

УДК: 616.381-008.718-07-053.31:615.816

ОПТИМІЗАЦІЯ ШТУЧНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ  
ЛЕГЕНЬ У НОВОНАРОДЖЕНИХ  
З СИНДРОМОМ ІНТРААБДОМІНАЛЬНОЇ  
ГІПЕРТЕНЗІЇ З УРАХУВАННЯМ  
МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕГЕНЬ

К.Т. Берцун

Вінницький національний  
медичний університет ім. М.І. Пирогова  
(м. Вінниця, Україна)**Резюме:**

**Мета дослідження** – оптимізація штучної вентиляції легень на основі вивчення механічних властивостей легень у новонароджених з вісцеро-абдомінальною диспропорцією та синдромом інтраабдомінальної гіпертензії в периопераційному періоді.

**Матеріали і методи.** У дослідження було включено 57 новонароджених, з них з гастрошизисом – 42 новонароджених (73,7%), з омфалоцеле – 15 (2(5,3%). Всім пацієнтам проводилася інтенсивна терапія, штучна вентиляція легень апаратом «BearCub» в режимах (A/C, SIMV/PSV) з постійним моніторингом показників гемодинаміки, механіки дихання (динамічний комплайнс – С<sub>дуп</sub>, резистентність легень – R<sub>рк</sub>, петлі тиск-об'єм, потік-об'єм з використанням графічного монітору). Внутрішньочеревний тиск вимірювали методом Крона.

**Результати.** Дослідження показало зв'язок між змінами внутрішньочеревого тиску на різних етапах дослідження і змінами респіраторних показників у новонароджених з синдромом інтраабдомінальної гіпертензії. У всіх пацієнтів в доопераційному періоді було відзначено адаптацію респіраторної системи новонародженого. На першу добу першого етапу корекції вісцеро-абдомінальної диспропорції спостерігалось поступове зменшення динамічного комплайнса в обох групах у 3,4 рази, а також відзначалось підвищення резистентності у 2,42 рази зі збільшенням PIP до високих цифр 20-22 см вод. ст. і максимальними змінами показників на графічному моніторі. Повернення показників механічних властивостей легень до відносно нормальних відбувається до кінця 72 годин розтягнення шкірно-м'язевого лоскуту передньої черевної стінки.

**Висновок.** Підвищення внутрішньочеревого тиску до високих цифр призводить до змін механіки дихання і є досить інформативним критерієм для корекції параметрів вентиляції. Крім того, виражене периопераційне підвищення ВЧТ (більше 10-11 мм рт. ст) максимально впливає на механічні властивості легень у новонароджених з вісцеро-абдомінальною диспропорцією.

**Ключові слова:** вісцеро-абдомінальна диспропорція, внутрішньочеревний тиск, комплайнс, механіка дихання, резистентність.

**Вступ**

Однією з найбільш складних і досі ще не вирішених проблем раннього післяопераційного періоду у хірургічній практиці новонароджених з гастрошизисом і омфалоцеле є гостра дихальна недостатність. Однією з основних причин зміни механічних властивостей легень в хірургії новонароджених з вісцеро-абдомінальною диспропорцією є підвищення внутрішньочеревого тиску (ВЧТ) на різних етапах корекції диспропорції. Підвищення внутрішньочеревого тиску в післяопераційному періоді призводить до підняття рівня діафрагми, зменшення дихального об'єму і збільшення опору, що, в свою чергу, призводить до розвитку гострої дихальної недостатності [1, 2]. Слід зазначити, що підвищення внутрішньочеревого тиску може призвести до розвитку так званого «компартмент – синдрому», що погіршує післяопераційний стан пацієнта [3,4]. До теперішнього часу не розроблені чіткі критерії ураження легень та зміни механіки дихання (комплайнсу, резистентності легень) у новонароджених в умовах корекції дефектів передньої черевної стінки, на підставі яких можна було б оптимізувати параметри респіраторної підтримки [5]. Однією з основних вимог до сучасної респіраторної терапії новонароджених з вісцеро-абдомінальною диспропорцією є поліпшення газообміну без пригнічення дихальної активності пацієнта, що особливо важливо на всіх етапах

усунення вісцеро-абдомінальної диспропорції.

