

ВЛИЯНИЕ СТРАТЕГИИ ПРОТЕКТИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ НА ЧАСТОТУ КРИТИЧЕСКИХ ИНЦИДЕНТОВ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ: РОЛЬ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ТРАНЗИТОРНОЙ ГИПОКСИИ И ГИПЕРКАПНИИ

^{1,2} Трёмбач Н.В., ^{1,2} Заболотских И.Б.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, Россия

²ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар, Россия

УДК 617-089.5
DOI 10.31379/2411.2616.14.2.10

ВПЛИВ СТРАТЕГІЇ ПРОТЕКТИВНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЛЕГЕНІВ НА ЧАСТОТУ КРИТИЧНИХ ІНЦИДЕНТІВ В АБДОМІНАЛЬНІЙ ХІРУРГІЇ: РОЛЬ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ТРАНЗИТОРНОЇ ГІПОКСІЇ ТА ГІПЕРКАПНІЇ

Трёмбач Н.В., Заболотских І.Б.

Метою дослідження було вивчення впливу стратегії вентиляції легенів на частоту критичних інцидентів у пацієнтів з різною толерантністю до транзиторної гіпоксії і гіперкапнії.

Методи дослідження. 300 пацієнтів, що зазнали великих абдомінальних операцій, були розділені на дві групи: з тривалістю проби з затримкою дихання 34 і менше секунд, (n=150); та тривалістю проби більш 34 секунд (n=150). В обох групах пацієнти були рандомізовані в три підгрупи: РЕЕР 5 см вод. ст., РЕЕР 10 см вод. ст., РЕЕР 10 см вод. ст. та маневром відкриття легень (МВЛ).

Результати. Частота гемодинамічних інцидентів була вище в групі з тривалістю проби з затримкою дихання 34 і менше секунд у всіх підгрупах. Застосування МВЛ значно збільшувало їхню кількість у порівнянні з РЕЕР 10 см вод. ст.

Висновок. У пацієнтів з низькою толерантністю до транзиторної гіпоксії і гіперкапнії (тривалістю проби з затримкою дихання 34 секунд і менше) застосування маневру відкриття легень пов'язано з ризиком гемодинамічних інцидентів.

Ключові слова: протективна вентиляція, гемодинамічні інциденти, проба з затримкою дихання на вдишу.

UDC 617-089.5
DOI 10.31379/2411.2616.14.2.10

THE INFLUENCE OF PROTECTIVE VENTILATION STRATEGY ON THE RATE OF CRITICAL INCIDENTS IN ABDOMINAL SURGERY: THE ROLE OF TOLERANCE TO TRANSIENT HYPOXIA AND HYPERCAPNIA

Trembach N. V., Zabolotskikh I. B.

The aim of the research was to study the effect of the intraoperative ventilation strategy on the rate of critical incidents during major abdominal surgery in patients

with different tolerance to transient hypoxia and hypercapnia determined by the duration of the breath-holding test.

Methods. The study included 300 patients undergoing major abdominal surgery, all of them were divided into two groups: with a breath-holding duration of 34 seconds or less, (n=150); and a breath-holding duration of more than 34 seconds (n=150). In both groups, patients were randomized into three subgroups: PEEP 5 cm H₂O, PEEP 10 cm H₂O, and PEEP 10 cm H₂O with recruitment maneuver (RM). We evaluated the frequency of critical incidents, oxygenation and the respiratory mechanics g.

Results. The rate of hemodynamic incidents was higher in the group with a breath-holding duration of 34 seconds or less in all subgroups. The use of RM significantly increased their number compared to PEEP 10 cm H₂O. There were no significant differences in the rate of hemodynamic incidents between ventilation strategies in the group of patients with a breath-holding duration of more than 34 seconds.

Conclusion. In patients with low tolerance to transient hypoxia and hypercapnia (the duration of the breath-holding test is 34 seconds or less), the use of the lung opening maneuver is associated with the risk of hemodynamic incidents.

Key words: protective ventilation, hemodynamic incidents, breath-holding test.

