

Вплив інтраабдомінального тиску на функцію газообміну в дітей під час лапароскопічних оперативних втручань



**В.Р. Міщук¹, А.С. Кузик¹,
А.О. Дворакевич²**

¹ Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

² Львівська обласна дитяча клінічна лікарня «Охматдит»

Мета роботи — дослідити зміни механіки дихання (МД) залежно від величини внутрішньочеревного тиску в дітей під час лапароскопічних операцій; порівняти вплив режимів штучної вентиляції легень (ШВЛ), керованої за тиском (PCV) і за об'ємом (VCV), на МД за умов карбоксиперитонеуму.

Матеріали та методи. Обстежено 32 дітей віком 1—15 років, яким виконано оперативні втручання з використанням лапароскопічної техніки. Залежно від стартового режиму ШВЛ усіх пацієнтів розділено на дві групи: I група — 19 хворих, яким ШВЛ проводили вентиляцією, контрольованою за PCV, II група — 14 дітей, яких вентильовали з контролем за VCV. Визначення показників легеневої механіки проводили до накладання карбоксиперитонеуму (вихідні дані) та після нагнітання газу в черевну порожнину при таких значеннях інтраабдомінального тиску (ІАТ): 6 мм рт. ст., 8 мм рт. ст., 10 мм рт. ст., 12 мм рт. ст., ≥ 14 мм рт. ст.

Результати та обговорення. Підвищення ІАТ внаслідок карбоксиперитонеуму негативно впливало на МД. Зміни МД мали рестриктивний характер в обох групах. У пацієнтів, що вентильовались у режимі PCV, помічено зниження дихального об'єму, хвилинного об'єму видиху, а також динамічного комплаєнсу легень (C_{dup}), що впливало на газообмін при значеннях ІАТ ≥ 12 мм рт. ст.

У пацієнтів, яким ШВЛ проводили в режимі VCV, зареєстровано зростання пікового інспіраторного тиску, середнього тиску в дихальних шляхах, зниження C_{dup} у відповідь на збільшення ІАТ. Суттєве збільшення концентрації вуглекислого газу під час видиху зареєстровано при ІАТ ≥ 12 мм рт. ст.

Висновки. Накладання карбоксиперитонеуму супроводжується зростанням інтраабдомінального тиску і порушенням механіки дихання за рестриктивним типом. Інтраабдомінальний тиск у межах 8—12 мм рт. ст. дає змогу проводити лапароскопічні втручання без суттєвого порушення газообміну в дітей віком старше 1 року.

Ключові слова: пневмоперитонеум, легенева механіка.

Лапароскопія стрімко набуває поширення серед дитячих хірургів. Це зумовлено малою травматичністю втручань, широкими можливостями діагностики і визначення подальшої тактики хірургічного лікування, зменшенням ризику спайкової хвороби, добрими косметичними результатами [1]. Знижується вартість лікування внаслідок ско-

Стаття надійшла до редакції 24 квітня 2013 р.

Міщук Володимир Ростиславович, к. мед. н., асист. кафедри анестезіології та інтенсивної терапії, лікар-анестезіолог
79008, м. Львів, вул. Лисенка, 31. E-mail: mishchuk@rambler.ru

рочення термінів госпіталізації, зменшення потреби в післяопераційній анальгезії тощо.

Проте у зв'язку з впровадженням цього методу лікування перед анестезіологом, зокрема дитячим, постає низка специфічних проблем, пов'язаних із підтриманням вітальних функцій організму під час хірургічного втручання [2].

Відомо, що газ, уведений у черевну порожнину (ЧП), рівномірно збільшує в ній тиск. Результат цього — компресія нижньої порожнистої вени та аорти. Зокрема, при інтраабдомінальному тиску (ІАТ) 14 мм рт. ст. у дорослих стиснення нижньої порожнистої вени зумовлює зниження венозного притоку до серця на 20 %. У прямій залежності від ІАТ знаходиться і нирковий кровообіг. При ІАТ 20—25 мм рт. ст., котрий підтримується у дорослих під час гінекологічних втручань, зниження ренального кровообігу, клубочкової фільтрації може призвести до ушкодження ниркової паренхіми. Зміни в артеріальній системі характеризуються збільшенням периферичного судинного опору внаслідок стиснення артеріальних судин ЧП, активування вазоактивних субстанцій (системи ренін-ангіотензин), що зумовлено редуцією ниркового кровообігу. Внаслідок цього серце працює в умовах збільшеного пост- і зменшеного переднавантаження. Основний компенсаторний механізм збільшення серцевого викиду — розвиток тахікардії [3].