**Мета дослідження** – оптимізація штучної вентиляції легень на підставі вивчення механічних властивостей легень у новонароджених з вісцеро-абдомінальною диспропорцією в периопераційному періоді.

**Матеріали і методи**

Дослідження проведено на базі Вінницької обласної дитячої лікарні відділення анестезіології та інтенсивної терапії новонароджених в період з 1995 по 2015 рр. У дослідження було включено 57 новонароджених, з них з гастрошизисом – 42 новонароджених (73,7%). з омфалоцеле – 15 (26,3%). Хлопчиків серед цих пацієнтів було 27 (47,4%), дівчаток – 30(52,6%). Корекцію вісцеро-абдомінальної диспропорції при гастрошизисі або омфалоцеле проводили методом багатовекторного поступового розтягування всіх шарів передньої черевної стінки з поетапним закриттям дефекту передньої черевної стінки пошаровим фасціальним клаптом без формування вентральної грижі.

Дослідження проводилося шляхом наступних етапів корекції вісцеро-абдомінальної диспропорції: 1-й етап - доопераційний період, 2-й етап – момент операції, 3-й – перші 24 години після операції, 4-й етап – 72 години після операції, 5-й - повне закриття дефекту. Розподіл новонароджених з гастрошизисом і омфалоцеле залежно від перинатальних показників відображено в табл. 1.

Таблиця 1

## Перинатальні показники новонароджених з вродженим дефектом передньої черевної стінки (M±m)

Характер патології	Оцінка по шкалі Апгар на 1 хв. (бали)	Термін гестації (тижні)	Маса тіла при народженні (грами)
Гастрошизис	7,86±0,40	34,86±0,86	2490±43,15
Омфалоцеле	7,67±0,42	35,17±0,31	2441,67±37,45

Середній час до повного закриття дефекту склав 4,5±1,4 доби. Передопераційну підготовку проводили в середньому 14,8±7,5 годин у пацієнтів з гастрошизисом і 13,5 ± 9,9 годин у новонароджених з омфалоцеле. Всім пацієнтам проводилася інфузійна та антибактеріальна терапія. Середній інтраопераційний об'єм інфузії складав 23,4±10,0 мл/кг/год. Для анестезіологічного забезпечення використовували натрію оксибутират 20% у дозі 100-150 мг/кг і фентаніл 0,005% – 20 мкг/кг на годину. Середній час оперативного втручання склав 3,2±1,0 годин. Всім новонародженим проводилася штучна вентиляція легенів апаратом «BearCub» в режимах вентиляції (A/C, SIMV/PSV) з наступними параметрами вентиляції: дихальний об'єм - 4-6 мл/кг, позитивний тиск в кінці видиху (PEEP) - не менше 3-5 см вод. ст., тиск на вдиху (PIP) коливався в діапазоні від 12-22 см вод. ст. і безпосередньо залежав від вираженості вісцеро-абдомінальної диспропорції та підвищення рівня ВЧТ; частота дихання в середньому становила 30-35 за хвилину. Необхідність використання високих цифр PIP (20–22см вод. ст.) для проведення штучної вентиляції легень безпосередньо залежала від підвищення ВЧТ (більше 10 мм рт. ст.) – чим вище показники ВЧТ, тим вище цифри PIP, які дозволяли підтримувати адекватну вентиляцію. Штучну вентиляцію легенів проводили з постій-

ним моніторингом показників гемодинаміки, сатурації (SaO<sub>2</sub>), механіки дихання (динамічний комплайнс – C<sub>dyn</sub>, резистентність – R<sub>pk</sub>, петлі тиск-об'єм, потік-об'єм з використанням графічного монітору). Тривалість перебування на ШВЛ становила 8,3±2,4 днів. Внутрішньочеревний тиск вимірювали методом Крона. Для визначення нормальних показників ВЧТ було проведено вимірювання внутрішньочеревного тиску 50-ти доношених і 50-ти недоношених новонароджених без патології черевної порожнини у терміні гестації 32- 40 тижнів (36,2±2,3), середня вага при народженні склала 2136,2± 220,3 г. Отримані показники в даній групі пацієнтів були прийняті як нормальні і склали у доношених – 8,92±0,18 мм рт. ст. і у недоношених – 7,84±0,12 мм рт. ст. відповідно. Дослідження гемодинаміки проводилось за допомогою постійного неінвазивного моніторингу апаратом «Colin, Японія». Статистичний аналіз проводився з використанням стандартних методів біометрії (критерій Стьюдента).