Патофизиология ИВЛ-индуцированного повреждения легких и факторы риска послеоперационных легочных осложнений в абдоминальной хирургии хорошо изучена на данный момент, она включает в себя баротравму, волюмотравму и ателектотравму [1]. Учитывая указанные повреждающие факторы, была разработана концепция периоперационной защиты легких. В последние десятилетия появляется все больше убедительных данных о том, что протективная вентиляция легких с использованием малых дыхательных объемов, различных уровней конечно-экспираторного давления (РЕЕР) и маневра открытия лёгких (МОЛ) могут снизить частоту встречаемости послеоперационных легочных осложнений по сравнению с ИВЛ с высоким дыхательным объемом и низким уровнем РЕЕР без применения МОЛ при обширных абдоминальных операциях [2-5]. Несмотря на преимущества, результаты последних исследований показали, что интраоперационная ИВЛ до сих пор не получила широкого применения в современной анестезиологической практике. И если низкий дыхательный объем применяется более чем в половине случаев, то РЕЕР 5 см вод. ст. и более используют не более 15% всех анестезиологов, а МОЛ – не более 10% [6, 7]. Одной из главных причин такого положения дел – потенциальные побочные эффекты увеличения давления в дыхательных путях, в первую очередь – гемодинамических. Повышенное давление в дыхательных путях и в грудной клетке может оказывать неблагоприятное гемодинамическое воздействие из-за анатомической близости легких и сердца в грудной полости [8]. Тем не менее, как показывает клиническая практика, увеличение давления до очень высоких цифр может не вызывать нестабильность гемодинамики [9]. Известно, что стабильность артериального давления зависит о нескольких факторов, одним из которых является функциональное состояние компенсаторных механизмов, самым важным из которых является артериальный барорефлекс, функционирование которого обеспечивает поддержание артериального давления в пределах нормальных значений, несмотря на внешнее воздействие [10]. Прогрессирование хронических заболеваний кардиореспираторной системы приводит к снижению чувствительности этого

рефлекса, что делает больных более склонными к девиациям гемодинамики. Фундаментальные и клинические исследования показали, что оценка толерантности к транзиторной гипоксии и гиперкапнии, определяемая пробой с задержкой дыхания на вдохе, является простым, но точным методом оценки состояния рефлекторной регуляции кардиореспираторной системы, отражающим увеличение чувствительности периферического хеморефлекса и снижение чувствительности артериального барорефлекса вследствие прогрессирования хронических заболеваний.

Целью исследования было изучение влияния стратегии интраоперационной ИВЛ на частоту критических инцидентов при обширных абдоминальных операциях у пациентов с различной толерантностью к транзиторной гипоксии и гиперкапнии определяемой с помощью длительностью пробы с задержкой дыхания на вдохе.

Материал и метод исследования

Исследование проводилось у 300 пожилых больных (средний возраст 69 (66 – 77) лет), которым в плановом порядке выполнялись обширные оперативные вмешательства на органах верхнего этажа брюшной полости по поводу онкологических заболеваний желудка, тонкого кишечника (средняя продолжительность операций – 4 ± 1 час). Физический статус по классификации American Society of Anesthesiologists соответствовал 3 классу. К критериям исключения относились: сопутствующая легочная патология, торакальные операции в анамнезе, значительная систолическая дисфункция (ФВЛЖ менее 40%), индекс массы тела более 35 кг/м².

За день до операции до премедикации проводили пробу с задержкой дыхания на вдохе. После вдоха объемом 2/3 максимального вдоха производилась задержка дыхания, длительность произвольного порогового апноэ (ППА) измерялась от начала пробы до появления рефлекторных сокращений диафрагмы, определяемых пальпаторно.

Все больные были разделены на две группы, в зависимости от толерантности к транзиторной гипоксии и гиперкапнии: группа 1 характеризовалась низкой ТТГГ (длительность пробы Штанге 34 и менее секунд, n=150); группа С – средней ЧПХР (длительность пробы Штанге более 34 секунд, n=150).

Введение в анестезию осуществлялось во всех группах следующими препаратами: пропофол в дозе 2 мг/кг, фентанил в дозе 3 мкг/кг, недеполяризующий релаксант – атракуриум 0,5 мг/кг. Для поддержания анестезии применяли севофлюран, глубина анестезии контролировалась с помощью определения биспектрального индекса, который поддерживался на уровне 40-60. Эпидуральное пространство катетеризировалось иглой Туохи 18G на уровне Th7-Th8 перед индукцией с введением 40 мг лидокаина в качестве тест-дозы. Для обезболивания в эпидуральное пространство методом постоянной инфузии вводили 0,2 % раствор ропивакаина – 6-10 мл/ч. Введение продолжали в послеоперационный период.

