

Влияние метода анестезиологического обеспечения эндоскопической резекции желудка на интраоперационную гемодинамику у больных морбидным ожирением

М. И. Неймарк¹, Р. В. Киселев²

¹ Алтайский государственный медицинский университет Минздрава России,
Россия, Алтайский край, 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 40

² Отделенческая клиническая больница на станции Барнаул ОАО «РЖД»
Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 20

The Effect of an Anesthetic Support of Endoscopic Gastric Resection on Intraoperative Hemodynamics in Patients with Morbid Obesity

Michael I. Neymark¹, Roman V. Kiselev²

¹ Altai State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia,
40 Lenin Av., 656038 Barnaul, Altai District, Russia

² Clinical Hospital, Barnaul Station, JSC «Russian Railways»,
20 Molodezhnaya Str., 656038 Barnaul, Russia

Цель исследования — изучить влияние метода анестезии и параметров респираторной поддержки на центральную и периферическую гемодинамику у пациентов с морбидным ожирением при эндоскопической резекции желудка.

Материалы и методы. Провели рандомизированное исследование у 43 пациентов с индексом массы тела $>40 \text{ кг}/\text{м}^2$, которым выполнили эндоскопическую продольную резекцию желудка. Пациентов разделили на две группы. В 1-й группе ($n=22$) в качестве анестезиологического обеспечения применяли комбинированную анестезию на основе низкоточечной ингаляции десфлюрана, с использованием ИВЛ в режиме VC-CMV с постоянным уровнем PEEP, во 2-й группе ($n=21$) в качестве анестезиологического обеспечения применяли сочетанную анестезию на основе низкоточечной ингаляции десфлюрана с продленной эпидуральной анальгезией (ПЭА) 0,2% раствором ropivacaine, и аналогичным режимом ИВЛ, с использованием эскалационного способа подбора PEEP титрованием, инверсией дыхательного цикла, и постепенным увеличением частоты дыхания. Интраоперационно мониторировали параметры центральной и периферической гемодинамики, газы крови и КОС.

Результаты. Во 2-й группе выявили более стабильные показатели центральной и периферической гемодинамики в интраоперационном периоде, чем в 1-й группе, где регистрировали повышение САД, АД_{ср}, ДАД, ЧСС, CI, SVI, SVRI в сравнении с нормативными значениями. Кроме того, во 2-й группе значения PaO₂ были достоверно выше, РСО₂ — ниже при наложении карбоксиперитонеума, и не регистрировали существенных изменений КОС.

Заключение. Грудная эпидуральная анальгезия на фоне карбоксиперитонеума, увеличения интраабdomинального давления, эскалационного режима ПДКВ обеспечивает стабильное течение интраоперационной центральной и периферической гемодинамики при эндоскопической резекции желудка у больных с морбидным ожирением.

Ключевые слова: морбидное ожирение; респираторная поддержка; центральная гемодинамика; карбоксиперитонеум; КОС

The purpose of the study is to examine the effect of anesthesia and respiratory support parameters on central and peripheral hemodynamics in patients with morbid obesity undergoing an endoscopic gastric resection.

Materials and methods. A randomized study of 43 patients with a body weight index of $>40 \text{ kg}/\text{m}^2$ who underwent an endoscopic longitudinal gastric resection (sleeve gastrectomy) was performed. Patients were divided into two groups. In Group 1 ($n=22$), combined anesthesia based on the low-flow desflurane inhalation was applied along with the mechanical ventilation in the VC-CMV mode with a constant PEEP level. In Group 2 ($n=21$), combined anesthesia based on the low-flow desflurane inhalation was applied along with the prolonged epidural analgesia (PEA) with 0.2% ropivacaine solution and VC-CMV respiratory pattern, with PEEP dose escalation using titration, inverted respiratory cycle, and a gradual increase in the respiratory rate. The intraoperative monitoring included central and peripheral hemodynamics, blood gases, and ABB.

Адрес для корреспонденции:

Роман Киселев
E-mail: fincher-75@mail.ru

Correspondence to:

Roman Kiselev
E-mail: fincher-75@mail.ru

Results. The study demonstrated that there was more stable central and peripheral hemodynamics in Group 2 during the intraoperative period as compared to Group 1, where increased systolic BP, median NMBP, diastolic BP, HR, CI, SVI, and SVRI levels were registered. In addition, in Group 2, PaO₂ levels were significantly higher and PCO₂ levels were lower during pneumoperitoneum; no significant changes in ABB were recorded.

Conclusion. Thoracic epidural analgesia with pneumoperitoneum, increased intraabdominal pressure, and PEEP escalation mode provide stable intraoperative central and peripheral hemodynamics during endoscopic gastric resection in patients with morbid obesity.

Key words: *morbid obesity; respiratory support; central hemodynamics; pneumoperitoneum; ABB*

DOI:10.15360/1813-9779-2017-1-24-33

Введение

Распространенность больных ожирением увеличивается во всем мире. По данным экспертов ВОЗ, в 2014 г. число больных ожирением превысило 600 млн. человек, причем в большей степени именно за счет морбидных форм [1–3]. Как известно, морбидное ожирение, относясь к числу 5-и основных факторов риска смерти [4], представляет собой серьезную угрозу состоянию общественного здоровья из-за повышенного риска развития сопутствующих заболеваний. На этом фоне широкое распространение получили хирургические методы лечения ожирения. Одна из наиболее эффективных и часто выполняемых бariatрических операций — эндоскопическая продольная резекция желудка. При выборе анестезиологического обеспечения этих травматичных вмешательств необходимо учитывать анатомические и функциональные изменения у пациентов с морбидным ожирением, в первую очередь — сердечно-сосудистой системы. Условия выполнения этих операций эндоскопическим методом с применением карбоксиперитонеума, увеличение внутрибрюшного давления, адсорбция углекислого газа, необходимость маневра рекрутования альвеол, негативное влияние на гемодинамику вынужденного положения на операционном столе сами по себе усугубляют имеющиеся нарушения гемодинамики, вентиляции и газообмена. Кроме того, при выполнении этих операций в определенной степени необходима реализация принципа fast track, поскольку ранняя активизация этих больных — залог благоприятного течения раннего послеоперационного периода [5, 6]. В этих условиях интраоперационный мониторинг системы кровообращения является неотъемлемым компонентом анестезиологического обеспечения абдоминальных эндоскопических операций. Цель исследования — изучить влияние метода анестезии и параметров респираторной поддержки на центральную и периферическую гемодинамику у пациентов с морбидным ожирением при эндоскопической резекции желудка.