У дітей коливання гемодинаміки залежать не лише від величини ІАТ, а й від віку. S.G. Sakka і співавт. виконали трансезофагальну ехокардіографію та оцінку гемодинаміки під час лапароскопічних герніотомій у маленьких дітей на двох різних рівнях ІАТ — 6 і 12 мм рт. ст. Виявлено, що після збільшення ІАТ ≥ 12 мм рт. ст. серцевий індекс (СІ) значно зменшився. Подальше зменшення ІАТ до 6 мм рт. ст. призводило до повернення значень СІ на початковий рівень [7].

Не менш значущий вплив високого ІАТ на функцію респіраторного апарату. Це пояснюється високим розташуванням діафрагми, обмеженням її рухливості. Внаслідок цього знижується легеневий комплаєнс, виникають макро- і мікроателектази ділянок легень, зменшується функціональна залишкова ємність легень, прогресують вентиляційно-перфузійні порушення, збільшується легенево-шунтування, гіпоксемія, розвиваються гіповентиляція, гіперкапнія і дихальний ацидоз. Розвиток гіперкапнії пояснюється не тільки змінами газообміну в легенях внаслідок високого ІАТ, а й швидкістю адсорбції CO_2 із ЧП. Не можна забувати, що площа всмоктування поверхні черевної стінки по відношенню до маси тіла у дітей у 2 рази більша, ніж у дорослих. За даними літератури, у дорослих гіперкапнія і респіраторний ацидоз розвиваються не раніше ніж через 15 хв після інсуфляції CO_2 в ЧП, тоді як у дітей схожі зміни виникають практично відразу після накладання пневмоперитонеуму [4].

Слід зауважити, що в сучасній медичній літературі достатньо широко розкриті питання анесте-

зіологічного забезпечення у дорослих при лапароскопічних операціях. Стосовно дітей ці питання висвітлено недостатньо, зокрема не з'ясовані безпечні рівні ІАТ та його вплив на гемодинаміку і дихання у різних вікових групах.

Мета роботи — дослідити зміни механіки дихання (МД) залежно від величини внутрішньочеревного тиску в дітей під час лапароскопічних операцій; порівняти вплив режимів штучної вентиляції легень (ШВЛ), керованої за тиском (PCV) і за об'ємом (VCV), на МД за умов карбоксиперитонеуму.

Матеріали та методи

Обстежено 32 дітей віком 1—15 років, яким виконано оперативні втручання з використанням лапароскопічної техніки. У дослідження не ввійшли діти з хронічними захворюваннями дихальної та серцево-судинної систем. Лапароскопічні операції виконувалися з приводу нозологій: пахвинна грижа — 18 випадків, гострий апендицит — 5, злукова кишкова непрохідність — 3, варикоцеле — 6. За шкалою ASA хворих оцінено таким чином: ASA I — 26 пацієнтів, ASA II — 6 хворих.

Анестезіологічне забезпечення усім дітям здійснювали методом комбінованого внутрішньовенного наркозу з міоплегією та інтубацією трахеї. ШВЛ та моніторинг МД проводили наркозними станціями Leon-8 (Німеччина) та Neptune-24 (Бельгія).

Залежно від стартового режиму ШВЛ усіх пацієнтів розділено на дві групи: I група — 19 хворих, яким ШВЛ проводили вентиляцією, контрольованою за PCV, II група — 14 дітей, яких вентилювали з контролем за VCV. В обох групах дихальний об'єм (ДО) та хвилинний об'єм вентиляції (ХОВ) були в межах 6—7 мл/кг і 150—200 мл/кг/хв для досягнення стартового etCO_2 в межах 30—35 мм рт. ст. Співвідношення фаз вдиху і видиху — 1/1,5, а FiO_2 — 60 %. Газообмінна функція легень визначалась монітором GE Datex-Ohmeda Cardiacap-5 (США). У пацієнтів обох груп реєстрували значення пікового інспіраторного тиску (PIP), середнього тиску в дихальних шляхах (P_{mean}), ДО, ХОВ, динамічного комплаєнсу легень (C_{dyn}), а також значення сатурації (SaO_2) і etCO_2 залежно від величини ІАТ. ІАТ моніторили за допомогою манометра лапароскопічного обладнання. Визначення показників легеневої механіки проводили до накладання карбоксиперитонеуму (вихідні дані) та після нагнітання газу в ЧП при таких значеннях ІАТ: 6 мм рт. ст., 8 мм рт. ст., 10 мм рт. ст., 12 мм рт. ст., ≥ 14 мм рт. ст. У подальшому проводили корекцію параметрів вентиляції для досягнення задовільної хвилинної вентиляції легень, оксигенації і нормокапнії.