Всем больным проводилась ИВЛ аппаратом S/5 AESPIRE (Datex-Ohmeda (GE); США) с контролем по объему (дыхательный объем 6 мл/кг, частота дыхания 10-14 в минуту с целью поддержания нормокапнии, FiO₂ – 40-50%).

Методом конвертов пациенты обеих групп были распределены в три подгруппы по 50 пациентов: в подгруппе А применяли РЕЕР равное 5 см вод. ст., в подгруппе Б применяли РЕЕР равное 10 см вод. ст., в подгруппе В применяли РЕЕР

равное 10 см вод. ст. и маневр открытия легких после интубации трахеи и далее каждый час анестезии. МОЛ выполнялся по следующей схеме – РЕЕР увеличивалось с исходных 10 до 20 см вод. ст. поэтапно с шагом в 2 см вод.ст. с перерывами между этапами в 10 вдохов, после чего РЕЕР снижали до 10 см вод. ст.

Регистрировали пиковое (Рпик) и среднее (Рср) давление в дыхательных путях, дыхательный объем, минутную вентиляцию, производили расчет динамической податливости дыхательной системы (C_{dyn} , мл×см вод.ст.⁻¹, отношение между дыхательным объемом к разнице между Рпик и РЕЕР).

До индукции под местной анестезией производилась катетеризация лучевой артерии с целью забора крови для газоанализа и измерения артериального давления. С помощью монитора Datex-Ohmeda Cardiacap/5 (GE, США) регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС, мин-1), систолическое (АДс, мм рт.ст.) и диастолическое (АДд, мм рт.ст.) артериальное давление, среднее артериальное давление (САД, мм рт.ст.).

Регистрировали следующие критические инциденты:

- а) гемодинамические инциденты: гипотензия (снижение систолического артериального давления (АДс) на 30% ниже обычного или <90 мм рт. ст.); гипертензия (подъем АДс на 30% выше обычного или >160 мм рт. ст.); брадикардия (снижение ЧСС более чем на 30% от обычной или <50 в минуту); аритмия и тахикардия (повышение ЧСС более чем на 30% от обычной или >100 в минуту и все случаи нарушения сердечного ритма);
- б) респираторные инциденты: гипоксемия ($SpO_2 < 95\%$); гиперкапния ($PaCO_2 > 45$ мм рт. ст.), продленная ИВЛ (более 3 часов после операции).

Анализ мощности исследования показал, что необходимо включение 300 пациентов (6 групп по 50 пациентов в группе) при мощности исследования в 80% и значении $p < 0,05$. Данные представлены в виде средней (стандартное отклонение) учитывая параметрическое распределение данных. Характер распределения оценивался по критерию Колмогорова-Смирнова. Для сравнения непрерывных переменных между группами 1 и 2 на этапах исследования использовался двухвыборочный тест или тест Манна-Уитни, для сравнения между подгруппами внутри групп – дисперсионный анализ. Для сравнения категориальных переменных использовали критерий хи-квадрат и точный критерий Фишера для трех подгрупп.

Результаты исследования и их обсуждение.

Частота гемодинамических инцидентов была достоверно выше в группах высокого риска по сравнению с группами низкого риска. Тем не менее, применение РЕЕР 10 см вод. ст. не приводило к увеличению частоты гемодинамических инцидентов, а количество респираторных инцидентов, в частности – гипоксемии, было ниже. Применение маневра же маневра рекрутмента хоть и снижало частоту гипоксемии, приводило к увеличению частоты гипотензий в группе с низкой ТТГГ (но не в группе высокой ТТГГ) (таблица 1).

Как показали результаты исследования, оксигенация была статистически значимо выше в группах с РЕЕР 10 и РЕЕР 10+РМ. (таблица 2). Также биомеханические свойства легких улучшались с увеличением РЕЕР и после применения МОЛ.

Основным выводом нашей работы можно считать тот факт, что применение РЕЕР как в 5, так и в 10 см вод.ст. не вызывает увеличение частоты гемодинами-

