистой системы (АД, ЧСС, ЭКГ, SpO<sub>2</sub>), показателей дыхания, параметров газообмена и кислотно-щелочного состояния (КЩС).

Для изучения влияния газовой среды, находящейся в брюшной полости, на кислотно-щелочное состояние у пациентов проводили забор

крови из локтевой вены в исходном состоянии - на операционном столе до начала операции (№1), во время операции - в момент выполнения основного этапа операции холецистэктомии (№2), и в раннем послеоперационном периоде - сразу после экстубации пациента (№3).

Анализ полученного биологического материала проводили на аппарате RADIOMETER ABL 50 (Дания). В исследуемой крови изучались pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ABE, с учетом соотношения pO<sub>2</sub> и pCO<sub>2</sub> во вдыхаемом воздухе.

Статистическая обработка цифровых данных осуществлялась с использованием прикладных программ Microsoft Excel 2010 for Windows и «Statistica 6.0». Учитывая, что анализируемые данные в большинстве своем имели распределение, отличное от нормального, а также являлись зависимыми, сравнение в группах проводили методом рангового дисперсионного анализа (непараметрический метод Фридмана) с последующим попарным сравнением, после чего, при p<0,05 использовали непараметрический тест Вилкоксона с поправкой Бонферрони.

### Результаты и обсуждение

В результате исследования были получены изменения показателей КЩС, которые представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

#### Сравнительный анализ показателей кислотно-щелочного состояния при карбоксиперитонеуме

Параметр	Valid N	Median (LQ;UQ)	P (Метод Фридмана)	тест Вилкоксона с поправкой Бонферрони		
				P <sub>1-2</sub>	P <sub>1-3</sub>	P <sub>2-3</sub>
№1 pH	20	7,344 (7,329; 7,369)	0,00021	0,00332	0,000554	0,03822
№2 pH	20	7,302 (7,249; 7,330)				
№3 pH	20	7,260 (7,229; 7,310)				
№1 pCO <sub>2</sub>	20	39,0 (767,9; 37,3)	0,58895	0,55658	0,306104	0,9826
№2 pCO <sub>2</sub>	20	41,7 (805,4; 36,9)				
№3 pCO <sub>2</sub>	20	40,8 (786,9; 39,7)				
№1 pO <sub>2</sub>	20	25,3 (17,4; 29,1)	0,00001	0,000103	0,00039	0,000189
№2 pO <sub>2</sub>	20	72,4 (60,8; 105,6)				
№3 pO <sub>2</sub>	20	43,9 (40,1; 57,6)				
№1 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20	21,3 (20,2; 23,0)	0,00008	0,000729	0,000517	0,130542
№2 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20	19,4 (17,7; 20,6)				
№3 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20	18,6 (17,0; 20,2)				
№1 tCO <sub>2</sub>	20	22,6 (21,4; 25,0)	0,00018	0,002204	0,00078	0,14031
№2 tCO <sub>2</sub>	20	20,7 (18,9; 22,1)				
№3 tCO <sub>2</sub>	20	20,0 (18,2; 21,4)				
№1 ABE	20	- 3,6 (2,0; 4,6)	0,00001	0,000089	0,000219	0,3317
№2 ABE	20	- 6,4 (4,9; 8,6)				
№3 ABE	20	- 7,2 (4,9; 9,5)				

