

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У НОВОРОЖДЕННЫХ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ КОРРЕКЦИИ ВИСЦЕРО-АБДОМИНАЛЬНОЙ ДИСПРОПОРЦИИ

Д. В. Дмитриев, К. Т. Берцун, А. А. Назарчук, А. В. Катиллов

Винницкий национальный медицинский университет им. Н. И. Пирогова
Курс анестезиологии и интенсивной терапии

Specific Features of Neonatal Artificial Ventilation in Different Stages of Correction of Visceroabdominal Disproportion

D. V. Dmitriyev, K. T. Bertsun, A. A. Nazarchuk, A. V. Katilov

Course of Anesthesiology and Intensive Care,
N. I. Pirogov Vinnitsa National Medical University

Целью исследования. Оптимизация искусственной вентиляции легких на основе изучения механических свойств легких у новорожденных с висцеро-абдоминальной диспропорцией в периоперационный период. **Материал и методы.** В исследование было включено 57 новорожденных, из них с гастрошизисом – 42 новорожденных (73,7%), с омфалоцеле – 15 (26,3%). Всем пациентам проводилась интенсивная терапия, искусственная вентиляция легких аппаратом «Bear Cub» в режимах контроля по объему (A/C, SIMV/PSV) с постоянным мониторингом показателей гемодинамики, механики дыхания (динамический комплаинс – C_{dyn}, резистентность – R_{рк}, петли давление-объем, поток-объем с использованием графического монитора). Внутривентриальное давление измерялось методом Крона. **Результаты.** Исследование показало связь между изменениями внутрибрюшного давления на разных этапах исследования и изменениями респираторных показателей у новорожденных. У всех пациентов в дооперационном периоде было отмечено адаптацию респираторной системы новорожденного. На первые сутки первого этапа коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции наблюдается постепенное уменьшение динамического комплаинса в обеих группах в 3,4 раза, а также отмечался рост резистентности в 2,42 раза с увеличением PIP до высоких цифр 20–22 см вод. ст., и максимальными изменениями показателей на графическом мониторе. Возвращения показателей механических свойств легких к относительно нормальным показателям происходит к концу 72 часов вытяжения. **Заключение.** 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 ВВД (более 10–11 мм рт. ст.) максимально влияет на механические свойства легких у новорожденных с висцеро-абдоминальной диспропорцией. **Ключевые слова:** висцероабдоминальная диспропорция, внутрибрюшное давление, комплаинс, механика дыхания, резистентность.

Objective: to optimize artificial ventilation on the basis of studies of lung mechanical properties in neonatal infants with viscerabdominal disproportion in the perioperative period. **Subjects and methods.** The investigation enrolled 57 neonates, including 42 (73.7%) with gastroschisis and 15 (26.3%) with omphalocele. All the patients received intensive care, artificial ventilation using a Bear Cub apparatus in the control modes by the volume (A/C, SIMV/PSV) with continuous monitoring of hemodynamics and respiratory mechanics (dynamic compliance, resistance, pressure-volume loop, and flow-volume) by applying a graphics monitor. Intraabdominal pressure (IAP) was measured by the Crohn method. **Results.** The investigation showed an association between the changes in IAP in different stages of the study and those in respiratory parameters in newborns. Preoperative adaptation of the respiratory system was noted in all the neonates. Within the first 24 hours of the first-stage correction of viscerabdominal disproportion, both groups showed a gradual reduction in dynamic compliance by 3.4 times, a rise in resistance by 2.42 times with PIP being increased up to high figures – 20–22 cm H₂O, as well as maximum value changes on the graphics monitor. The mechanical properties of the lung returned to relatively normal values at 72 hours of extension. **Conclusion.** Elevation of IAP to high values causes changes in respiratory mechanics and is a rather informative criterion for correction of ventilation parameters. Furthermore, a marked perioperative IAP increase (more than 10–11 mm Hg) maximally affects the mechanical properties of the lung in neonatal infants with viscerabdominal disproportion. **Key words:** viscerabdominal disproportion, intraabdominal pressure, compliance, respiratory mechanics, resistance.