## Результати та обговорення

Обидві групи новонароджених були подібні за статевим диморфізмом, за терміном гестації та середнім віком. Дослідження показали підвищення ВЧТ на перших етапах дослідження (табл. 2).

Слід відзначити чіткий зв'язок між змінами

Таблиця 2

## Рівень внутрішньочеревного тиску (мм.вод.ст) на різних етапах корекції вісцеро-абдомінальної диспропорції у новонароджених (M±m)

Етапи дослідження	Гастрошизис	Омфалоцеле
До операції	8,71±0,29	8,5±0,22
Під час операції	9,71±0,18	8,27±0,21*
24 г п/о	11,00±0,31	9,33±0,31*
48 г п/о	10,14±0,40*	10,33±0,33
72 г п/о	8,57±0,20	8,33±0,21

**Примітка.** \*-p<0,005 в порівнянні з групою контролю (тест Стьюдента)

внутрішньочеревного тиску на різних етапах дослідження і змінами респіраторних показників у

новонароджених (табл. 3).

У всіх пацієнтів в доопераційному періоді про-

Таблиця 3

## Зміни респіраторних показників на різних етапах корекції вісцеро-абдомінальної диспропорції у новонароджених (M±m)

Показник	До операції	Під час операції	24 г п/о періоду	48 г п/о періоду	72 г п/о періоду
Гастрошизис					
C dyn (ml/cm H <sub>2</sub> O)	3,81±0,2	1,12±0,1*	1,38±0,3*	2,23±0,1*	4,01±0,2

## Продовження таблиці 3

C dyn (ml/cm H <sub>2</sub> O)	3,81±0,2	1,12±0,1*	1,38±0,3*	2,23±0,1*	4,01±0,2
C dyn/kg(ml/cm <sup>2</sup> O/kg)	1,06± 0,1	0,87±0,2	0,96±0,1	0,98±0,1	1,04±0,1
C20/C	3,26± 0,1	2,24±0,8*	2,44±0,7*	2,87±1,3*	3,42±0,9
Rpk (cm H <sub>2</sub> O/L/kg)	189,0 ±9,1	401,0±9,0*	280,0±9,1*	202,0±7,4	198,0±8,0
PIP (cm H <sub>2</sub> O)	12,4±1,8	14,6±2,4*	21,2±2,2*	18,6±1,9	14,0±2,0
PEEP (cm H <sub>2</sub> O)	3,0± 0,06	5,2±0,04*	4,9±0,08	5,0±0,08*	2,4±0,08
Омфалоцеле					
C dyn (ml/cm H <sub>2</sub> O)	4,01±0,1	1,26±0,2*	1,48±0,2*	2,34±0,1*	3,99±0,2
C dyn/kg(ml/cm <sup>2</sup> O/kg)	1,12±0,3	0,79±0,4	0,98±0,2	1,08±0,1	1,14±0,3
C20/C	3,64±0,6	2,48±0,8*	2,64±0,6*	2,97±1,4*	3,72±0,9
Rpk (cm H <sub>2</sub> O/L/kg)	204,0±9,6	472,0±9,0*	302,0±9,1*	212,0±8,2	208,0±8,4
PIP (cm H <sub>2</sub> O)0	11,8±2,0	14,0±1,9*	20,0±2,1*	17,4±2,2*	13,3±2,1
PEEP (cm H <sub>2</sub> O)	3,0±0,06	5,0±0,02*	4,8±0,05*	5,1±0,04*	2,8±0,08

