

DOI: 10.21802/artm.2021.4.20.90
УДК 616.381-072.1

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМІКИ КАРДІОВАСКУЛЯРНИХ ТА РЕСПІРАТОРНИХ ЕФЕКТИВ ПНЕВМОПЕРИТОНЕУМУ НА ОСНОВІ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ТА АРГОНУ ПРИ ЛАПАРОСКОПІЧНІЙ ХОЛЕЦИСТЕКТОМІЇ

О.Л. Ткачук, Р.Л. Парахоняк, С.В. Мельник, О.О. Ткачук-Григорчук

*Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра хірургії післядипломної освіти,
м. Івано-Франківськ, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-9216-4605, ORCID ID: 0000-0002-3230-9331,
ORCID ID: 0000-0002-7973-7085, ORCID ID: 0000-0003-2066-1845, e-mail: rostykpar@gmail.com*

Резюме. Пневмоперитонеум – один з найважливіших компонентів лапароскопічних оперативних втручань, який здійснює певний негативний вплив на газовий обмін та напруження буферних систем крові. Одним з пріоритетних завдань лапароскопічних технологій є мінімізація впливу на респіраторну та серцево-судинну системи, динаміку метаболізму та компенсаторні можливості гомеостазу.

Мета. Порівняти вплив карбоксиперитонеуму та аргоноперитонеуму на динаміку гіперкапнії, оцінити зміни кардіоваскулярних та респіраторних параметрів у хворих, яким проводиться лапароскопічна холецистектомія.

Матеріал і методи. Сформовано 4 дослідні групи хворих за нозологією та за видом пневмоперитонеуму. Проводили інтраопераційну капнометрію, визначення середнього артеріального тиску, частоти серцевих скорочень і серцевого викиду.

Результати. Підтверджено відмінність у показниках кардіореспіраторних функцій між хворими на гострий холецистит та ЖКХ без явищ запалення. Під впливом пневмоперитонеуму зростає частота серцевих скорочень та середній артеріальний тиск, знижується серцевий викид. Показник респіраторного тиску більше залежить від інтраабдомінального тиску, ніж від наявності запального синдрому.

Висновки. Кардіоваскулярна та респіраторна системи під впливом пневмоперитонеуму адаптуються, забезпечуючи компенсацію негативних ефектів. Компенсаторно-адаптивні можливості організму зростають при зниженні інтраабдомінального тиску. Застосування аргону як робочого газу зменшує негативний вплив пневмоперитонеуму на стан серцево-судинної та респіраторної систем, забезпечуючи більший резерв гомеостатичних та буферних систем організму.

Ключові слова: лапароскопічна холецистектомія, аргон, вуглекислий газ, штучний пневмоперитонеум.

Вступ. Лапароскопічні операції займають значну частку операцій при хірургічних захворюваннях органів черевної порожнини. Важливим напрямком удосконалення лапароскопічної технології є зниження шкідливого впливу хірургічної інвазії на стан респіраторної та серцево-судинної систем, а також на динаміку метаболізму та компенсаторних можливостей гомеостазу [1]. Суттєвим компонентом лапароскопічної операції є пневмоперитонеум, який створює умови для проведення хірургічних маніпуляцій і водночас здійснює певний негативний вплив на параметри вентиляції та газовий метаболізм. Очевидно, що вуглекислий газ, який найчастіше застосовують для пневмоперитонеуму, за рахунок резорбції у черевній порожнині може впливати на напруження буферних систем крові і потребує оцінки безпечності та застосування певних заходів від хірургів та від анестезіологічного забезпечення. Зокрема, важливим є обмеження робочого тиску у черевній порожнині. Відомими є рекомендації щодо корекції параметрів механічної вентиляції легень під час лапароскопії [2].

Встановлено, що CO₂ здійснює поряд з місцевою дією на очеревину і суттєвий резорбтивний ефект

[3]. Практичне значення мають три аспекти обміну двоокису вуглецю в людському організмі:

1. Рівень концентрації CO₂ у крові та тканинах організму як відображення ефективності вентиляції.
2. Участь CO₂ в регуляції кислотно-лужного стану в якості одного з основних буферів.
3. Вплив CO₂ на тонус судин, більшою мірою – церебральних (гіпокапнія володіє вазоконстрикторною дією, гіперкапнія є вазодилатором) [4].