Материал и методы

Провели рандомизированное исследование у 43-х пациентов с индексом массы тела > 40 кг/м², которым была выполнена эндоскопическая продольная резек-

Introduction

The prevalence of obesity is increasing worldwide. According to WHO experts, in 2014 the number of obese patients exceeded 600 million people, and to a greater extent it was due to its morbid forms [1–3]. Being one of five key risk factors for death, the morbid obesity is known to be a serious threat to the public healthcare due to increased risk of comorbidities [4]. On this background, surgical treatment options for obesity have been widely applied. Endoscopic sleeve gastrectomy is one of the most effective and commonly performed bariatric surgeries. Anatomical and functional changes in patients with the morbid obesity, first of all, in the cardiovascular system, should be taken into account during selection of the anesthetic support for these invasive interventions. On the other hand, the conditions of these endoscopic surgeries using pneumoperitoneum, increased intraabdominal pressure, adsorption of carbon dioxide, the need for lung recruitment maneuver, and the negative effect of the forced position on the operating table on hemodynamics worsen existing hemodynamic, ventilation, and gas exchange disorders. In addition, the fast track principle should be applied during these surgeries, because early activation of these patients is the key to a favorable course of the early postoperative period [5, 6]. Under these conditions, intraoperative monitoring of the circulatory system is an essential component of anesthetic management of abdominal endoscopic surgeries. The following study was carried out to evaluate the effect of anesthesia and respiratory support parameters on the central and peripheral hemodynamics in this patient population during the endoscopic sleeve gastrectomy.

Materials and Methods

A randomized study of 43 patients with a body weight index >40 kg/m² who had undergone the endoscopic sleeve gastrectomy was performed. The patients were divided into two groups depending on the choice of the anesthetic technique and respiratory support tactics. In group 1 ($n=22$), a combined anesthesia based on the low-flow desflurane inhalation using a routine mode of mechanical ventilation (MV) was applied as an anesthetic management: VC-CMV mode, V_t 7–8 mL / kg of ideal

For The Practitioner

ция желудка. В зависимости от выбора метода анестезии и тактики респираторной поддержки больные были разделены на 2 группы. В 1-й группе ($n=22$) в качестве анестезиологического обеспечения применяли комбинированную анестезию на основе низкопоточной ингаляции десфлюрана, с использованием традиционной ИВЛ: режим — VC-CMV, V_t 7–8 мл/кг от идеальной массы тела (ИдМТ), f 12–14 в мин., $T_i:T_E$ — 1:2, постоянный уровень PEEP — 7 см водн.ст., во 2-й группе ($n=21$) в качестве анестезиологического обеспечения применяли сочетанную анестезию на основе низкопоточной ингаляции десфлюрана с продленной эпидуральной анальгезией 0,2% раствором ропивакaina, с использованием модифицированной ИВЛ: режим — VC-CMV, V_t 5–6 мл/кг от ИдМТ, f — 12 в мин., с постепенным увеличением до 18 в мин., $T_i:T_E$ — 1:1, с эскалационным способом подбора PEEP титрованием, начиная от 7 см водн. ст. постепенно по 1–2 см водн. ст., увеличивали уровень PEEP, контролируя показатели газообмена и гемодинамики. При повышении ПДКВ до значений, при которых начинала снижаться оксигенация крови и развивались нарушения гемодинамики, дальнейшее увеличение уровня PEEP прекращали. После этого PEEP снижали на 1–2 см водн. ст. до предшествующего оптимального значения [7]. По шести основным признакам сравниваемые группы былиreprезентативны: пол, возраст, ИМТ, характер сопутствующей патологии, оценка по ASA, тип оперативного вмешательства.

За сутки до операции в условиях УЗИ — ассистирования портативной системой Mindray M5 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd. PRC) осуществляли катетеризацию v.jugularis interna. Катетеризацию эпидурального пространства выполняли в операционной в положении сидя срединным доступом, также в условиях УЗИ — ассистирования портативной системой Mindray M5. Уровень пункции эпидурального пространства — Th5–7. Применили стандартные наборы «Perifix» (B. Braun) с катетером 20G. Катетер проводили краинально на 3 см и фиксировали специальными фиксаторами «EpiFix»(Unomedical). В операционной вводили тест-дозу местного анестетика (ропивакайн 0,5% — 3 мл). Через 5 минут (при отсутствии признаков спинальной анестезии) начинали пошаговое введение 0,33% ropivacaина болюсами по 3,0 мл до введения полной дозы $11,5 \pm 1,5$ мл в течение 20–30 минут. Через 1 час начинали введение в режиме постоянной инфузии поддерживающей дозы 0,33% ropivacaина со скоростью $7,0 \pm 2,0$ мл/час [8]. Катетеризировали мочевой пузырь одноразовой системой PreKon™ (Unamedical Danmark) для контроля диуреза и измерения интраабдоминального давления непрямым способом.