Адрес для корреспонденции (Correspondence to):

Дмитриев Дмитрий
E-mail: dr_dmytriiev@mail.ru

Перинатальные показатели новорожденных с врожденным дефектом передней брюшной стенки ($M \pm m$)

Характер патологии	Оценка по шкале Апгар на 5 минуте (баллы)	Срок гестации (недели)	Масса тела при рождении (грамм)
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

Одной из наиболее сложных и до сих пор еще нерешенных проблем раннего послеоперационного периода в хирургической практике новорожденных с гастрошизисом и омфалоцеле является острая дыхательная недостаточность. Одной из основных причин изменения механических свойств легких в хирургии новорожденных с висцероабдоминальной диспропорцией является повышение внутрибрюшного давления (ВБД) на разных этапах коррекции диспропорции. Повышение внутрибрюшного давления в послеоперационный период приводит к поднятию уровня диафрагмы, уменьшению дыхательного объема и увеличению сопротивления, что, в свою очередь, приводит к развитию острой дыхательной недостаточности [1, 2]. Следует отметить, что повышение внутрибрюшного давления может привести к развитию так называемого «компармент — синдрома», усугубляя послеоперационное состояние пациента [3, 4]. До настоящего времени не разработаны четкие критерии поражения легких и изменения механики дыхания (комплаенса, резистентности легких) у новорожденных в условиях коррекции дефектов передней брюшной стенки, на основании которых можно было бы оптимизировать параметры респираторной поддержки [5]. Одним из основных требований, предъявляемых к современной респираторной терапии новорожденных с висцероабдоминальной диспропорцией, является улучшение газообмена без подавления дыхательной активности пациента, что особенно важно на всех этапах устранения висцеро-абдоминальной диспропорции.

Целью исследования — оптимизация искусственной вентиляции легких на основании изучения механических свойств легких у новорожденных с висцероабдоминальной диспропорцией в периоперационный период.

Материалы и методы

В исследование было включено 57 новорожденных, из них с гастрошизисом — 42 новорожденных (73,7%), с омфалоцеле — 15 (26,3%). Мальчиков среди этих пациентов было 27 (47,4%), девочек — 30 (52,6%). Коррекцию висцеро-абдоминальной диспропорции при гастрошизисе или омфалоцеле проводили методом многовекторного постепенного растягивания всех слоев передней брюшной стенки с поэтапным закрытием дефекта передней брюшной стенки послойным фасциальным лоскутом без формирования вентральной грыжи.

Исследование проводили на следующих этапах коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции: 1-й этап — дооперационный период, 2-й этап — момент операции, 3-й — первые 24 часа после операции, 4-й этап — 72 часа после операции, 5-й — полное закрытие дефекта. Распределение новорожденных с гастрошизисом и омфалоцеле в зависимости от перинатальных показателей и периода исследования отображено в табл. 1.