Результати та обговорення

Отримані дані свідчать про те, що підвищення ІАТ внаслідок карбоксиперитонеуму негативно впливає на МД, які мали рестриктивний характер

■ Таблиця 1

Динаміка показників легеневої механіки та газообміну залежно від величини ІАТ у пацієнтів, яким проводили ШВЛ у режимі PCV

ІАТ	PIP, см H ₂ O	Pmean, см H ₂ O	ДО, мл/кг	ХОВ, мл/кг/хв	Cdyn, мл/см H ₂ O	SaO ₂ , %	etCO ₂ , ммHg
Вихідні дані	16,5 ± 2,5	8,2 ± 1,7	7,1 ± 2,5	187,3 ± 22,2	32,7 ± 6,9	99,1 ± 7,7	33,2 ± 4,4
6 мм рт. ст.	16,5 ± 2,5	8,3 ± 1,7	6,4 ± 1,8	165,1 ± 18,9	27,4 ± 5,7	99,1 ± 7,7	33,7 ± 4,6
8 мм рт. ст.	16,5 ± 2,5	10,7 ± 2,1	5,5 ± 1,5	160,2 ± 18,3	24,9 ± 5,2	98,5 ± 7,6	35,2 ± 5,2
10 мм рт. ст.	16,5 ± 2,5	11,2 ± 2,3	4,1 ± 1,1	144,5 ± 16,5	21,6 ± 4,8	98,4 ± 7,6	39,3 ± 6,3
12 мм рт. ст.	16,5 ± 2,5	11,2 ± 2,3	3,8 ± 0,9	128,2 ± 15,2*	19,5 ± 4,4	98,4 ± 7,6	42,5 ± 6,7
14 мм рт. ст.	16,5 ± 2,5	11,5 ± 2,5	3,6 ± 0,8	111,6 ± 13,5*	17,2 ± 3,5*	98,0 ± 7,5	47,2 ± 7,4

Примітка. *p < 0,05 (статистична значущість відносно вихідних даних).

■ Таблиця 2

Динаміка показників легеневої механіки та газообміну залежно від величини ІАТ у пацієнтів, яким проводили ШВЛ у режимі VCV

ІАТ	PIP, см H ₂ O	Pmean, см H ₂ O	ДО, мл/кг	ХОВ, мл/кг/хв	Cdyn, мл/см H ₂ O	SaO ₂ , %	etCO ₂ , ммHg
Вихідні дані	16,1 ± 2,4	8,2 ± 1,4	7,6 ± 1,6	180,5 ± 14,2	33,3 ± 7,5	98,7 ± 7,6	33,6 ± 4,9
6 мм рт. ст.	17,2 ± 2,8	9,0 ± 1,6	7,5 ± 1,5	180,5 ± 14,2	30,4 ± 5,1	98,7 ± 7,6	35,2 ± 5,1
8 мм рт. ст.	18,4 ± 3,2	9,8 ± 2,2	7,3 ± 1,5	175,2 ± 14,1	25,6 ± 4,4	98,6 ± 7,6	38,1 ± 5,8
10 мм рт. ст.	18,9 ± 3,6	10,6 ± 2,4	7,1 ± 1,4	175,2 ± 14,1	22,3 ± 3,2	98,6 ± 7,6	38,8 ± 6,1
12 мм рт. ст.	21,1 ± 4,1	11,6 ± 3,8	7,1 ± 1,4	172,2 ± 13,4	20,3 ± 2,8	98,5 ± 7,6	42,7 ± 6,6
14 мм рт. ст.	23,6 ± 4,5	12,9 ± 4,2	7,0 ± 1,2	168 ± 12,7	17,6 ± 2,3*	98,2 ± 7,5	45,3 ± 7,1

Примітка. *p < 0,05 (статистична значущість відносно вихідних даних).

в обох групах. У пацієнтів, що вентильовались у режимі PCV, помічали зниження ДО, ХОВ, Cdyn, що впливало на газообмін при значеннях ІАТ ≥ 12 мм рт. ст. (табл. 1).

У пацієнтів I групи оперативні втручання виконували при величині ІАТ 8–12 мм рт. ст. Корекцію параметрів вентиляції проводили шляхом поетапного збільшення PIP до досягнення ДО 6–7 мл/кг та частоти дихання до досягнення нормакапнії. ХОВ збільшували на (34,8 ± 11,6) (18,6 %) мл/кг/хв. Максимальні значення PIP — (20,0 ± 2,4) см H₂O.