Индукцию в анестезию в обеих группах проводили фентанилом $2,5 \pm 0,07$ мкг/кг ИдМТ и пропофолом $2,5 \pm 0,03$ мг/кг актуальной массы тела (АМТ). Интубацию трахеи выполняли на фоне миорелаксации рокурониумом $0,6 \pm 0,04$ мг/кг ИдМТ, с высокопоточной преоксигенацией через носовые канюли в позиции с приподнятым головным концом для ларингоскопии (Head Elevated Laryngoscopy Position) [9]. Базовую анестезию поддерживали low flow ингаляцией десфлюрана в дозе $5,2 \pm 1,7$ об% до целевого значения MAC $4,1 \pm 1,4$ в комбинации с фракционным введением фентанила $4,3 \pm 0,6$ мкг/кг/ч ИМТ, в сочетании с ПЭА ро-

body weight (IBW), $f = 12\text{--}14$ per min, TI:TE — 1:2, a constant PEEP level — 7 cm H₂O. In group 2 ($n=21$), a combined anesthesia based on the low-flow desflurane inhalation with the prolonged epidural analgesia with 0,2% ropivacaine solution using a modified MV mode was applied as an anesthetic management: VC-CMV mode, V_t 5–6 mL/kg IBW, $f=12$ per min, gradually increasing up to 18 per min, TI:TE — 1:1, with the PEEP escalation starting from 7 cmH₂O and increasing gradually by 1–2 cmH₂O. The PEEP level was increased under monitoring of gas exchange and hemodynamic parameters. When the PEEP was increased to the point when blood oxygenation began to decelerate and hemodynamic disorders developed, further increase of the PEEP level was discontinued. After that, PEEP was reduced by 1–2 cmH₂O to the previous optimal value [7]. The compared groups were representative for the following 6 key parameters: gender, age, BWI, comorbidity nature, physical state (according to ASA), and the type of a surgical intervention.

Catheterization of v.jugularis interna was performed a day before the surgery under ultrasound assistance using the portable Mindray M5 system (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd. PRC). Epidural catheterization was performed in the operating room in a sitting position via midline approach under ultrasound assistance using the portable Mindray M5 system. The epidural cavity was punctured at the Th5,7 level. Standard Rerifix kits (B.Braun) with a 20G catheter were applied. The catheter was introduced cephalad to the depth of 3 cm and fixed using specialized EpiFix clamps (Unomedical). A test dose of a local anesthetic (3 mL of 0,5% ropivacaine) was injected in the operating room. Step-by-step bolus introduction of 0,33% ropivacaine, 3,0 ml per step, was initiated in 5 minutes (if no signs of spinal anesthesia were observed) until the full dose of $11,5 \pm 1,5$ ml was introduced within 20–30 minutes. A continuous infusion of the maintenance dose 0,33% ropivacaine at a rate of $7,0 \pm 2,0$ mL/hour was initiated in 1 hour [8]. Bladder catheterization was performed using the disposable PreKon™ system (Unamedical Denmark) for monitoring of the urine output and indirect measuring of the intraabdominal pressure.

The induction of anesthesia was performed in both groups using $2,5 \pm 0,07$ µg/kg IBW of fentanyl and $2,5 \pm 0,03$ mg/kg of actual body weight (ABW) of propofol. Tracheal intubation was performed on the background of myorelaxation using $0,6 \pm 0,04$ mg/kg IBW of rocuronium, with a high-flow peroxygenation through nasal cannula in the head elevated laryngoscopy position [9]. The basic anesthesia was sustained with a low-flow inhalation of desflurane at a dose of $5,2 \pm 1,7$ vol% to the target MAC value of $4,1 \pm 1,4$ in combination with fractional introduction of fentanyl at a dose of $4,3 \pm 0,6$ µg/kg/h IBW combined with ropivacaine-containing PEA at a rate of 5–8 mL/h. The myorelaxation was sustained using intravenous infusions of rocuronium at a rate of $0,4 \pm 0,05$ mg/kg/h IBW under the TOF stimulation [10].

The infusion therapy in patients of both groups included a balanced water-electrolyte solution and a gelatin-based colloidal solution; the infusion volume depended on the intraoperative blood loss and perspiration losses.

The intraoperative monitoring of peripheral hemodynamics was provided using the Hewlett-Packard 56S device. Noninvasive systolic blood pressure (NSBP), mean

пивакаином со скоростью 5–8 мл/ч. Миорелаксацию поддерживали внутривенной инфузией рокурониума со скоростью $0,4 \pm 0,05$ мг/кг/ч ИМТ, под контролем TOF-стимуляции [10].

Инфузионная терапия у пациентов обеих групп включала сбалансированный водно-электролитный раствор и коллоидный раствор на основе желатина, объем инфузии определялся интраоперационной кровопотерей и перспирационными потерями.

Интраоперационный мониторинг периферической гемодинамики обеспечивали аппаратом Hewlett-Packard 56S. Регистрировали неинвазивное САД, АДср., ДАД, ЧСС, ЭКГ в шестиканальном режиме. Мониторинг центральной гемодинамики осуществляли методом частичной рециркуляции углекислого газа в замкнутом дыхательном контуре с помощью системы NICO 7300 (Novametrics Medical Systems Inc. USA), основываясь на принципе Фика. Контролировали, сердечный индекс (CI), индекс ударного объема (SVI), индекс системного сосудистого сопротивления (SVRI), ЦВД флеботонометром Вальдмана; КОС (рН, BE, HCO₃), лактат и газы крови (PaO₂, PaCO₂) — газоанализатором i-STAT (Abbott USA). Мониторинг глубины анестезии осуществляли с помощью биспектрального индекса модулем BISXTM, поддерживая показатель BIS на уровне 50–60 [11]. Нейромышечный мониторинг выполняли методом акселеромиографии с помощью аппарата TOF-Watch® SX (Organon, Ireland). Исследования проводили на 4-х этапах: после индукции в анестезию, на этапе после инсуффляции CO₂ в брюшную полость, наложения скрепочного шва, после десуффляции.