Обґрунтування дослідження. Ступінь впливу CO₂ на гомеостаз та його залежність від стану очеревини досліджені недостатньо. Зокрема, немає обґрунтованих даних про вплив запального процесу у черевній порожнині, зокрема при гострому холециститі (ГХ), на інтенсивність всмоктування вуглекислого газу. Можна лише припустити, що запальна гіперемія парієтальної та вісцеральної очеревини, а також хірургічне чи травматичне пошкодження мезотеліального бар'єру імовірно прискорює резорбцію і сприяє посиленню карбоксемії. Негативний вплив пневмоперитонеуму посилюється при збільшенні інтраабдомінального тиску та при положенні з піднятим головним кінцем операційного стола [5].

З точки зору хірурга, інертні гази, як основа для пневмоперитонеуму, мають рівноцінне значення як засіб для створення робочого простору у черевній порожнині, водночас не мають метаболічного та респіраторного ефекту і цим вигідно відрізняються від класичного пневмоперитонеуму з використанням CO₂ [6]. Застосування аргону для створення пневмоперитонеуму було обмежене через ризик газової емболії при випадковій ятрогенній пункції судини голкою Вереша [7]. Однак новітні методики первинної інсуфляції без застосування голки Вереша, зокрема пряме ведення троакара цілком усуває цей ризик [8]. Таким чином, доцільність використання аргонперитонеуму на сучасному етапі розвитку хірургії вартує перегляду. Операція без застосування карбоксиперитонеуму не впливає на природний метаболізм CO₂, оскільки виключається фактор резорбції останнього очеревиною.

Методологічні підходи до визначення ступеня та динаміки гіперкапнії можуть мати два варіанти.

Пряма карбоксиметрія шляхом аналізу газового складу крові та непряма оцінка шляхом визначення концентрації CO₂ у видихуваному повітрі. Перевагою непрямой карбоксиметрії є можливість динамічного, а не дискретного контролю. За даними W.P. Zhang et al (2014), концентрація вуглекислого газу у видихуваному повітрі корелює з прямим параметром за газовим складом крові [9].

Мета дослідження: порівняти вплив карбоксиперитонеуму та аргонперитонеуму на інтраопераційну динаміку концентрації CO₂, а також кардіоваскулярних та респіраторних параметрів у хворих, яким проводиться лапароскопічна холецистектомія з приводу різних форм жовчнокам'яної хвороби.

Матеріали і методи: сформовано 4 дослідні групи хворих за нозологічною формою жовчнокам'яної хвороби (ЖКХ) та за використаним газом для створення пневмоперитонеуму (табл. 1).

Таблиця 1

Групи обстежених хворих				
№	Нозологічна форма	Кількість	Середній вік (р)	Жінки/чоловіки
1	ЖКХ+CO ₂	20	45,3±12,2	15/5
2	ЖКХ+Аргон	15	62,6±10,0	9/6
3	ЖКХ+ГХ+CO ₂	22	57,6±11,4	14/6
4	ЖКХ+ГХ+Аргон	20	51,2±13,1	16/4

Рандомізація досягалася за рахунок послідовного поступлення пацієнтів у стаціонар з використанням критеріїв включення: наявність ЖКХ, вік між 20 та 80 років, наявність згоди на включення у дослідження; та критеріїв виключення: супутня патологія серцево-судинної та респіраторної систем, цукровий діабет, онкологічні захворювання.

Усім хворим проведена лапароскопічна холецистектомія за стандартною методикою. Пневмоперитонеум накладали за допомогою прямого введення троакара у параумбілікальній ділянці. Для створення пневмоперитонеуму застосовували подачу медичного вуглекислого газу (42 хворих) чи медичного аргону (35 хворих). Інсуфляція проводилася інсуфлятором «Tekno flow 30S» (Німеччина) з інтенсивністю 5-30 л/хв до створення робочого тиску 10-15 мм рт.ст. Застосовували загальну анестезію з штучною вентиляцією легень у об'єм-контрольованому режимі – 6 мл/кг. Тривалість операції склала 42,6±12,2 хв при ЖКХ без ГХ та 56,4±15,1 хв при ЖКХ з ГХ.