Таблица 1. Характеристика критических инцидентов

| Группа | Группа 1 Низкая ТТГГ (ППА≤34 сек) | | | Группа 2 Средняя ТТГГ (ППА>34 сек) | | |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|
| | РЕЕР 5 | РЕЕР 10 | РЕЕР+МОЛ | РЕЕР 5 | РЕЕР 10 | РЕЕР+МОЛ |
| Подгруппа | | | | | | |
| Гемодинамические | 30 (60%) | 32 (64%) | 41* (82%) _{2,3} | 11 (22%) _{2,3} | 12 (24%) | 12 (24%) |
| Гипотензия | 20 (40%) | 21 (42%) ₁ | 29* (56%) | 5 (2,6%) | 6 (12%) | 4 (8%) |
| Гипертензия | 3 (6%) | 3 (6%) | 1 (2%) | 2 (1,7%) | 2 (4%) | 2 (4%) |
| Аритмия | 2 (4%) | 3 (6%) | 7 (14%) | 2 | 3 (6%) | 3 (6%) |
| Брадикардия | 5 (10%) | 5 (10%) | 6 (0,8%) | 2 (1,7%) | 3 (6%) | 3 (6%) |
| Респираторные | 18* (36%) | 9* (18%) | 3 (6%) | 19 (38%) _{2,3} | 13 (26%) | 9 (18%) |
| Гипоксемия | 9* (18%) | 4* (8%) | 1 (2%) | 11 (22%) | 6 (12%) | 4 (8%) |
| Гиперкапния | 8 (16%) | 5 (10%) | 2 (4%) _{2,3} | 8 (16%) | 6 (12%) | 4 (8%) |
| Продленная ИВЛ | 1 (2%) | - | - | - | 1 (2%) | 1 (2%) |

* – p<0,05 между подгруппами

Таблица 2. Динамика оксигенации и податливости легких

| Параметр | Этап | Группа 1 Низкая ТТГГ (ППА≤34 сек) | | | Группа 2 Средняя ТТГГ (ППА>34 сек) | | |
|--|-------------------|--------------------------------------|---------------|------------|---------------------------------------|---------------|------------|
| | | РЕЕР | | | РЕЕР | | |
| | | РЕЕР 5 | РЕЕР 10 | 10+МОЛ | РЕЕР 5 | РЕЕР 10 | 10+МОЛ |
| PO ₂ /FiO ₂ , мм рт. ст. | До интубации | 312 (44) | 311 (44) | 287 (44) | 307 (46) | 318 (46) | 306 (46) |
| | Перед экстубацией | 316 (41) | 339*# (57) | 336*# (45) | 316 (41) | 348*# (58) | 345*# (43) |
| C _{dip} , мл×см вод. ст.-1 | До интубации | 59 (15) | 64 (16) | 63 (12) | 69 (10) | 64 (11) | 62 (14) |
| | Перед экстубацией | 72* (16) | 86*# (17) | 85*# (16) | 73 (15) | 84*# (16) | 82*# (19) |

* – p<0,05 по сравнению с исходной величиной

– p<0,05 по сравнению с РЕЕР 5

ческих критических инцидентов, независимо от состояния рефлекторной регуляции кардиореспираторной системы. Однако, применение МОЛ в группе с низкой толерантностью к транзиторной гипоксии и гиперкапнии вызывает увеличение частоты гемодинамических инцидентов, в первую очередь – гипотензии и аритмии.

Отмеченные нами изменения оксигенации и биомеханических свойств респираторной системы соотносятся с результатами других исследователей, наблюдавших увеличение податливости легких и снижение сопротивления дыхательных путей, а также увеличение отношения PaO₂/FiO₂ в ответ на увеличение РЕЕР и проведение МОЛ. Полученные результаты подтверждают мнение о том, что

при операциях на верхнем этаже брюшной полости РЕЕР 5 см вод. ст. может быть недостаточно для поддержания легких открытыми, поскольку только 10 см вод. ст. позволяют вернуть функциональную остаточную емкость к дооперационным значениям [11]. Применение МОЛ также закономерно снижало частоту респираторных инцидентов, эта закономерность отмечена рядом автором, изучавших влияние протективной вентиляции на биомеханику дыхания в абдоминальной хирургии. Таким образом, с точки зрения респираторной системы, РЕЕР 10 см. вод. ст. в сочетании с МОЛ обладает преимуществом.