**Сравнительный анализ показателей кислотно-щелочного состояния при искусственной воздушной среде**

Параметр	Valid N	Median (LQ;UQ)	p (Метод Фридмана)	тест Вилкоксона с поправкой Бонферрони		
				P <sub>1-2</sub>	P <sub>1-3</sub>	P <sub>2-3</sub>
№1 рН	26	7,348 (7,326; 7,39)	0,00062	0,000918	0,585	0,004759
№2 рН	27	7,398 (7,344; 7,433)				
№3 рН	27	7,437 (7,333; 7,392)				
№1 рСО <sub>2</sub>	26	39,9 (33,1; 45,0)	0,0035	0,001	0,0103	0,442
№2 рСО <sub>2</sub>	27	33,6 (30,2; 36,5)				
№3 рСО <sub>2</sub>	27	33,8 (29,6; 41,0)				
№1 рО <sub>2</sub>	26	33,2 (24,1; 45,3)	0,00034	0,00058	0,15129	0,03881
№2 рО <sub>2</sub>	27	58,6 (47,1; 72,5)				
№3 рО <sub>2</sub>	27	42,2 (34,4; 57,1)				
№1 НСО <sub>3</sub>	26	21,0 (19,7; 24,4)	0,007	0,0733	0,006328	0,3246
№2 НСО <sub>3</sub>	27	20,1 (19,1; 21,7)				
№3 НСО <sub>3</sub>	27	20,0 (16,3; 21,9)				
№1 тСО <sub>2</sub>	26	22,1 (20,7; 25,6)	0,007	0,052,24	0,005857	0,400419
№2 тСО <sub>2</sub>	27	21,1 (19,9; 22,8)				
№3 тСО <sub>2</sub>	27	21,1 (17,1; 23,3)				
№1 АВЕ	26	-3,0 (-5,8; -0,5)	0,08929	-	-	-
№2 АВЕ	27	-3,0 (-4,5; -1,6)				
№3 АВЕ	27	-4,5 (-6,9; -2,4)				

Примечание: Поправка Бонферрони  $p = 0,05/3 = 0,003333$

Как видно из представленных данных, применение углекислого газа при лапароскопических операциях приводит к достоверному снижению рН в середине и конце операции, рН снижается до 7,302 и 7,260 с достоверностью  $p = 0,00332$  и  $p = 0,000554$  соответственно. И хотя операция проводится с заданными параметрами вентиляции пациента и парциальное давление углекислого газа в венозной крови не претерпевает достоверно значимых изменений  $pCO_2 = 39,0; 41,7; 40,8$  мм рт.ст. ( $p_{1-2} = 0,557; p_{1-3} = 0,306; p_{2-3} = 0,98$ ), при анестезиологическом пособии в ходе операции для нивелирования резорбционного действия углекислого газа приходится повышать объемную часть кислорода во вдыхаемой смеси, что прослеживается в полученных результатах. Так, парциальное давление кислорода значимо возрастает с 25,3 мм рт.ст. до 72,4 мм рт.ст. в середине операции и затем снижается до 43,9 мм рт.ст. ( $p_{1-2} = 0,000103; p_{1-3} = 0,00039; p_{2-3} = 0,000189$ ). При этом происходит достоверное снижение общей углекислоты с 21,3 ммоль/л до 19,4 и 18,6 ммоль/л в середине и конце операции ( $p_{1-2} = 0,000729; p_{1-3} = 0,000517; p_{2-3} = 0,1305$ ). Вместе с потерей общей углекислоты отмечается нарастающий дефицит оснований, так АВЕ изменяется от -3,6 ммоль/л до -6,4 и -7,2 ммоль/л соответственно, эти изменения являются достоверно значимыми ( $p_{1-2} = 0,000089;$

$p_{1-3} = 0,000219; p_{2-3} = 0,3317$ ).

Все выявленные изменения со стороны КЩС при лапароскопических операциях с применением углекислого газа свидетельствуют о том, что пациенты к середине непродолжительной по времени операции находятся в скрытом метаболическом ацидозе, об этом так же свидетельствуют и нормальные показатели парциального давления  $CO_2$ .

Анализ полученных данных при лапароскопических операциях с применением искусственной воздушной среды показал достоверное изменение рН в середине операции, рН увеличился с 7,348 до 7,398 с достоверностью  $p = 0,000918$ . Однако эти изменения находятся в пределах допустимой нормы. Такие же изменения зафиксированы при сравнении парциального давления углекислого газа в венозной крови, так показатели изменились с 39,9 мм рт.ст. до 33,6 мм рт.ст. в середине операции ( $p_{1-2} = 0,001$ ), между тем эти изменения находятся в пределах физиологической нормы. Парциальное давление кислорода значимо возрастает с 33,2 мм рт.ст. до 58,6 мм рт.ст. в середине операции ( $p_{1-2} = 0,00058$ ), что связано, вероятно, с гипервентиляцией, затем снижается до 42,2 мм рт.ст. ( $p_{1-3} = 0,15129$ ). Достоверных изменений мы не выявили и со стороны буферных систем. Нами не отмечено достоверного снижения общей углекислоты с 21,0