Среднее время до полного закрытия дефекта составило $4,5 \pm 1,4$ дней. Предоперационную подготовку проводили в среднем $14,8 \pm 7,5$ часов у пациентов с гастрошизисом и $13,5 \pm 9,9$ часов у новорожденных с омфалоцеле. Всем пациентам проводилась инфузионная и антибактериальная терапия. Средний интраоперационный объем инфузии составил $23,4 \pm 10,0$ мл/кг/ч. Для анестезиологического обеспечения использовали натрия оксibuтират 20% в дозе $100-150$ мг/кг и фентанил 0,005% — 20 мкг/кг в час. Среднее время оперативного вмешательства составило $3,2 \pm 1,0$ часов. Всем новорожденным проводилась искусственная вентиляция легких аппаратом «Beaг Cub» в режимах контроля по объему (A/C, SIMV/PSV) со следующими параметрами вентиляции: дыхательный объем 4–6 мл/кг, положительное давление в конце выдоха (PEEP) не менее 3–5 см вод. ст., давление на вдохе (PIP) колебалось в диапазоне от 12–22 см вод. ст. и напрямую зависело от выраженности висцеро-абдоминальной диспропорции и уровня повышения ВБД, частота дыхания в среднем составила 30–35 в минуту. Необходимость использования высоких цифр PIP (20–22 см вод. ст.) для проведения искусственной вентиляции легких напрямую зависело от повышения ВБД (более 10 мм рт. ст.) — чем выше показатели ВБД, тем выше цифры PIP, которые позволяли поддерживать адекватную вентиляцию. Искусственную вентиляцию легких проводили с постоянным мониторингом показателей гемодинамики, сатурации (SaO_2), механики дыхания (динамический комплаенс — $\text{C}_{\text{дуп}}$, резистентность — $\text{R}_{\text{рк}}$, петли давление-объем, поток-объем с использованием графического монитора). Длительность пребывания на ИВЛ составила $8,3 \pm 2,4$ дней. Внутрибрюшное давление измерялось методом Крона. Для определения нормальных показателей ВБД было проведено измерение внутрибрюшного давления 50-и доношенным и 50-и недоношенным новорожденным без патологии брюшной полости. Полученные показатели в данной группе пациентов были приняты как нормальные и составили у доношенных — $8,92 \pm 0,18$ мм рт. ст. и у недоношенных — $7,84 \pm 0,12$ мм рт. ст., соответственно. Статистический анализ проводился с использованием стандартных методов биометрии (критерий Стьюдента).

Результаты и обсуждение

Обе группы новорожденных были сходны по половому диморфизму, по сроку гестации и среднему возрасту. Исследования показали повышения ВБД на первых этапах исследования (табл. 2).

Следует отметить четкую связь между изменениями внутрибрюшного давления на разных этапах исследования и изменениями респираторных показателей у новорожденных (табл. 3).

У всех пациентов в дооперационном периоде проведена адаптация респираторной системы новорожденного с возможным поддержанием ее относительно нормальных показателей. Это объясняется низким или нормальным уровнем ВБД сразу после рождения (до начала хирургической коррекции) за счет нахождения части органов брюшной полости за ее пределами. Параметры вентиляции легких на данном этапе относительно

Таблица 2

Уровень внутрибрюшного давления на разных этапах коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции у новорожденных ($M \pm m$)

Этапы	Значения показателей на этапах исследования	
	гастрошизис	омфалоцеле
До операции	8,71±0,29	8,50±0,22
Во время операции	9,71±0,18*	9,67±0,21*
24 ч п/о	11,00±0,31*	10,83±0,31*
48 ч п/о	10,14±0,40*	10,33±0,33*
72 ч п/о	8,57±0,20	8,33±0,21

Примечание. * — $p < 0,001$ в сравнении с группой контроля (тест Стьюдента).

Таблица 3

Изменения респираторных показателей на разных этапах коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции у новорожденных ($M \pm m$)

Показатель	Значения показателей на этапах исследования				
	до операции	во время операции	24 ч п/о	48 ч п/о	72 ч п/о
		Гастрошизис (n=42)			
C dyn (ml/cm H ₂ 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 H ₂ 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 ₂ 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 ₂ O)	12,4±1,8	14,6±2,4*	21,2±2,2*	18,6±1,9*	14,0±2,0
PEEP (cm H ₂ O)	3,0±0,06	5,2±0,04*	4,9±0,08*	5,0±0,08*	2,4±0,08
		Омфалоцеле (n=15)			
C dyn (ml/cm H ₂ 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 H ₂ 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 ₂ 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 ₂ O)	11,8±2,0	14,0±1,9*	20,0±2,1*	17,4±2,2*	13,3±2,1
PEEP (cm H ₂ O)	3,0±0,06	5,0±0,02*	4,8±0,05*	5,1±0,04*	2,8±0,08

Примечание. * — $p < 0,001$ в сравнении с первым этапом исследования (тест Стьюдента).