Статистическую обработку полученных результатов исследования проводили методом вариационной статистики с целью оценки и анализа статистической совокупности путем составления вариационных рядов, вычисления средних величин (*M*), стандартного отклонения (*SD*), медианы (*Me*), 25-й (*LQ*) и 75-й (*UQ*) процентилей. Качественные признаки описывали простым указанием количества и доли (в процентах) для каждой категории. Проверку данных на соответствие нормальному закону распределения проводили с помощью критерия Колмогорова. В том случае, если распределение соответствовало нормальному, для оценки достоверности различий между выборками использовали критерий Стьюдента. В противном случае использовали *U*-критерий Манна—Уитни, а связанных выборках *W*-критерий Вилкоксона. Уровень статистической значимости при проверке нулевой гипотезы принимали соответствующий *p*<0,05 [12]. Обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Statistica 6.0 и MS Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Средняя продолжительность оперативного вмешательства в 1-й группе со-ставила $146,4 \pm 3,7$ минуты, во 2-й группе — $148,1 \pm 4,1$ минуты. Объем кровопотери в 1-й группе — $181,2 \pm 17,8$ мл, во 2-й группе — $178,5 \pm 18,1$ мл. Соответственно объем инфузионной терапии в 1-й группе составил: кристаллоиды — $17,2 \pm 2,4$ мл/кг ИдМТ, коллоиды — $6,8 \pm 2,1$ мл/кг ИдМТ, во 2-й группе: крис-

blood pressure (NMBP), diastolic blood pressure (NDBP), heart rate (HR), and six-channel ECG were registered. The central hemodynamics was monitored by means of a partial carbon dioxide recirculation in the closed respiratory circuit using the NICO 7300 system (Novametrics Medical Systems Inc. USA) based on the Fick principle. Cardiac index (CI), stroke volume index (SVI), systemic vascular resistance index (SVRI), and central venous pressure (CVP) were monitored using Waldman's phlebomanometer. ABB and blood gases (PaO₂, PaCO₂, pH, BE, HCO₃, lactate) were monitored using the i-STAT gas analyzer (Abbott USA). The depth of anesthesia was monitored using a bispectral index by means of a BISXTM module, the BIS index being maintained at the level of 50–60 [11]. Neuromuscular monitoring was performed using the acceleromyography by means of the TOF-Watch® SX device (Organon, Ireland). The tests were performed at 4 points: after induction of anesthesia; after CO₂ insufflation in the abdominal cavity; after application of staples; and after desufflation.

The statistical processing of the obtained results was performed using variation statistics to evaluate and analyze the statistical population by means of grouping of variation series, mean values (*M*), standard deviation (*SD*), median (*Me*), 25 (*LQ*) and 75 (*UQ*) percentiles. The qualitative parameters were described by means of mere indication of the amount and the proportion (in percentage) for each category. Verification of data for compliance with the normal distribution law was performed using Kolmogorov's criterion. In that case, if the distribution complied with the normal one, the *t*-test was used to assess the significance of the differences between samples. Otherwise, the Mann—Whitney *U*-test was used, and the Wilcoxon rank sum test was used for linked samples. The level of statistical significance at verification of the null hypothesis was equal to *P*<0,05 [12]. The data were processed using Statistica 6.0 (StatSoft, USA) and MS Excel 2010 software.

Results and Discussion

The average duration of a surgical intervention was $146,4 \pm 3,7$ minutes in Group 1 and $148,1 \pm 4,1$ minutes in Group 2. The blood loss volume was $181,2 \pm 17,8$ mL in Group 1 and $178,5 \pm 18,1$ mL in Group 2. Therefore, the volume of the infusion therapy in Group 1 was as follows: crystalloids = $17,2 \pm 2,4$ mL/kg IBW, colloids = $6,8 \pm 2,1$ mL/kg IBW; in Group 2, it was as follows: crystalloids = $16,8 \pm 2,3$ mL/kg IBW, colloids = $9 \pm 1,8$ mL/kg IBW.

At the first stage of the study, NSBP, NMBP, and NDBP values did not differ significantly in both groups (Table 1). No rhythm disorders or ST segment depression were registered in any observation. A study of central hemodynamics demonstrated a decrease in CI and SVI to the lower normal limits; and no significant differences between groups were registered (Table 1); there also was a significantly lower CVP in both groups as compared to the normal limits (*P*<0,05) SVRI values did not differ sig-

Таблица 1. Сравнительная характеристика интраоперационных параметров гемодинамики между группами Me (LQ; UQ).

Table 1. Comparative characteristics of intraoperative parameters of hemodynamics between groups Me (LQ; UQ).

Parameters	Groups	Values of parameters on the stages of the study			
		1 st	2 nd	3 rd	4 th
HR, per/min	1	69.4 (65.1; 76.4)	76.3 (67.5; 88.3)**	84.9 (76.1; 92.5)**	71.2 (63.3; 79.3)**
	2	71.2 (66.3; 82.4)	63.1 (57.4; 71.8)***	62.5 (56.8; 73.2)*	63.4 (55.8; 72.9)*
NSBP, mm Hg	1	119.2 (102.5; 144.2)	140.8 (131.3; 162.4)**	149.7 (134.6; 166.4)**	132.8 (125.1; 138.9)**
	2	121.8 (105.2; 126.7)	118.3 (102.4; 128.7)*	119.4 (103.6; 126.5)*	120.8 (105.1; 129.2)*
NMBP, mmHg	1	83.7 (71.2; 96.8)	95.7 (81.2; 102.3)**	104.7 (89.9; 109.7)**	92.2 (85.1; 98.2)**
	2	81.1 (75.2; 104.9)	79.8 (68.9; 94.1)*	80.2 (63.7; 92.1)*	80.9 (64.6; 93.4)*
NDBP, mmHg	1	75.3 (61.8; 80.7)	88.5 (78.8; 102.3)**	95.9 (84.2; 104.9)**	85.7 (78.9; 92.3)**
	2	73.7 (59.1; 80.5)	71.1 (50.8; 79.4)*	72.3 (67.2; 81.7)*	71.9 (58.2; 80.1)*
CVP, mm H ₂ O	1	18.5 (15.8; 36.8)	42.8 (19.3; 61.7)**	84.8 (75.4; 97.6)**	85.3 (76.7; 98.2)
	2	20.2 (17.8; 38.4)	44.1 (20.4; 67.4)**	55.2 (46.1; 67.4)***	54.1 (42.8; 66.1)*
CI, l/min/m ²	1	2.7 (1.8; 3.5)	3.9 (2.1; 3.9)**	4.9 (3.7; 5.7)**	3.9 (3.4; 5.4)**
	2	2.8 (1.9; 3.7)	3.7 (2.0; 4.0)**	3.9 (2.7; 5.2)*	3.8 (2.8; 5.1)
SVI, ml/m ²	1	43.1 (37.2; 57.3)	57.2 (47.1; 61.3)**	73.8 (64.4; 79.9)**	58.9 (46.8; 67.5)**
	2	42.7 (36.4; 56.1)	55.5 (46.4; 69.7)**	59.7 (49.1; 568.4)*	57.1 (42.7; 57.8)
SVRI, dyn•sm•s ⁻⁵ •m ²	1	2121.1 (1915.3; 2465.3)	2431.1 (1994.1; 2818.1)**	3134.3 (2786.3; 3484.1)**	2025.3 (1678.7; 2242.4)**
	2	2152.2 (1918.1; 2586.7)	1932.9 (1749.3; 2217.7)***	1941.5 (1618.3; 2268.4)*	1971.2 (1536.2; 212854)