Проводили інтраопераційний моніторинг вуглекислого газу крові PaCO₂ шляхом забору венозної крові кожних 15 хв. Капнометрія проводилася методом mainstream analysis за допомогою модульного монітора пацієнта «БИОМЕД» VM1000C шляхом реєстрації дискретних значень PetCO₂ кожних 15 хв, а також за аналізом фотокопій капнографічних кривих кожних 15 хв. З метою оцінки впливу різних видів пневмоперитонеуму на серцево-судинну систему проводили визначення середнього артеріального тиску, Mean Arterial Pressure (MAP), частоти серцевих скорочень (ЧСС), а також серцевого викиду (СВ) за допомогою інтраопераційної ехокардіографії. Середній артеріальний тиск вираховували за формулою:

$$MAP = DAT + 1/3(CAT - DAT), \text{ де}$$

MAP – середній артеріальний тиск;

DAT – діастолічний артеріальний тиск;

CAT – систолічний артеріальний тиск.

У ході попереднього аналізу результатів вимірювань виявлено, що напруження вуглекислого газу в кінцевій порції повітря, що видихається, корелює зі значенням PaCO₂ (рис. 1).

Кореляція між обома показниками склала 0,70. При цьому petCO₂ на 1-3 мм рт.ст. нижче, ніж PaCO₂. Ця закономірність відповідає даним літератури для обстежених за умови рівномірної вентиляції альвеол, непорушеного вентиляційно-перфузійного відношення при стабільному стані серцево-судинної системи та стабільній температурі тіла [4]. Враховуючи сильний ступінь кореляції між показниками, було вирішено у аналізі результатів враховувати лише дані капнометрії та капнографії.

Результати дослідження. Моніторинг кардіоваскулярних та респіраторних параметрів починали до початку інсуфляції газу у черевну порожнину (табл. 2).

Середні показники PetCO₂ впродовж операції у досліджуваних групах хворих виявили статистично істотну відмінність у групах з гострим запальним процесом у порівнянні з неускладненими формами ЖКХ при застосуванні карбоксиперитонеуму (групи 1 та 3) (табл. 3).

Крім того існує статистично достовірна відмінність між рівнем CO₂ у видихуваному повітрі у хворих з неускладненою ЖКХ на тлі аргонперитонеуму та пневмоперитонеуму (групи 1 та 2).

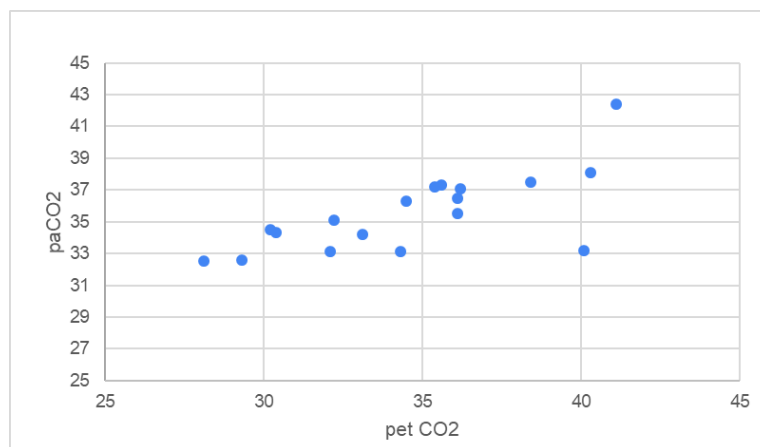


Рис. 1. Кореляційний зв'язок між парціальним тиском CO_2 в артеріальній крові (paCO_2) та концентрацією CO_2 у кінцевих порціях видихуваного повітря (petCO_2).