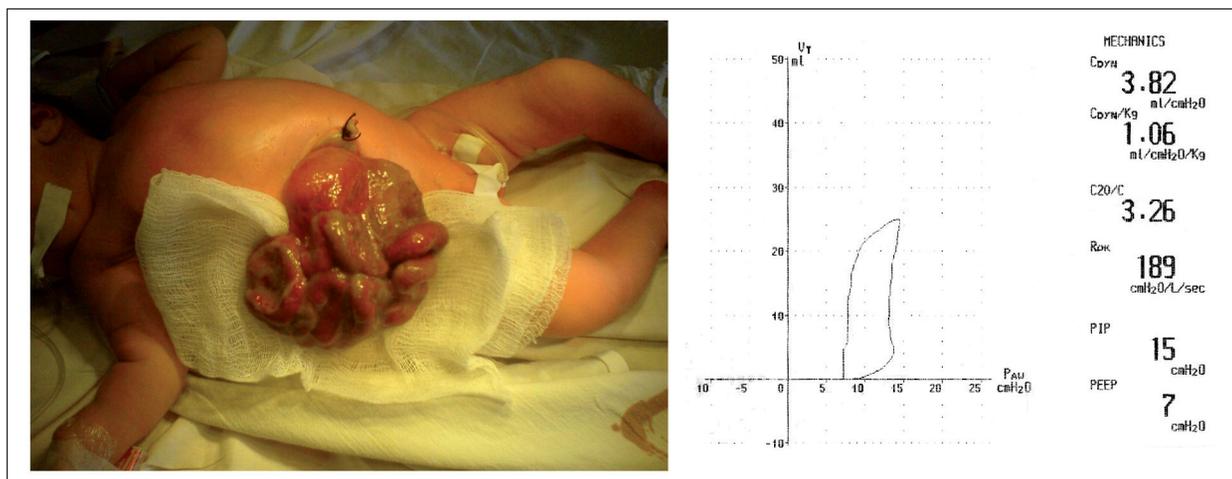


Рис. 1. Гастрошизис до операции и показатели графического мониторинга.

стабильные, а именно: динамический комплайнс (C_{dyn}) в допустимых пределах — 3,81 мл/см H₂O (в группе гастрошизиса) и 4,01 мл/см H₂O (в группе омфалоцеле), среднее давление в дыхательных путях в обеих группах составило 7–8 см вод. ст., что подтверждается данными графического мониторинга (рис. 1). Относительная стабильность на предоперационном этапе обеспечивает возможность увеличения при ИВЛ комплайнса, минутного объема вентиляции и снижения резистентности, а также среднего давления в дыхательных путях с помощью использования дыхательных объемов не более 5 мл/кг.

На первые сутки первого этапа коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции, когда именно и начинается процесс погружения эвентрированных органов в редуцированную брюшную полость с началом многовекторного постепенного растягивания слоев передней брюшной стенки, мы наблюдали постепенное уменьшение динамического комплайнса в обеих группах в 3,4 раза, а также отмечался рост резистентности в 2,4 раза с увеличением PIP до высоких цифр 20–22 см вод. ст. и максимальными изменениями показателей на графическом мониторе (рис. 2).