Note. Significant differences at $P<0.05$: * – between the two groups; ** – as compared to the previous stage; versus normal limits are marked with bold type; *** – as compared to the previous stage and between the two groups.

Примечание. Для табл. 1, 2: Parameters – показатели; Groups – группы; Values of parameters on the stages of the study – значения показателей на этапах исследования. HR, per/min – ЧСС, уд/мин; NSBP, mm Hg – САД, мм рт. ст.; NMBP – АД_{ср}; NDBP – ДАД; CVP mm H₂O – ЦВД, мм водн. ст.; CI, l/min/m² – сердечный индекс, л/мин/m²; SVI, ml/m² – индекс ударного объема, мл/m²; SVRI, dyn•sm•s⁻⁵•m² – индекс системного сосудистого сопротивления, дин•см•с⁻⁵•м². Достоверные различия при $p<0.05$: * – между двумя группами; ** – по сравнению с предыдущим этапом; жирным шрифтом выделено по отношению норме; *** – по сравнению с предыдущим этапом и между двумя группами.

тalloиды – 16,8±2,3 мл/кг ИдМТ, коллоиды – 9±1,8 мл/кг ИдМТ.

На 1-м этапе исследования показатели САД, АД_{ср}, ДАД достоверно в обеих группах не различались (табл. 1). Ни в одном наблюдении не зарегистрировали нарушений ритма сердца или депрессии сегмента ST. При исследовании показателей центральной гемодинамики выявили снижение CI, SVI до уровня нижних границ нормальных значений и достоверных различий между группами не зарегистрировали (табл. 1). Наблюдали также достоверно меньшее значение ЦВД в обеих группах в сравнении с нормальными показателями ($p<0.05$). Значения SVRI в обеих группах достоверно между собой не различались, и находились в пределах референсных значений.

На 2-м этапе исследования в 1-й группе зарегистрировали увеличение значений САД, АД_{ср}, ДАД в сравнении с предыдущим этапом исследования и показателями 2-й группы, при этом во 2-й группе достоверной разницы показателей САД, АД_{ср}, ДАД между 1-м и 2-м этапом исследований не выявили (табл. 1). Кроме того, во 2-й группе зарегистрировали достоверное снижение ЧСС в сравнении с предыдущим этапом исследования и с показателями 1-й группы ($p<0.05$). Не зарегистрировали также нарушений ритма сердца или депрессии сегмента ST. При анализе показателей центральной гемодинамики был выявлен

nificantly between groups and were within reference limits.

At the second stage of the study, the increase in NSBP, NMBP, and NDBP values was registered in Group 1 as compared to the previous stage of the study and Group 2 parameters; at that, no significant difference in NSBP, NMBP, and NDBP values in Group 2 between the 1st and 2nd stage of the study was registered (Table 1). In addition, in Group 2, a significant reduction in the heart rate was registered as compared to the previous stage of the study and to Group 1 parameters ($P<0.05$). Besides, no rhythm disorders or ST segment depression were registered in any observation. The analysis of central hemodynamic parameters demonstrated a significant increase in CI, SVI, CVP values in both groups as compared to the 1st stage of the study (Table 1). In addition, increased SVRI values were registered in Group 1 as compared to the previous stage of the study. On the contrary, in Group 2, a significant reduction in the SVRI values was registered as compared to the previous stage of the study and Group 1 values ($P<0.05$).

At the third stage of the study, in Group 1 the growth in NSBP, NMBP, and NDBP values continued as compared to the previous stage of the study and Group 2 values ($P<0.05$); at that, 1 case of ST depression in two leads and 3 cases of single supraventricular extrasystole were registered. In Group 2, no signifi-

достоверный рост значений СІ, SVI, ЦВД во обеих группах в сравнении с 1-м этапом исследования (табл. 1), рост SVRI в 1-й группе в сравнении с предыдущим этапом исследования. Во 2-й группе — достоверное снижение значения SVRI, как в сравнении с предыдущим этапом исследования, так и в сравнении с 1-й группой ($p<0,05$).

На 3-м этапе исследования в 1-й группе продолжился рост значений САД, АД_{ср.}, ДАД, ЧСС в сравнении с предыдущим этапом исследования и значениями 2-й группы ($p<0,05$), при этом зарегистрировали один инцидент депрессии ST более, чем в двух отведений, и три инцидента единичной наджелудочковой экстрасистолии. Во 2-й группе достоверной разницы показателей АД_{ср.}, ДАД, ЧСС между 2-м и 3-м этапом исследований не выявили (табл. 1), ни в одном наблюдении не зарегистрировали нарушений ритма сердца или депрессии сегмента ST. При анализе показателей центральной гемодинамики выявили достоверный рост значений СІ, SVI, SVRI, ЦВД в 1-й группе в сравнении с предыдущим этапом исследования и показателями 2-й группы (табл. 1), причем значения СІ, SVI, SVRI были достоверно выше верхних значений референсных показателей ($p<0,05$). Во 2-й группе был выявлен достоверный рост ЦВД в сравнении со 2-м этапом, достоверной разницы показателей СІ, SVI, SVRI в сравнении с предыдущим этапом не выявили (табл. 1).