У пацієнтів II групи, яким ШВЛ проводили в режимі VCV, зареєстровано зростання PIP, Pmean, зниження Cdyn у відповідь на збільшення ІАТ. Суттєве збільшення etCO₂ зафіксовано при ІАТ ≥ 12 мм рт. ст. (табл. 2).

У пацієнтів II групи оперативні втручання проводили при величині ІАТ 8–12 мм рт. ст. Корекцію параметрів вентиляції проводили шляхом збільшення частоти дихання для досягнення нормакапнії. Нормакапнія досягалась збільшенням хвилинної вентиляції на (38,1 ± 12,2) (24,4 %) мл/кг/хв. Забезпечення задовільного ДО (6–7 мл/кг) досягалось більшим PIP (23,6 ± 4,5 см H₂O) порівняно з хворими, які вентильовались за PCV.

Проаналізувавши отримані дані щодо впливу ІАТ на МД в дітей, ми дійшли висновку, що на відміну від дорослих порушення вентиляції та газообміну в дітей виникають при менших значеннях ІАТ і статистично значущі при ІАТ ≥

≥ 14 мм рт. ст. Для проведення адекватного анестезіологічного захисту за умов пневмоперитонеуму необхідний розгорнутий моніторинг дихальної механіки, капнографія, а також узгоджені дії анестезіолога і хірургічної бригади з метою підтримання безпечних значень ІАТ. Досвід показує, що у дітей лапароскопічні хірургічні втручання можуть бути проведені ефективно при ІАТ 8–12 мм рт. ст., що мінімізує негативний вплив високого внутрішньочеревного тиску на газообмін і гемодинаміку.

Висновки

Накладання карбоксиперитонеуму супроводжується зростанням інтраабдомінального тиску і порушенням механіки дихання за рестриктивним типом.

Інтраабдомінальний тиск у межах 8–12 мм рт. ст. дає змогу проводити лапароскопічні втручання без суттєвого порушення газообміну в дітей віком старше 1 року. Підвищення інтраабдомінального тиску >12 мм рт. ст. супроводжувалося значним зниженням динамічного комплаєнсу легень і зростанням концентрації вуглекислого газу.

Корекція показників легеневої механіки в режимі штучної вентиляції легень, контрольованої за тиском, дає змогу досягнути адекватного дихального об'єму та хвилинного об'єму видиху при менших показниках пікового інспіраторного тиску і середнього тиску в дихальних шляхах, ніж у режимі вентиляції, керованої за об'ємом.

Література

1. Дронов А.Ф., Холостова В.В. Лапароскопия в диагностике у новорожденных и грудных детей и их лечении // Эндоскопическая хирургия.— 2004.— № 6.— С. 50—57.
2. Кажарская Е.Ю., Михельсон В.А., Гераськин А.В. Лапароскопические вмешательства у детей. Взгляд анестезиолога // Анестезиология и реаниматология.— 2009.— № 1.— С. 12—14.
3. Оболенский С.В., Лебединский К.М., Шавель А.Г. и др. Анестезиологическое обеспечение эндовидеохирургических операций // Видеозендоскопические вмешательства в органах живота, груди и забрюшинного пространства.— СПб, 2002.— С. 25—48.
4. Ahmed A. Laparoscopic surgery in children— anaesthetic considerations // J. Pak. Med. Assoc.— 2006.— Vol. 56.— P. 75—79.
5. Hazebroek E.J., Haitsma J.J., Lachmann B., Bonjer H.J. Mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure preserves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum // Surg. Endosc.— 2002.— Vol. 16.—P. 685—689.
6. Rauh R., Rist M., Jacobi K.E. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on respiratory system compliance // J. Clin. Anesth.— 2001.— Vol. 13.— P. 361—365.
7. Sakka S.G., Huettemann E., Petrat G. et al. Transoesophageal echocardiographic assessment of haemodynamic changes during laparoscopic herniorrhaphy in small children // British. J. Anaesth.— 2000.— Vol. 84.— P. 330—334.
8. Schramm P., Engelhard K., Scherhag A. et al. High-intensity transient signals during laparoscopic surgery in children // Br. J. Anaesth.— 2010.— Vol. 104.— P. 224—227.