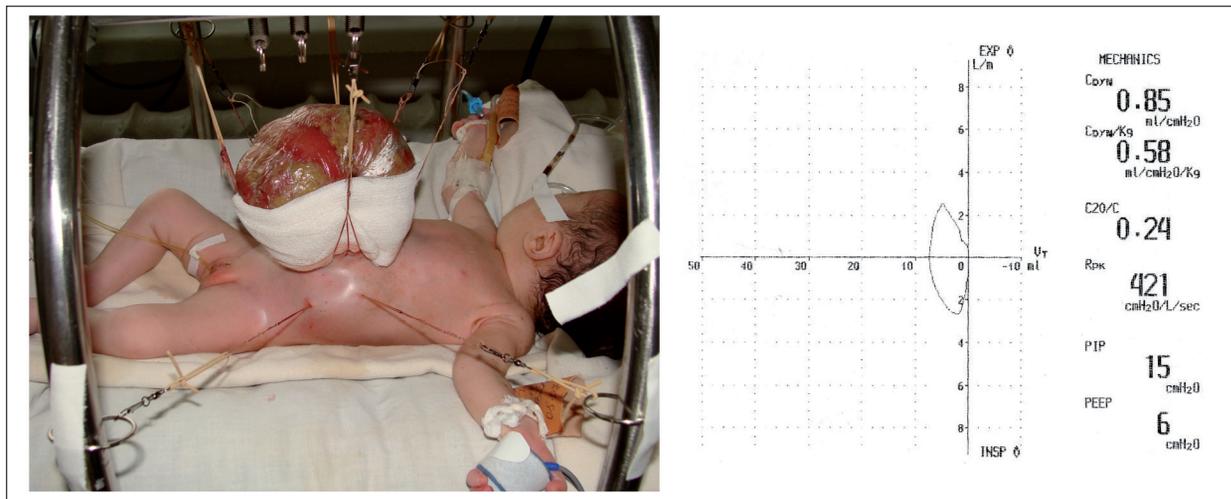


Рис. 2. Первый этап многовекторного вытяжения и графический мониторинг.

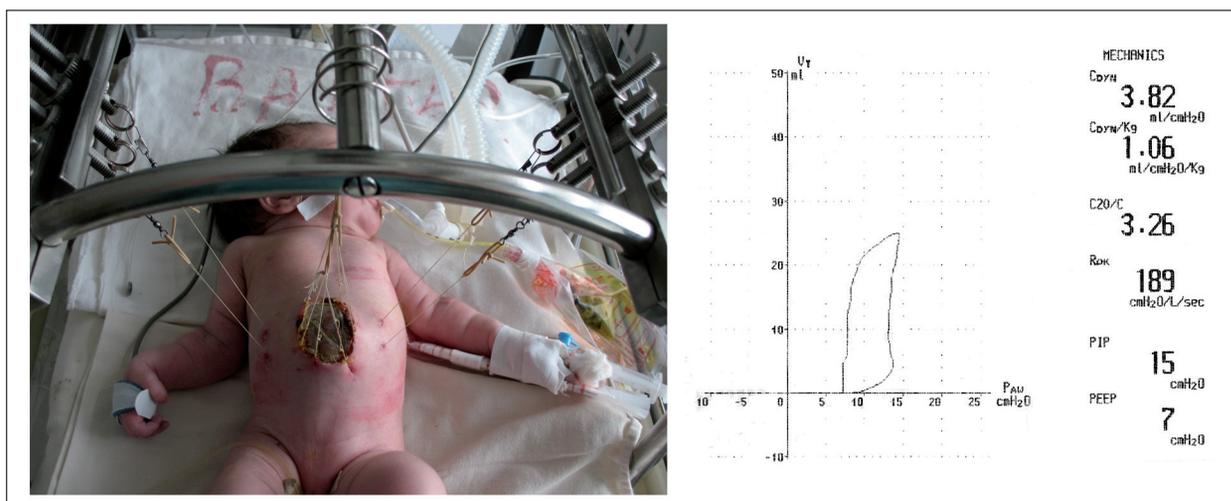


Рис. 3. Второй этап многовекторного вытяжения (3–4-е сутки).

Данную тенденцию можно объяснить максимальным повышением ВБД в первые 24 часа многовекторного вытяжения, что оправдывало использование для поддержания адекватной вентиляции высоких значений давления на вдохе.