На 4-м этапе исследования в 1-й группе отметили достоверное снижение САД, АД_{ср.}, ДАД, ЧСС в сравнении с 3-м этапом исследования, при этом значения САД, АД_{ср.}, ДАД, ЧСС оставались достоверно выше, чем во 2-й группе ($p<0,05$). Во 2-й группе достоверной разницы показателей САД, АД_{ср.}, ДАД, ЧСС в сравнении с предыдущим этапом исследований не выявили (табл. 1), ни в одном наблюдении не регистрировали нарушений ритма сердца или депрессии сегмента ST. При анализе показателей центральной гемодинамики выявили достоверное снижение значений СІ, SVI, SVRI в 1-й группе в сравнении с 3-м этапом исследования (табл. 1) ($p<0,05$), во 2-й группе достоверной разницы показателей СІ, SVI, SVRI в сравнении с предыдущим этапом не выявили. Во 2-й группе выявили достоверный рост ЦВД в сравнении со 2-м этапом, но при этом значение ЦВД во 2-й группе было достоверно ниже, чем в 1-й группе.

Полученные нами результаты исследования свидетельствуют о том, что сочетание эпидуральной анальгезии ропивакаином с низкоточечной ингаляции десфлюрана обеспечивают более стабильные параметры центральной гемодинамики, чем комбинированная анестезия на основе десфлюрана.

При исследовании параметров газов крови и КОС на исходном этапе (табл. 2) в обеих группах

достоверный рост значений СІ, SVI, ЦВД во обеих группах в сравнении с 1-м этапом исследования (табл. 1), рост SVRI в 1-й группе в сравнении с предыдущим этапом исследования. Во 2-й группе — достоверное снижение значения SVRI, как в сравнении с предыдущим этапом исследования, так и в сравнении с 1-й группой ($p<0,05$).

На 3-м этапе исследования в 1-й группе продолжился рост значений САД, АД_{ср.}, ДАД, ЧСС в сравнении с предыдущим этапом исследования и значениями 2-й группы ($p<0,05$), при этом зарегистрировали один инцидент депрессии ST более, чем в двух отведений, и три инцидента единичной наджелудочковой экстрасистолии. Во 2-й группе достоверной разницы показателей АД_{ср.}, ДАД, ЧСС между 2-м и 3-м этапом исследований не выявили (табл. 1), ни в одном наблюдении не зарегистрировали нарушений ритма сердца или депрессии сегмента ST. При анализе показателей центральной гемодинамики выявили достоверный рост значений СІ, SVI, SVRI, ЦВД в 1-й группе в сравнении с предыдущим этапом исследования и показателями 2-й группы (табл. 1), причем значения СІ, SVI, SVRI были достоверно выше верхних значений референсных показателей ($p<0,05$). Во 2-й группе был выявлен достоверный рост ЦВД в сравнении со 2-м этапом, достоверной разницы показателей СІ, SVI, SVRI в сравнении с предыдущим этапом не выявили (табл. 1).

At the fourth stage of the study, in Group 1, there was a significant drop of NSBP, NMBP, NDBP, and HR as compared to the 3rd stage. At that, the NSBP, NMBP, NDBP, and HR values remained significantly higher than those in Group 2 ($P<0.05$). In Group 2, no significant difference in NSBP, NMBP, NDBP, and HR values was found as compared to the previous phase of the study (Table 1). No rhythm disorders or ST segment depression were found in any observation. The analysis of central hemodynamic parameters also demonstrated a significant reduction in CI, SVI, and SVRI values in Group 1 as compared to the 3rd stage of the study (Table 1). In Group 2, no significant difference in CI, SVI, and SRVI values were found as compared to the previous stage ($P<0.05$). In Group 2, there was a significant growth in CVP values as compared to the 2nd stage; but at that, the CVP value in Group was significantly lower than that in Group 1. No significant difference in CI, SVI, SVRI values was registered in Group 2 as compared to the previous stage of the study (Table 1).

Thus, the obtained results indicate that the combination of ropivacaine-containing epidural analgesia with a low-flow inhalation of desflurane provide more stable parameters of central hemodynamics, than the desflurane-based combined anesthesia. This fact indirectly confirms a better anesthetic protection of the combined technique.

The study of baseline gas homeostasis and ABB parameters (Table 2) in both groups demonstrated a significant reduction in the PaO₂ level and an increase in the PaCO₂ level as compared to normal values ($P<0.05$). Lactate, pH, BE, and HCO₃, levels were within reference values at the 1st stage and did not differ significantly.

At the 2nd stage, there was a PaO₂ level rise in both groups; at that, in Group 2, it was significantly higher as compared to Group 1 values ($P<0.05$). Elevation of PaCO₂ levels in Group 1 continued as compared to the previous stage of the study. In Group 2, hypercapnia persisted; however, no significant differences in PaCO₂ levels were found as compared to the 1st stage of the study (Table 2). Lactate, pH, HCO₃, and BE concentrations did not differ.

Таблица 2. Сравнительная характеристика интраоперационных параметров КОС и газов крови между группами (Me (LQ; UQ)).

Table 2. Comparative characteristics of intraoperative parameters of ABB and blood gases between groups (Me (LQ; UQ)).