Тем не менее, влияние увеличения давления в дыхательных путях на гемодинамику может ограничивать применение указанной стратегии. Частота критических инцидентов в абдоминальной хирургии по-прежнему остается высокой [12], что подтверждает и наша работа. Однако, как показывает анализ данных, частота их зависит в том числе от функционального состояния кардиореспираторной системы. Так, применение РЕЕР 10 см вод. ст. и МОЛ у пациентов со средней толерантностью к транзиторной гипоксии и гиперкапнии не привело к увеличению гемодинамических инцидентов, что подтверждает данные о безопасности пошагового МОЛ [13]. В группе же пациентов с низкой толерантностью мы наблюдали увеличение частоты гипотензии и аритмии. Влияние вентиляции с положительным давлением на параметры гемодинамики в литературе описано противоречиво. Исследователи наблюдали как полную стабильность центральной гемодинамики после проведения МОЛ даже у пожилых людей [14], при этом пошаговый МОЛ рекомендуется к применению у пожилых пациентов [15]. Однако, сохранение стабильности сердечно-сосудистой системы при приложении значительного уровня положительного давления в дыхательных путях зависит не только от его уровня, но и от того, в каком функциональном состоянии находится кардиореспираторная система. Фундаментальные исследования показали, что приложение давления в 20 см вод. ст. хотя и вызывает значительное снижение СИ, не оказывает при этом существенного влияния на артериальное давление, вследствие компенсаторного увеличения ОПСС [10]. Однако, этот механизм, как показывают экспериментальные модели, функционирует только в условиях сохранности нейрорефлекторной регуляции кардиореспираторной системы, нормальной чувствительности периферического хеморефлекса и артериального барорефлекса. Когда же эта регуляция нарушена, наблюдается критическое падение гемодинамики в ответ на вентиляцию с положительным давлением [16]. Изменения параметров центральной гемодинамики при проведении МОЛ у больных с низкой толерантностью к транзиторной гипоксии и гиперкапнии в нашем исследовании отражали неспособность кардиореспираторной системы компенсировать снижение сердечного выброса изменением периферического сосудистого сопротивления, что и привело к наблюдаемому увеличению частоты гемодинамических инцидентов.

Заключение. У пациентов с низкой толерантностью к транзиторной гипоксии и гиперкапнии (длительностью пробы с задержкой дыхания 34 секунд и менее) применение маневра открытия легких связано с риском гемодинамических инцидентов. Применение стратегии протективной вентиляции у пациентов со средней толерантностью к транзиторной гипоксии и гиперкапнии (длительностью пробы с задержкой дыхания более 34 секунд) является безопасным и эффективным методом снижения частоты респираторных критических инцидентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ball, L. Intraoperative mechanical ventilation: state of the art / L. Ball // *Minerva anesthesiologica*. – 2017. – Vol.83 (10). – P.1075-88
2. Fernández-Pérez, E.R. et al. Intraoperative ventilator settings and acute lung injury after elective surgery: A nested case control study / E.R. Fernández-Pérez [et al.] // *Thorax*. – 2009. – Vol.64. – P.121-7
3. Hemmes, S.N., Serpa Neto, A., Schultz, M.J. Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: A meta-analysis / S.N. Hemmes, A. Serpa Neto, M.J. Schultz // *Curr Opin Anaesthesiol*. – 2013. – Vol.26. – P.126-33
4. Protective lung ventilation in operating room: A systematic review / E. Futier, J.M. Constantin, S. Jaber // *Minerva Anesthesiol*. – 2014. – Vol.80. – P.726-35
5. Gajic, O. et al. Early identification of patients at risk of acute lung injury: Evaluation of lung injury prediction score in a multicenter cohort study / O. Gajic [et al.] // *Am J Respir Crit Care Med*. – 2011. – Vol.183. – P.462-70
6. Jaber, S. et al. A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight / S. Jaber [et al.] // *Anaesthesia*. – 2012. – Vol.67. – P.999-100
7. LAS VEGAS investigators. Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS – an observational study in 29 countries / LAS VEGAS investigators // *Eur J Anaesthesiol*. – 2017. – Vol.34 (8). – P.492-507.
8. Lovas, A., Szakmány, T. Haemodynamic Effects of Lung Recruitment Manoeuvres / A. Lovas, T. Szakmány // *Biomed Res Int*. – 2015.
9. Tusman, G. Noninvasive monitoring of lung recruitment maneuvers in morbidly obese patients: the role of pulse oximetry and volumetric capnography / G. Tusman // *Anesth Analg*. – 2014. – Vol.118 (1). – P.137-44
10. Valipour, A. et al. Heart rate variability and spontaneous baroreflex sequences in supine healthy volunteers subjected to nasal positive airway pressure / A. Valipour [et al.] // *J Appl Physiol*. – 2005. – Vol.99 (6). – P.2137-43.
11. Satoh, D. et al. Impact of changes of positive end-expiratory pressure on functional residual capacity at low tidal volume ventilation during general anesthesia / D. Satoh [et al.] // *J Anesth*. – 2012. – Vol.26 (5). – P.664-9.
12. Возможность прогноза развития критических инцидентов при плановых оперативных вмешательствах в абдоминальной хирургии / К.А. Цыганков и т.д. // *Вестник интенсивной терапии*. – 2016. – №2. – С.80-84
13. Сравнение различных методик проведения рекрутмент-маневра у пациентов с различной реактивностью сердечно-сосудистой и дыхательной систем / Р.В. Вейлер // *Вестник интенсивной терапии*. – 2016. – №5 (S1). – С.4-7.
14. Comparison of two ventilatory strategies in elderly patients undergoing major abdominal surgery / T.N. Weingarten et al. // *Br J Anaesth*. – 2010. – Vol.104 (1). – P.16-22.
15. Заболотских И.Б., Горобец Е.С., Григорьев Е.В., Козлов И.А. и соавт. Периоперационное ведение гериатрических пациентов. Проект клинических рекомендаций ФАР / И.Б. Заболотских и др. // *Вестник интенсивной терапии*. – 2018. – №1. – С.60-74.
16. Blevins, S.S., Connolly, M.J., Carlson, D.E. Baroreceptor mediated compensation for hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure / S.S. Blevins, M.J. Connolly, D.E. Carlson // *J Appl Physiol*. – 1999. – Vol.86. – P.285-293.