Таблиця 2

Базові показники гемодинамічних та респіраторних функцій (до початку пневмоперитонеуму)

Функція	Показник ($M \pm m$)
Частота серцевих скорочень (1/хв)	88 \pm 12
Середній артеріальний тиск (мм.рт.ст)	98,3 \pm 6,4
Серцевий викид (л/хв)	5,6 \pm 1,3
Респіраторний тиск (мм вод ст)	15,3 \pm 3,5
Напруження CO_2 крові (paCO_2) (мм рт ст)	38,3 \pm 5,1
Концентрація CO_2 у кінцевих порціях видихуваного повітря (petCO_2) (мм рт ст)	36,3 \pm 4,1

Таблиця 3

PetCO_2 ($M \pm m$) у групах хворих впродовж операції

№	Нозологічна форма	PetCO_2 (мм рт ст)	P (1-2), P(3-4)	P(1-3), P(2-4)
1	ЖКХ+ CO_2	42,4 \pm 3,6	0,03	0,045
2	ЖКХ+Аргон	28,8 \pm 4,8		
3	ЖКХ+ГХ+ CO_2	57,6 \pm 6,4	0,047	0,13*
4	ЖКХ+ГХ+Аргон	40,2 \pm 5,6		

Примітка: * відмінність статистично незначуща.

Аналогічна закономірність спостерігається і при гострому холециститі (групи 3 та 4). Що стосується показника PetCO_2 у групах з аргонперитонеумом при різних формах захворювання (групи 2 та 4), то як свідчать розрахунки, відмінність виявляється неістотною. Таким чином, застосування аргону як робочого газу для пневмоперитонеуму особливо актуальне при гострому холециститі з точки зору уникнення резорбції вуглекислого газу в умовах гострого запального процесу в черевній порожнині.

Параметри інсуфляції робочого газу в черевну порожнину задаються хірургом залежно від конституційних особливостей хворого та індексу маси тіла з метою створення достатнього робочого простору для проведення хірургічних маніпуляцій. Для виконання

мети дослідження обстежені випадки були поділені на три групи залежно від заданого інсуфлятором робочого тиску пневмоперитонеуму (табл. 4).

Як видно з приведених даних, при наявності гострого холециститу частіше виникала потреба у збільшенні програмованого тиску інсуфляції, що пов'язано з технічно більш складними операціями, які задля безпечного виконання вимагали збільшення робочого простору. Аналогічний розподіл був отриманий і для операцій з використанням аргонперитонеуму (табл. 5).

Досліджено вплив різного за тиском та видом газового носія пневмоперитонеуму на показники серцево-судинної та дихальної функцій (табл. 6 та 7).

Таблиця 4

Розподіл хворих на групи за програмованим тиском інсуфляції вуглекислого газу

Тиск газу (мм рт ст)	ЖКХ (n)	ЖКХ + ГХ (n)
10	5	2
12	12	10
15	3	10

Таблиця 5

Розподіл хворих на групи за програмованим тиском інсуфляції аргону

Тиск газу (мм рт ст)	ЖКХ (n)	ЖКХ + ГХ (n)
10	3	2
12	9	8
15	3	10

Таблиця 6

Кардіоваскулярна та респіраторна функція під впливом карбоксиперитонеуму (M±m)

Тиск газу (мм рт ст)	ЖКХ	ЖКХ + ГХ	p (1-2)	p (1-3)
	1	2		
Середній артеріальний тиск (мм рт ст)				
10	94,4±2,2	102,1±4,1	0,022	0,033
12	98,2±1,3	100,1±5,3	0,012	0,012
15	101,2±2,3	101,3±3,2	0,031	0,046
Частота серцевих скорочень (1/хв)				
10	95,1±2,4	105,2±5,4	0,033	0,052
12	100,4±4,5	110,2±6,2	0,041	0,021
15	98,1±1,2	112,1±4,5	0,022	0,015
Серцевий викид (л/хв)				
10	5,2±0,2	6,0±0,5	0,064*	0,046
12	5,8±0,4	6,3±0,3	0,034	0,025
15	6,1±0,8	6,5±0,5	0,012	0,011
Респіраторний тиск (мм вод ст)				
10	12,3±1,3	13,5±2,1	0,031	0,032
12	16,7±2,2	17,2±2,3	0,023	0,016
15	18,3±1,4	18,9±3,5	0,076*	0,063

Примітка: * відмінність статистично недостовірна.