Parameters	Groups	Values of parameters on the stages of the study			
		1 st	2 nd	3 rd	4 th
PaO ₂ , mm Hg	1	82.1 (75.4; 85.3)	89.2 (87.5; 94.1)**	91.5 (88.7; 95.2)	92.1 (89.3; 95.8)
	2	82.9 (78.5; 86.4)	94.7 (92.5; 99.3)***	98.1 (95.9; 99.4)*	98.3 (96.2; 100.2)*
PaCO ₂ , mm Hg	1	51.3 (48.5; 57.5)	57.7 (51.2; 61.3)**	64.1 (56.7; 67.4)**	64.9 (57.5; 69.5)
	2	52.4 (58.1; 58.2)	52.3 (48.1; 57.5)*	51.9 (47.5; 57.2)*	49.7 (44.1; 53.2)*
Lactate, mmol/l	1	1.3 (0.8; 1.5)	1.4 (0.9; 1.8)	1.6 (0.7; 2.1)	1.5 (0.6; 1.9)
	2	1.4 (0.9; 1.6)	1.3 (0.8; 1.7)	1.4 (0.9; 1.9)	1.3 (0.8; 1.5)
pH	1	7.35 (7.32; 7.42)	7.34 (7.30; 7.39)	7.22 (7.11; 7.36)**	7.26 (7.12; 7.40)
	2	7.36 (7.33; 7.41)	7.35 (7.31; 7.38)	7.34 (7.30; 7.39)*	7.35 (7.32; 7.39)*
BE, mmol/l	1	-1.2 (-1.6; 1.2)	-1.3 (-1.9; 1.6)	-1.8 (-1.6; 1.6)**	-1.9 (-2.2; 0.8)
	2	-1.3 (-1.7; 1.1)	-1.2 (-2.1; 1.3)	-1.3 (-1.3; 1.3)*	-1.2 (-1.9; 1.0)*
HCO ₃ , mmol/l	1	23.4 (20.5; 25.1)	25.9 (24.2; 27.8)	26.1 (23.1; 29.5)	25.8 (22.7; 28.1)
	2	24.1 (21.6; 27.3)	23.8 (20.1; 26.4)	24.5 (21.8; 26.1)	24.3 (21.2; 27.1)

Note. Significant differences at $P<0.05$: * — between the two groups; ** — as compared to the previous stage; versus normal limits are marked with bold type; *** — as compared to the previous stage and between the two groups.

Примечание. Lactate mmol/l — лактат, ммоль/л. Достоверные различия при $p<0.05$: * — между двумя группами; ** — по сравнению с предыдущим этапом; жирным шрифтом выделено по отношению норме; *** — по сравнению с предыдущим этапом и между двумя группами.

зарегистрировали достоверное снижение PaO₂ и увеличение PaCO₂ в сравнении с нормальными значениями ($p<0.05$). Концентрация лактата и значения pH, BE, HCO₃ на 1-м этапе исследования находились в пределах референсных значений.

На 2-м этапе исследования наблюдали рост значений PaO₂ в обеих группах, причем во 2-й группе он был достоверно выше в сравнении со значениями 1-й группы ($p<0.05$). Наросло PaCO₂ в 1-й группе в сравнении с предыдущим этапом исследования, во 2-й группе также сохранялась гиперкапния, но достоверных различий значений PaCO₂ в сравнении с 1-м этапом исследования не выявили (табл. 2). Концентрация лактата, значения pH, BE, HCO₃ на 2-м этапе исследования достоверно между группами и с 1-м этапом исследования не различались.

На 3-м этапе исследования отметили рост PaO₂ во 2-й группе в сравнении с предыдущим этапом (табл. 2). Продолжился рост PaCO₂ в 1-й группе в сравнении с предыдущим этапом исследования. Кроме того, отметили достоверное снижение значений pH в 1-й группе в сравнении с предыдущим этапом и со значениями 2-й группы ($p<0.05$).

На 4-м этапе в обеих группах после десуффлляции не регистрировали дальнейшего роста гиперкапнии (табл. 2). Не различалось PaO₂ в сравнении с предыдущими этапами исследования, при этом PaO₂ во 2-й группе был достоверно выше, чем в 1-й группе, а PaCO₂ — достоверно ниже ($p<0.05$). Отметили достоверно меньшее значение pH в 1-й группе в сравнении со 2-й группой.

Таким образом, модифицированный режим ИВЛ обеспечивал лучшие параметры газового со-

значительно; there was also no significant difference with the 1st stage of the study.

At the 3rd stage, there was also an elevation of the PaO₂ level in Group 2 as compared to the previous stage; in Group 1, there was no significant difference in PaO₂ levels (Table 2). The elevation of the PaCO₂ level in Group 1 continued as compared to the previous stage of the study; in Group 2, no significant differences in PaCO₂ levels were registered. In addition, there was also a significant reduction in the pH concentration in Group 1 as compared to the previous stage and Group 2 values ($P<0.05$). No significant differences in the lactate, HCO₃, and BE levels were found as compared to the 2nd stage of the study and between groups.

At the 4th stage, after desufflation, no further elevation of hypercapnia was recorded in both groups (Table 2). PaO₂ levels did not differ significantly as compared to the earlier stages of study; at that, the level of PaO₂ in Group 2 was significantly higher than in Group 1, and the level of PaSO₂ was significantly lower ($P<0.05$). The pH concentration was also significantly lower in Group 1 as compared to Group 2; no significant differences with the data acquired from the previous stage of the study were found. The analysis of lactate, HCO₃ and BE parameters demonstrated no difference between groups and stages of the study.

Therefore, a modified MV mode provided better blood gas composition, ABB, and tissue perfusion parameters than the routine ventilation mode.

At the initial stage of the study, after the induction of anesthesia and before pneumoperitoneum, the key central and peripheral hemodynamic parameters in the patients of both groups did

става крови, КОС и тканевой перфузии, чем традиционный вариант вентиляции легких.