**Примітка.** \* $p < 0,005$  в порівнянні з групою контролю (тест Стьюдента)

ведена адаптація респіраторної системи новонародженого з можливим підтриманням її відносно нормальних показників. Це пояснюється низьким або нормальним рівнем ВЧТ відразу після народження (до початку хірургічної корекції) за рахунок знаходження частини органів черевної порожнини за її межами. Параметри вентиляції легень на даному етапі відносно стабільні, а саме: динамічний комплайнс (C<sub>dyn</sub> в допустимих межах – 3,81 мл/см H<sub>2</sub>O (в групі гастрошизиса) і 4,01 мл/см H<sub>2</sub>O (в групі омфалоцеле). Відносна стабільність стану на передопераційному етапі забезпечує можливість збільшення при ШВЛ комплайнсу, хвилинного об'єму вентиляції та зниження резистентності, а також середнього тиску в дихальних шляхах за допомогою використання дихальних об'ємів не більше 5 мл/кг.

На першу добу 1-го етапу корекції вісцеро-абдоминальної диспропорції, коли саме і починається процес занурення евітерованих органів у редуковану черевну порожнину з початком багатовекторного поступового розтягування шарів передньої черевної стінки, ми спостерігали поступове зменшення динамічного комплайнсу в обох групах в 3,4 рази, а також відзначалося зростання резистентності в 2,4 рази зі збільшенням PIP до високих цифр 20-22 см вод. ст. і максимальними змінами показників на графічному екрані.

Дану тенденцію можна пояснити максимальним підвищенням ВЧТ в перші 24 години багатовекторного розтягнення, що виправдовувало використання для підтримки адекватної вентиляції високих значень тиску на вдиху.

Повернення показників механічних властивостей легень до відносно нормальних показників відбувається до кінця 72-х годин розтягнення, коли з'являється можливість закриття дефекту пошаровим фасціальним клаптом без формування вентральної грижі (другий етап). Показники гемодинаміки на всіх етапах дослідження знаходилися в межах стрес-норми, показники SpO<sub>2</sub> були не нижче 95%. Таким чином, наші дослідження у новонароджених з вісцеро-абдоминальною диспропорцією показали підвищення ВЧТ на всіх етапах корекції, особливо в перші 24-48

годин проведення розтягнення. Підвищення ВЧТ у новонароджених істотно впливало на механічні властивості легень, що проявлялося зменшенням їх комплайнсу, підвищенням резистентності в дихальних шляхах і збільшенням внаслідок цього тиску на початку вдиху. Зміну механічних властивостей легень у новонароджених можна пояснити тим, що при зануренні евітерованих органів у редуковану черевну порожнину відзначається підвищення ВЧТ до високих цифр і це може сприяти зміщенню діафрагми вбік грудної порожнини і, внаслідок цього, знижувати об'єм легень під час видиху, підвищувати внутрішньогрудний тиск і здавлювати легеневу паренхіму. Зміна механічних властивостей легень неминуче призводить до підвищення легеневого судинного опору і збільшення невідповідності між вентиляцією і перфузією, що співпадає з даними світової літератури [8-11]. Такі умови функціонування легень у новонароджених з вісцеро-абдоминальною диспропорцією диктують необхідність пошуку нових режимів або стандартів проведення ШВЛ, які забезпечать оптимізацію біомеханіки дихання та адекватну вентиляцію із забезпеченням функціональної стабільності легень і оптимальних легневих об'ємів. Проведення штучної вентиляції легень у режимах контролю за об'ємом (A/C, SIMV/PSV) з постійним дихальним об'ємом в межах 4-6 мл/кг з позитивним тиском в кінці видиху (PEEP) не менше 3-5 см вод. ст. і підвищенням тиску на вдиху (PIP) до високих цифр (20-22 см вод. ст.) протягом 24-48 годин з поступовим зниженням до більш низьких цифр (12 см вод. ст.), дозволяє досягти адекватної вентиляції легень на всіх етапах корекції вісцеро-абдоминальної диспропорції, покращуючи оксигенацію. Підтвердженням оптимізації механічних властивостей легень у новонароджених в умовах корекції вісцеро-абдоминальної диспропорції слугує відносно швидка стабілізація та підвищення показників комплайнсу, покращення конфігурації кривої графічного моніторингу вже на 48-й годині вентиляції вище зазначеним методом.