Возвращения показателей механических свойств легких к относительно нормальным показателям происходит к концу 72-х часов вытяжения, когда появляется возможность закрытия дефекта полнослойным фасциальным лоскутом без формирования вентральной грыжи (второй этап) (рис. 3). Показатели гемодинамики на всех этапах исследования находились в пределах стресс — нормы, показатели SaO₂ находились не ниже 95%.

Таким образом, наши исследования у новорожденных с висцеро-абдоминальной диспропорцией показали повышение ВБД на всех этапах коррекции, особенно в первые 24–48 часов проведения вытяжения. Повышение ВБД у новорожденных существенно влияло на механические свойства легких, что проявлялось уменьшением растяжения легких, повышением резистентности в дыхательных путях и увеличением вследствие этого давления в начале вдоха. Изменение механических свойств легких

у новорожденных можно объяснить тем, что при погружении эвентрированных органов в редуцированную брюшную полость отмечается повышение ВБД до высоких цифр и это может способствовать смещению диафрагмы в сторону грудной полости и, вследствие этого, снижать объем легких во время выдоха, повышать внутригрудное давление и сдавливать легочную паренхиму. Изменение механических свойств легких неизбежно приводит к повышению легочного сосудистого сопротивления и возрастанию несоответствия между вентиляцией и перфузией, что совпадает с данными мировой литературы [8–11]. Такие условия функционирования легких у новорожденных с висцеро-абдоминальной диспропорцией ставят под вопрос общепринятый стандарт ИВЛ и диктуют необходимость поиска новых режимов или стандартов проведения ИВЛ, которые обеспечат оптимизацию биомеханики дыхания и адекватную вентиляцию с обеспечением функциональной стабильности легких и оптимальных легочных объемов. Проведение искусственной вентиляции легких в режимах контроля по объему (A/C, SIMV/PSV) с постоянным дыхательным объемом в пределах 4–6 мл/кг с положительным давлением в конце

выдоха (РЕЕР) не менее 3–5 см вод.ст. и повышением давления на вдохе (РІР) до высоких цифр (20–22 см вод. ст.) на протяжении 24–48 часов с постепенным снижением до более низких цифр (12 см вод. ст.) позволяет нам добиться адекватной вентиляции легких на всех этапах коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции, улучшая оксигенацию. Подтверждением оптимизации механических свойств легких у новорожденных в условиях коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции служит относительно быстрая стабилизация и повышение показателей комплайенса, улучшение конфигурации кривой графического мониторинга уже на 48-й час вентиляции вышеуказанным методом.

В заключение можно сказать, что повышение ВБД до высоких цифр неизбежно 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, возможно, является показателем к переходу на высокочастотную вентиляцию легких.

Литература

1. Гордеев В. И., Александрович Ю. С., Паршин Е. В. Респираторная поддержка у детей. СПб.: ЭЛБИ-СПб.; 2009.
2. Obeid F., Saba A., Fath J. et al. Increases in intra-abdominal 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 intra-abdominal 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 acute lung injury (ALI): PEEP-adjustment for raised intra-abdominal pressure (IAP) or calculation of Pflex? Crit. Care Med. 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. Care Med. 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. Care Med. 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.

Выводы

1. При проведении хирургической коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции на всех этапах исследования изменяются механические свойства легких новорожденного (уменьшается комплайнс, повышается резистентность в дыхательных путях) и находятся в прямой зависимости от уровня повышения показателей внутрибрюшного давления. Максимальное изменение механических свойств легких отмечается на 24–48-й час коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции и совпадает с максимальными цифрами повышения показателей внутрибрюшного давления у новорожденных.

2. Адекватная вентиляция легких в условиях максимального повышения показателей внутрибрюшного давления у новорожденных достигается путем повышения РІР до высоких цифр (до 20–22 см вод. ст.) на 24–48-й часы коррекции висцеро-абдоминальной диспропорции с постепенным умеренным снижением и удержанием РЕЕР в пределах 3–5 см вод. ст.

Поступила 02.01.10