Таблиця 7

Кардіоваскулярна та респіраторна функція під впливом аргонперитонеуму (M±m)

Тиск газу (мм рт ст)	ЖКХ	ЖКХ + ГХ	p (3-4)	p (2-4)
	3	4		
Середній артеріальний тиск (мм рт ст)				
10	95,4±2,1	98,2±2,5	0,022	0,034
12	96,5±5,4	97,4±3,4	0,034	0,037
15	98,1±3,3	100,1±2,4	0,023	0,014
Частота серцевих скорочень (1/хв)				
10	85,2±5,5	98,4±1,3	0,012	0,066*
12	92,1±6,4	95,2±2,2	0,022	0,011
15	94,3±5,6	10,5±4,1	0,066*	0,016
Серцевий викид (л/хв)				
10	5,1±0,1	6,2±1,4	0,016	0,035
12	5,3±0,2	6,5±0,1	0,014	0,033
15	6,5±0,5	6,3±1,5	0,022	0,018
Респіраторний тиск (мм вод ст)				
10	11,2±1,1	16,3±1,5	0,014	0,022
12	14,3±6,1	17,3±3,2	0,032	0,031
15	16,1±2,1	18,5±1,6	0,016	0,043

Примітка: * відмінність статистично недостовірна.

Отримані результати підтверджують очікувану відмінність у показниках кардіореспіраторних функцій між хворими на гострий холецистит та ЖКХ без явищ запалення. Під впливом пневмоперитонеуму зростає частота серцевих скорочень та середній артеріальний тиск, знижується серцевий викид. Показник респіраторного тиску більше залежить від інтраабдомінального тиску та, імовірно, конституції пацієнта, ніж від наявності запального синдрому.

Наші результати підтверджують точку зору G. Utano et al (2021) [7] про те, що застосування пневмоперитонеуму здійснює істотний вплив на гемодинамічні та респіраторні функції, однак, ці ефекти є різними залежно від типу газу. Так респіраторний тиск при CO₂-пневмоперитонеумі та при аргонперитонеумі зростає до 170 % та до 130 % відповідно. Серцевий викид під впливом пневмоперитонеуму знижується

незначно, але ця зміна також залежить від типу газу. Аргонна інсуфляція має менший негативний вплив на кардіоваскулярну систему. Зокрема показники середнього артеріального тиску та частоти серцевих скорочень зростають, а показник серцевого викиду зменшується меншою мірою в порівнянні з застосуванням вуглекислого газу. Незалежно від типу газу, значний вплив на кардіоваскулярну та респіраторну систему має тиск у черевній порожнині. Особливо значний вплив на кардіоваскулярну та респіраторну функцію здійснює поєднання високого інтраабдомінального тиску з піднятим головним кінцем операційного стола, що практикується при проведенні холецистектомії. Проведення операції на зниженому тиску дозволяє зменшити відхилення практично всіх показників. Однак у складних ситуаціях та при значному індексі маси тіла, а також при гострому холециститі існує

практична необхідність проводити операцію з максимальним показником абдомінального тиску – до 15 мм рт.ст. Застосування при цьому аргону як робочого газу дозволяє знизити відхилення кардіоваскулярних показників, а також показників карбоксемії.

Висновки:

1. Кардіоваскулярна та респіраторна системи під впливом пневмоперитонеуму адаптуються, забезпечуючи компенсацію негативних ефектів механічного та резорбтивно-метаболического характеру.

2. Величина та напрямок динамічних відхилень показників серцево-судинної та респіраторної систем залежить від поєднання кількох негативних факторів, зокрема: запального синдрому, підвищення інтраабдомінального тиску, підвищеного положення головного кінця операційного стола та резорбтивної і метаболическої гіперкапнії.

3. Компенсаторно-адаптивні можливості серцево-судинної та респіраторної систем зростають при зниженні інтраабдомінального тиску.

4. Застосування аргону як робочого газу для інсуфляції у черевну порожнину при лапароскопії зменшує негативний вплив пневмоперитонеуму на стан серцево-судинної та респіраторної систем, забезпечуючи більший резерв гомеостатичних та буферних систем організму.