Таким чином можна зауважити, що підвищення ВЧТ до високих цифр неминуче призводить до змін механіки дихання і є досить інформативним

критерієм для корекції параметрів вентиляції. Крім того, виражене периопераційне підвищення ВЧТ (більше 10-11 мм рт. ст.) максимально впливає на механічні властивості легень у новонароджених з вісцеро-абдомінальною диспропорцією і, можливо, є показанням до переходу на високо-частотну штучну вентиляцію легенів.

### Висновки

1. При проведенні хірургічної корекції вісцеро-абдомінальної диспропорції на всіх етапах дослідження змінюються механічні властивості легень новонародженого (зменшується комплайнс, підвищується резистентність в дихальних шля-

хах), які знаходяться в прямій залежності від рівня підвищення показників внутрішньочеревного тиску. Максимальна зміна механічних властивостей легень відзначається на 24-48 годині корекції вісцеро-абдомінальної диспропорції і збігається з максимальними цифрами підвищення показників внутрішньочеревного тиску у новонароджених.

2. Адекватна вентиляція легень в умовах максимального підвищення показників внутрішньочеревного тиску у новонароджених досягається шляхом підвищення PIP до високих цифр (до 20-22 см вод. ст.) на 24-48-й годині корекції вісцеро-абдомінальної диспропорції з поступовим помірним зниженням і утриманням РЕЕР в межах 3-5 см вод. ст.

### Література

1. Гордеев В. И., Александрович Ю. С., Паршин Е. В. Респираторная поддержка у детей. СПб.: ЭЛБИС СПб.; 2009.
2. Obeid F., Saba A., Fath J. et al. Increases in intraabdominal pressure affect pulmonary compliance. Arch. Surg. 1995; 130 (5): 544-547.
3. Сепбаева А. Д., Гераськин А. В., Кучеров Ю. И. и соавт. Влияние повышенного внутрибрюшного давления на функцию дыхания и гемодинамику при первичной пластике передней брюшной стенки у новорожденных детей с гастрошизисом и омфалоцеле. Детская хирургия 2009; 3: 39-42.
4. Александрович Ю. С., Блинов С. А., Паршин Е. В., Кушнерик Л. А. Искусственная вентиляция легких у новорожденных в зависимости от причины респираторного дистресса. М.: Матер. V Росс. конгресса «Педиатрическая анестезиология и интенсивная терапия». 2009. 71-72.
5. Hering R., Rudolph J., Spiegel T. V. et al. Cardiac filling pressures are inadequate for estimating circulatory volume in states of elevated intra abdominal pressure. Intensive Care Med. 1998; 24 (Suppl.2): S409.
6. Kitano Y., Takata M., Sasaki N. et al. Influence of increased abdominal pressure on steady state cardiac performance. J. Appl. Physiol. 1999; 86 (5): 1651-1656.
7. Malbrain MLNG. Bladder pressure or super syringe: correlation between intraabdominal pressure and lower inflection point? Intensive Care Med. 1999; 25 (Suppl. 1): S110.
8. Malbrain MLNG. The role of abdominal distension in the search for optimal PEEP in a cute lung injury (ALI): PEEP adjustment for raised intraabdominal pressure (IAP) or calculation of P flex? Crit. CareMed. 1999; 27 (Suppl.): A157.
9. Gattinoni L., Pelosi P., Suter P. M. et al. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease. Different syndromes? Am. J. Respir. Crit. CareMed. 1998; 158 (1): 3-11.
10. Ranieri V. M., Brienza N., Santostasi S. et al. Impairment of lung and chest wall mechanics in patients with acute respiratory distress syndrome: role of abdominal distension. Am. J. Respir. Crit. CareMed. 1997; 156 (4 Pt 1): 1082-1091.
11. Clark R. H., Slutsky A. S., Gerstmann D. R. Lung Protective Strategies of Ventilation in the Neonate: What Are They? Pediatrics 2000; 105 (1 Pt 1): 112-114.

### ОПТИМИЗАЦИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У НОВОРОЖДЕННЫХ С СИНДРОМОМ ИНТРА-АБДОМИНАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ С УЧЕТОМ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕГКИХ

*К.Т. Берцун*

Винницкий Национальный медицинский  
университет им. Н.И. Пирогова  
(г.Винница, Украина)

### Резюме.

**Цель исследования** – оптимизация искусственной вентиляции легких на основе изучения механических свойств легких у новорожденных с висцеро-абдомінальною диспропорцією і синдромом інтраабдомінальної гіпертензії в периопераційному періоді.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 57 новорожденных, из них с гастрошизисом - 42 новорожденных (73,7%), с омфалоцеле - 15 (2 (5,3%). Всем пациентам проводилась интенсивная терапия, искусственная вентиляция легких аппаратом «BearCub» в режимах (A / C, SIMV / PSV) с постоянным мониторингом показа-

### OPTIMIZATION MECHANICAL VENTILATION BY STUDYING THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE LUNGS IN NEWBORNS WITH THE SYNDROME OF INTRA-ABDOMINAL HYPERTENSION

*K.T Bertsun*

Vinnitsa National Medical University .a.  
N.I.Pirogov  
(Vinnitsa, Ukraine)

### Summary.

**The purpose of the study** – optimization of mechanical ventilation by studying the mechanical properties of the lungs in newborns with viscerо-abdominal disproportion and the syndrome of intra - abdominal hypertension in the perioperative period.

**Materials and methods.** The study included 57 newborns with gastroschisis of them - 42 infants (73.7%) with omphalocele - 15 (2 (5.3%). All patients underwent intensive therapy, artificial lung ventilation apparatus «BearCub» modes (A / C, SIMV / PSV) with stable hemodynamic monitoring, respiratory mechanics (dynamic complays - Cdyn, resistance - Rpk, pressure-volumeloop, flow-volume

телей гемодинамики, механики дыхания (динамический комплайнс - C<sub>dyn</sub>, резистентность - R<sub>pk</sub>, петли давление-объем, поток-объем с использованием графического монитора). Внутрибрюшное давление измеряли методом Крона.

**Результаты.** Исследование показало связь между изменениями внутрибрюшного давления на разных этапах исследования и колебаниями респираторных показателей у новорожденных. У всех пациентов в дооперационном периоде было отмечено адаптацию респираторной системы новорожденного. В первые сутки первого этапа коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции наблюдалось постепенное уменьшение динамического комплайенса легких в обеих группах в 3,4 раза, а также отмечалось повышение их резистентности в 2,42 раза с увеличением PIP до высоких цифр 20-22 см вод. ст. и максимальными изменениями показателей на графическом дисплее. Возвращение показателей механических свойств легких к относительно нормальным показателям происходило к концу 72 часов растяжения кожно-мышечного лоскута передней брюшной стенки.

**Вывод.** Повышение внутрибрюшного давления до высоких цифр приводит к изменениям механики дыхания и является достаточно информативным критерием для коррекции параметров вентиляции. Кроме того, выраженное периоперационное повышение ВБД (более 10-11 мм рт. ст.) максимально влияет на механические свойства легких у новорожденных с висцеро-абдоминальной диспропорцией.

**Ключевые слова:** висцеро-абдоминальная диспропорция, внутрибрюшное давление, комплайнс, механика дыхания, резистентность.

using graphics monitor). Abdominal pressure measured by Crone .

**Results.** The study found a link between abdominal pressure changes at different stages of research and changes in respiratory rates in infants. All patients in the preoperative period were marked by the adaptation of newborn respiratory system. On the first day of the first phase correction visceroperitoneal imbalances observed a gradual decrease in dynamic compliance in both groups at 3.4 times, and marked increase in resistance with increase 2.42 times PIP to high numbers of 20-22 cm of water. c., and the maximum change indicators on the graphic display. Return performance mechanical properties of light to a relatively normal range is the end of 72 hours, stretching the skin-muscle flap of the anterior abdominal wall.

**Conclusion.** Increased intra-abdominal pressure to high numbers leads to changes in respiratory mechanics and is very informative criterion for correction of parameters of ventilation. Also marked increase perioperative ICP (over 10-11 mm Hg. C) of the effect on the mechanical properties of the lungs in newborns with visceroperitoneal imbalances.

**Keywords:** visceroperitoneal disparity, intra-abdominal pressure, compliance, mechanical breathing resistance.