REFERENCES

1. Ball, L. Intraoperative mechanical ventilation: state of the art. *Minerva anesthesiologica*, 2017, vol.83(10), pp.1075-88

2. Fernández-Pérez, E.R. et al. Intraoperative ventilator settings and acute lung injury after elective surgery: A nested case control study. *Thorax*, 2009, vol.64, pp.121–7
3. Hemmes, S.N., Serpa Neto, A., Schultz, M.J. Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: A meta-analysis. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2013, vol.26, pp.126–33
4. Futier, E., Constantin, J.M., Jaber, S. Protective lung ventilation in operating room: A systematic review. *Minerva Anesthesiol*, 2014, vol.80, pp.726–35
5. Gajic, O. et al. Early identification of patients at risk of acute lung injury: Evaluation of lung injury prediction score in a multicenter cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, vol.183, pp.462–70
6. Jaber, S. et al. A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight. *Anaesthesia*, 2012, vol.67, pp.999–100
7. LAS VEGAS investigators. Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS – an observational study in 29 countries. *Eur J Anaesthesiol*, 2017, vol.34 (8), pp.492-507.
8. Lovas, A., Szakmány, T. Haemodynamic Effects of Lung Recruitment Manoeuvres. *Biomed Res Int*, 2015.
9. Tusman, G. Noninvasive monitoring of lung recruitment maneuvers in morbidly obese patients: the role of pulse oximetry and volumetric capnography. *Anesth Analg*, 2014, vol.118 (1), pp.137-44
10. Valipour, A. et al. Heart rate variability and spontaneous baroreflex sequences in supine healthy volunteers subjected to nasal positive airway pressure *J Appl Physiol*, 2005, vol.99 (6), pp.2137-43.
11. Satoh, D. et al. Impact of changes of positive end-expiratory pressure on functional residual capacity at low tidal volume ventilation during general anesthesia. *J Anesth*, 2012, vol.26 (5), pp.664-9.
12. Tsygankov, K. A. et al. The possibility of predicting the development of critical incidents during elective abdominal surgery. *Intensive Care Herald*, 2016, vol.2, pp.80-84 (In Russ)
13. Veiler, R. V. Comparison of different methods of recruitment maneuver in patients with different reactivity of cardiovascular and respiratory systems. *Intensive Care Herald*, 2016, vol.5 (S1), pp.4-7. (In Russ)
14. Weingarten, T.N. et al. Comparison of two ventilatory strategies in elderly patients undergoing major abdominal surgery. *Br J Anaesth*, 2010, vol.104(1), pp.16-22.
15. Zabolotskikh, I. B. et al. Perioperative management of geriatric patients. Project of clinical recommendations. *Intensive Care Herald*, 2018, vol.1, pp.60-74. (In Russ)
16. Blevins, S.S., Connolly, M.J., Carlson, D.E. Baroreceptor mediated compensation for hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure. *J Appl Physiol*, 1999, vol.86, pp.285–293.

*Надійшла до редакції 26.07.2019 Рецензент канд. мед. наук,
доц. А. Л. Бобир, дата рецензії 31.07.2019*