References:

1. Halimochuk VV. Hemodynamichni zminy pry laparoskopichnyh operatsiiah v hinekolohii. Ukrainyskiy medychnyi chasopys. 2019; 3(131):21-2. DOI: 10.32471/umj.1680-3051.131.157727
2. Kaloo P, Armstrong S, Kaloo C, Jordan V. Interventions to reduce shoulder pain following gynaecological laparoscopic procedures. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2019; January, 30; 1(1):CD011101. DOI: 10.1002/14651858.CD011101.pub2
3. Apoorv G, Shalabh G, Tripta S, Prakhar G. Comparative Analysis of Hemodynamic Changes and Shoulder Tip Pain Under Standard Pressure Versus Low-pressure Pneumoperitoneum in Laparoscopic Cholecystectomy. Euroasian J Hepatogastroenterol. 2019; Jan-Jun, 9(1):5-8. DOI: 10.5005/jp-journals-10018-1287
4. Tsarenko SV, Vakhnitskaia VV, Belova NV, Davydova LA. Kapnometriia i kapnografiia: «izgoi» reanimatsionnogo monitoringa. CardioMedSystem [Internet]. 2018; Jan, [cited 2021 Nov 27]. Available from: https://www.cardiosystem.ru/statji/82827092_kapnometriya-i-kapnografiya/.
5. Atkinson TM, Giraud GD, Togioka BM, Jones DB, Cigarroa JE. Cardiovascular and Ventilatory Consequences of Laparoscopic Surgery. Circulation. 2017; Feb; 135(7):700-10. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023262.
6. Tianwu Yu, Yao Cheng, Xiaomei Wang, Bing Tu, Nansheng Cheng, Jianping Gong, et al. Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2017; Jun; 6(6):CD009569. DOI: 10.1002/14651858.CD009569.pub3.

7. Umamo G, Delehaye G, Noviello C, Papparella A. The “Dark Side” of Pneumoperitoneum and Laparoscopy. Minim Invasive Surg. 2021; May, 1(1):CD5564745. DOI: 10.1155/2021/5564745.
8. Ahmad G, Baker J, Finnerty J, Phillips K, Watson A. Laparoscopic entry techniques. Cochrane Database Syst Rev. 2019; Jan, 1(1):CD006583. DOI: 10.1002/14651858.CD006583.pub5.
9. Zhang WP, Zhu SM. 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; Mar, 54(1):1-5. DOI: 10.1016/j.aat.2015.11.001

УДК 616.381-072.1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИКИ КАРДИОВАСКУЛЯРНЫХ И РЕСПИРАТОРНЫХ ЭФФЕКТОВ ПНЕВМОПЕРИТОНЕУМА НА ОСНОВЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И АРГОНА ПРИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИИ

О.Л. Ткачук, Р.Л. Парахоняк, С.В. Мельник,
О.О. Ткачук-Григорчук

Ивано-Франковский национальный медицинский университет, кафедра хирургии последипломного образования, г. Ивано-Франковск, Украина, ORCID ID: 0000-0002-9216-4605, ORCID ID: 0000-0002-3230-9331, ORCID ID: 0000-0002-7973-7085, ORCID ID: 0000-0003-2066-1845, e-mail: rostykpar@gmail.com

Резюме. Пневмоперитонеум – один из важнейших компонентов оперативных лапароскопических вмешательств, оказывающий определенное негативное влияние на газовый обмен и напряжение буферных систем крови. Одной из приоритетных задач лапароскопических технологий является минимизация влияния на респираторную и сердечно-сосудистую системы, динамику метаболизма и компенсаторные возможности гомеостаза.

Цель. Сравнить влияние карбоксиперитонеума и аргоноперитонеума на динамику гиперкапнии, оценить изменения кардиоваскулярных и респираторных параметров у больных, которым проводится лапароскопическая холецистэктомия.

Материалы и способы. Сформированы 4 исследуемые группы больных по нозологии и по виду пневмоперитонеума. Проводили интраоперационную капнометрию, определение среднего артериального давления, частоты сердечных сокращений и сердечного выброса.

Результаты. Подтверждено различие в показателях кардиореспираторных функций между больными острым холециститом и ЖКБ без явлений воспаления. Под влиянием пневмоперитонеума возрастает

частота сердечных сокращений и среднее артериальное давление, снижается сердечный выброс. Показатель респираторного давления больше зависит от интраабдоминального давления и предположительно конституции пациента, чем от воспалительного синдрома.