Влияние интраабдоминального давления на функцию газообмена у детей во время лапароскопических оперативных вмешательств

В.Р. Мищук¹, А.С. Кузик¹, А.О. Дворакевич²

¹Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого

²Львовская областная детская клиническая больница «Охматдет»

Цели исследования — изучить изменения механики дыхания (МД) у детей в зависимости от величины интраабдоминального давления (ИАД) во время лапароскопических операций; сравнить влияние режимов искусственной вентиляции легких (ИВЛ), контролируемой по давлению (PCV) и по объему (VCV), на МД в условиях карбоксиперитонеума.

Материалы и методы. Обследовано 32 детей возрастом 1—5 лет, которым проведены операции с использованием лапароскопической техники. В зависимости от стартового режима ИВЛ все пациенты разделены на две группы: I группа — 19 больных, которым ИВЛ проводили с контролем по PCV, II группа — 14 детей, которых вентилировали с контролем по VCV. Определение показателей легочной механики проводили до использования карбоксиперитонеума (исходные данные) и после нагнетания газа в брюшную полость при таких значениях ИАД: 6 мм рт. ст., 8 мм рт. ст., 10 мм рт. ст., 12 мм рт. ст., ≥ 14 мм рт. ст.

Результаты и обсуждение. Повышение ИАД вследствие карбоксиперитонеума негативно влияло на МД. Изменения МД имели рестриктивный характер в обеих группах. У пациентов, которые вентилировались в режиме PCV, было снижение дыхательного объема, минутного объема выдоха, а также динамического легочного комплаенса (C_{dyn}), что влияло на газообмен при значениях ИАД ≥ 12 мм рт. ст.

У пациентов, которым ИВЛ проводилась в режиме VCV, было зарегистрировано повышение пикового инспираторного давления, среднего давления в дыхательных путях, снижение C_{dyn} в ответ на повышение ИАД. Существенное увеличение концентрации двуоксида углерода в конце выдоха замечено при ИАД ≥ 12 мм рт. ст.

Выводы. Наложение карбоксиперитонеума сопровождается увеличением интраабдоминального давления и нарушением механики дыхания по рестриктивному типу. ИАД в пределах 8—12 мм рт. ст. разрешает проводить лапароскопические вмешательства без существенного нарушения газообмена у детей старше 1 года.

Ключевые слова: пневмоперитонеум, легочная механика.

Intra-abdominal pressure influence on gas exchange function in children during laparoscopic surgery

V.R. Mishchuk¹, A.S. Kuzik¹, A.O. Dvorakevich²

¹Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine

²Lviv Regional Children's Clinical Hospital «Okhmatdet», Ukraine

The aim was to study the respiration mechanics (RM) changes in children depending on the intra-abdominal pressure (IAP) values during laparoscopic procedures; to compare the artificial lung ventilation (ALV) regimens effects (Pressure Controlled (PCV) and Volume Controlled (VCV) ventilation) on the RM in carboxyperitoneum conditions (CP).

Materials and methods. 32 children aged 1—5 years who underwent laparoscopic surgery were studied. All patients were divided into two groups depending on the ALV startup mode. The first group included 19 patients who underwent ALV with PCV control. 14 children after ALV using VCV control formed the second group.

Pulmonary mechanics was measured before carboxyperitoneum (CP) application (initial data) and after the abdominal gas filling at the following intra-abdominal pressure (IAP) values: 6 mm Hg, 8 mm Hg, 10 mm Hg, 12 mm Hg, ≥ 14 mm Hg.

Results and discussion. Elevation of intra-abdominal pressure due to carboxyperitoneum conditions had a negative effect on the respiration mechanics. The respiratory mechanics changes had restrictive nature in both groups. The patients, who were receiving pressure controlled ventilation (PCV), showed a decrease total lung capacity (TLC), exhaled minute volume (EMV), and dynamic lung compliance (S_{dyn}), which affected the gas exchange at the following intra-abdominal pressure (IAP) value: ≥ 12 mm Hg.

Patients who were receiving volume controlled ventilation (VCV) showed increase in peak inspiratory pressure (PIP), mean airway pressure (P_{mean}) and decrease in dynamic lung compliance (S_{dyn}) in response to higher intra-abdominal pressure (IAP). A significant increase of exhaled carbon dioxide (etCO₂) concentration was registered at IAP ≥ 12 mm Hg.

Conclusions. Application of carboxyperitoneum (CP) causes increased intra-abdominal pressure and restrictive disorders in respiratory mechanics. Intra-abdominal pressure within 8—12 mm Hg allows performing laparoscopic procedures without significant gas exchange disorders in children older than 1 year.

Key words: pneumoperitoneum, respiratory mechanics.