ммоль/л до 20,1 и 20,0 ммоль/л в середине и конце операции, а так же снижения АВЕ (– 3,0 ммоль/л; – 3,0 и – 4,5 ммоль/л соответственно).

Таким образом, применение воздушной газовой смеси для пневмоперитонеума при лапароскопических операциях не приводит к значимым изменениям показателей КЩС, кроме этого, при применении данной газовой среды не отмечено отрицательных последствий применения электрокоагуляции в ходе операции.

### Выводы

1. Применение углекислого газа при лапароскопических операциях приводит к достоверному снижению рН венозной крови, выявленная ацидемия сохраняется и в раннем послеоперационном периоде. Признаки метаболического ацидоза проявляются также достоверным снижением уровня нормального бикарбоната и возникновением дефицита оснований при нормальных показателях  $\text{PaCO}_2$ . Эти данные свидетельствуют о том, что применение  $\text{CO}_2$  при лапароскопических операциях приводит к напряжению буферных систем организма и может привести к их истощению, что следует предвидеть и учитывать при длительных лапароскопических операциях.

2. Использование воздушной среды для пневмоперитонеума при лапароскопических операциях не оказывает значимого влияния на кислотно-щелочное состояние организма, кроме этого отсутствует отрицательное воздействие на операционную бригаду «потерянного газа». Воздушная среда не мешает работе с электрокоагулирующим оборудованием.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов, Г. А. О резорбции закиси азота из брюшной полости при лапароскопических операциях / Г. А. Баранов, С. Б. Павлов, Р. О. Игнатъев // Хирургия. Журн. им. Н. И. Пирогова. – 2010. – № 7. – С. 76-78.
2. Богданов, Р. Р. Малоинвазивные оперативные вмешательства в абдоминальной хирургии (проблемы хирургии, анестезиологии и реабилитации) / Р. Р. Богданов, В. М. Тимербулатов, Б. И. Караваев // Эндоскоп. хирургия. – 2009. – № 4. – С. 47-59.
3. Корик, В. Е. Карбоксиперитонеум при лапароскопических операциях – необходимость альтернативы? / В. Е. Корик // Воен. медицина. – 2009. – № 4. – С. 73-75.
4. The effect of intra-abdominal pressure on the generation of 8-iso prostaglandin F<sub>2</sub> during laparoscopy in rabbits / A. M. Bentes de Souza [et al.] // Human Reproduction. – 2003. – Vol. 18, N 10. – P. 2181-2188.
5. Characteristic alterations of the peritoneum after carbon dioxide pneumoperitoneum / J. Volz [et al.] // Surgical Endoscopy. – 1999. – Vol. 13. – P 611-614.
6. Беляев, А. Ю. Сравнительная оценка газообмена и кислородно-щелочного состояния при лапароскопических гинекологических операциях, выполненных по «газовой» и «безгазовой» методике / А. Ю. Беляев, И. П. Николаева // Эндоскоп. хирургия. – 2000. – № 2. – С. 10.
7. Comparison of the effects of low intra-abdominal pressure and ischaemic preconditioning on the generation of oxidative stress markers and inflammatory cytokines during laparoscopy in rats / A. S. Cevrioglu [et al.] // Human Reproduction. – 2004. – Vol. 19. – P. 2144-2151.

#### Адрес для корреспонденции

220116, Республика Беларусь,  
г. Минск, пр. Дзержинского, 83,  
Белорусский государственный  
медицинский университет,  
кафедра военно-полевой хирургии  
тел. моб.: +375 29 377-96-67,  
e-mail: kluiko@list.ru,  
Клюйко Д.А.

Поступила 15.05.2011 г.