Выводы. Кардиоваскулярная и респираторная системы под влиянием пневмоперитонеума адаптируются, обеспечивая компенсацию негативных эффектов. Компенсаторно-адаптивные возможности организма возрастают при понижении интраабдоминального давления. Применение аргона в качестве рабочего газа для инсуффляции в брюшную полость при лапароскопии уменьшает негативное влияние пневмоперитонеума на сердечно-сосудистую и респираторную системы, обеспечивая большой резерв гомеостатических и буферных систем организма.

Ключевые слова: лапароскопическая холецистэктомия, аргон, углекислый газ, искусственный пневмоперитонеум.

UDC 616.381-072.1

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE DYNAMICS OF CARDIOVASCULAR AND RESPIRATORY EFFECTS OF PNEUMOPERITONEUM BASED ON CARBON DIOXIDE AND ARGON IN LAPAROSCOPIC CHOLECYSTECTOMY

O.L. Tkachuk, R.L. Parakhoniak, S.V. Melnyk,
O.O. Tkachuk-Hryhorchuk

*Ivano-Frankivsk national medical university,
Department of Surgery postgraduate education,
Ivano-Frankivsk, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-9216-4605,
ORCID ID: 0000-0002-3230-9331,
ORCID ID: 0000-0002-7973-7085,
ORCID ID: 0000-0003-2066-1845,
e-mail: rostykpar@gmail.com*

Abstract. Pneumoperitoneum is one of the most critical components of laparoscopic surgery, which has a negative effect on gas exchange and stress to circulatory buffering system. One of the top priorities of laparoscopic technologies is to minimize the impact on the respiratory and cardiovascular systems, metabolic dynamics and compensatory abilities of homeostasis.

The main goal of this research work is to compare the effects of carboxyperitoneum and argonoperitoneum on the intraoperative dynamics of CO₂ concentration as well as cardiovascular and respiratory characteristics in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy for various forms of cholelithiasis.

Materials and methods. Four experimental groups involved patients based on their nosological form

of cholelithiasis and the gas used to induce pneumoperitoneum. All patients underwent laparoscopic cholecystectomy by means of standard procedure. Either medical carbon dioxide or medical argon was used to induce pneumoperitoneum. Intraoperative monitoring of blood carbon dioxide levels PaCO₂ was performed by taking venous blood every 15 minutes. Capnometry was performed by means of mainstream analysis using "BIOMED" BM1000C modular patient monitor by recording the discrete values of PetCO₂ every 15 minutes, as well as by analyzing photocopies of capnography curves every 15 minutes.

Intraoperative echocardiography was performed to identify the mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR) and cardiac output (CO) in order to assess the effects of different types of pneumoperitoneum on the cardiovascular system.

Results. The obtained data confirm the expected difference in the indices of cardiorespiratory functions between patients with acute cholecystitis and cholelithiasis without signs of inflammation. The investigation revealed that under the influence of pneumoperitoneum, heart rate and mean arterial pressure increase, while the cardiac output decreases. The respiratory pressure marker depends more on the intra-abdominal pressure and presumably the patient's body type than on the presence of inflammatory syndrome. Argon insufflation has a slight negative impact on the cardiovascular system. Particularly, the mean arterial pressure and heart rate increase, while the cardiac output marker is less decreased as compared to the use of carbon dioxide. Abdominal pressure has a significant effect on the cardiovascular and respiratory systems regardless of the used type of gas. The combination of high intra-abdominal pressure with the elevated head end of the operating table, which is a common practise during cholecystectomy, has especially great influence on cardiovascular and respiratory functions. Operation which is carried out at decreased pressure allows reducing the deviations of practically all indices.

Conclusions. Thus, the cardiovascular and respiratory systems adapt under the influence of pneumoperitoneum, providing compensation for the negative effects of mechanical and resorptive-metabolic character. Compensatory-adaptive abilities of the cardiovascular and respiratory systems increase with the decrease of intra-abdominal pressure. The use of argon as a working gas for insufflation into the abdominal cavity during laparoscopy reduces the negative impact of pneumoperitoneum on the cardiovascular and respiratory systems, providing a greater reserve of homeostatic and buffer systems of the body.

Keywords: laparoscopic cholecystectomy, argon, carbon dioxide, artificial pneumoperitoneum.

Стаття надійшла в редакцію 29.11.2021 р.
Стаття прийнята до друку 13.12. 2021 р.