На начальном этапе исследования после индукции в анестезию и до наложения пневмoperitoneума основные показатели центральной и периферической гемодинамики у пациентов обеих групп статистически достоверно не различались и находились в пределах нормальных значений. Низкие значения ЦВД в обеих группах вероятно связаны с исходной гиповолемией, показатели CI, SVI на уровне нижних границ нормальных значений обусловлены сочетанием исходной гиповолемии и медикаментозной депрессией гемодинамики после индукции в анестезию. Прогрессирующий рост значений САД, АД_{ср}, ДАД, ЧСС, SVRI в 1-й группе на последующих этапах исследования обусловлен сочетанием аффективной импульсации с барорецепторами брюшины, ростом внутрибрюшного давления [13]. Во 2-й группе за счет эффективной вегетативной блокады и полноценного анальгетического эффекта на фоне продленной инфузии ropivacaïne в эпидуральное пространство сохранялись стабильные показатели САД, АД_{ср}, ДАД, ЧСС, SVRI на всех этапах исследования (табл. 1, 2) [14]. Повышение значений ЦВД, CI, SVI в обеих группах на 2-м этапе исследования связано с корригирующим влиянием инфузационной терапии. На 3-м этапе значения ЦВД, CI, SVI во 2-й группе сохранились на прежнем уровне, а в 1-й группе продолжали увеличиваться, вероятно, за счет недостаточной анестезиологической защиты [15]. На заключительном этапе исследования снижение значений САД, АД_{ср}, ДАД, ЧСС, SVRI, CI, SVI в 1-й группе связано с десуффляцией CO₂ из брюшной полости, повышенное значение ЦВД, вероятно, связано с сохраняющимися «сдвигами» показателей газового состава крови на фоне традиционного режима ИВЛ (табл. 2) [16]. На 4-м этапе исследования после десуффляции значения САД, АД_{ср}, ДАД, SVRI, CI, SVI во 2-й группе имели схожий уровень с показателями предыдущих этапов исследования, что говорит об отсутствии негативного влияния модифицированных параметров ИВЛ на центральную гемодинамику. Большое значение в обеспечении стабильных показателей периферической и центральной гемодинамики сыграло применение высокой грудной эпидуральной анестезии, которая вызывая эффективную блокаду симпатического ствола, способствует улучшению коронарного кровотока и усилинию сократительной функции миокарда [17, 18].

Выявленная умеренная гипоксемия и гиперкарния на исходном этапе исследования в обеих группах связана непосредственно с анатомофункциональными изменениями респираторной системы у больных с морбидным ожирением. На 2-м этапе исследования в обеих группах был заре-

not differ significantly and were within the normal limits. Low CVP values in both groups were probably associated with the baseline hypovolemia; CI and SVI values at the level of lower normal limits were associated with a combination of the baseline hypovolemia and drug-induced depression of hemodynamics after the induction of anesthesia. The progressing elevation of NSBP, NMBP, NDBP, HR, and SVRI values in Group 1 at subsequent stages of the study was caused by a combination of affective impulses from peritoneal baroreceptors and increased intra-abdominal pressure, [13], as compared to Group 2, where stable NSBP, NMBP, NDBP, HR, and SVRI retained at all stages of the study due to an effective autonomic blockade and a full analgesic effect on the background of prolonged infusion of ropivacaine into the epidural cavity [14] (Tables 1, 2). Increased values of CVP, CI, SVI in both groups at the 2nd stage of the study were associated with a corrective effect of the infusion therapy; at the 3rd stage, CVP, CI, and SVI in Group 2 remained at the same level; in Group 1, they continued to increase, probably, due to the insufficient anesthetic support [15]. At the final stage of the study, decreased values NSBP, NMBP, NDBP, HR, SVRI, CI, SVI in Group 1 were related to CO₂ desufflation from the abdominal cavity; at that, elevated CVP values persisted, perhaps, due to continuing shifts of gas homeostasis parameters on the background of a routine MV mode (Table 2) [16]. At the 4th stage of the study, after desufflation, NSBP, NMBP, NDBP, HR, SVRI, CI, and SVI values in Group 2 were similar to those during the previous stages of the study, thus indicating that there was no negative effect of modified MV parameters on the central hemodynamics. High thoracic epidural anesthesia, which causes an effective blockade of the sympathetic trunk, improves the coronary blood flow and enhances the myocardial contractile ability, significantly contributes to maintaining the stable central and peripheral hemodynamic parameters [17, 18].

Moderate baseline hypoxemia and hypercapnia in both groups were directly related to anatomic and functional changes in the respiratory system of patients with morbid obesity. At the 2nd stage of the study, elevation of PO₂ associated with increased alveolar ventilation (MValv) and functional residual capacity of lungs (FRC) resulting from the use of PEEP and inversion of the respiratory cycle was registered [19].

Continued elevation of hypercapnia in Group 1 at the 3rd stage of the study was probably associated with the lack of its elimination, while in Group 2, the efficiency of elimination of CO₂ improved as a result of a gradual increase in the respiratory rate (RR) and mediated respiratory minute volume (RMV), thus suppressing elevation of the pCO₂ level in Group 2.

гистрирован рост pO_2 , связанный увеличением альвеолярной вентиляции (MValv) и функциональной остаточной емкости легких (ФОЕ) в результате применения ПДКВ и инверсии дыхательного цикла [19].

Продолжающийся рост pCO_2 на 3-м этапе исследования в 1-й группе связан, вероятно, с недостаточной элиминацией углекислоты, в то время как во 2-й группе в результате плавного увеличения частоты дыхания (ЧД) и, опосредовано, минутного объема дыхания (МОД) улучшилась элиминация CO_2 , что привело ограничению роста pCO_2 во 2-й группе. Рост pCO_2 способствовал развитию начальных проявлений респираторного ацидоза в 1-й группе с достоверным снижением значений pH (табл. 2). Достоверный рост оксигенации крови во 2-й группе при использовании модифицированного режима вентиляции на 2-м этапе исследования связан с увеличением альвеолярной вентиляции MValv, ФОЕ в результате ступенчатого повышения уровня ПДКВ, а также с инверсией дыхательного цикла [20].

На 4-м этапе после десуффляции в обеих группах дальнейшего роста pCO_2 не зарегистрировано, что связано с прекращением абсорбции CO_2 из брюшной полости, но при этом концентрация pCO_2 оставалась выше референсных значений, особенно у пациентов 1-й группы, что связано с длительной элиминацией CO_2 из системного кровотока. По этой же причине у пациентов 1-й группы сохранялись явления респираторного ацидоза [21]. Отсутствие различий в концентрации лактата, значений HCO_3 , BE в обеих группах на всех этапах исследования в сравнении с нормальными значениями, исключает метаболический компонент ацидоза.

Заключение

- Грудная эпидуральная анальгезия нивелирует негативное влияние неблагоприятных факторов, присущих эндогенеоскопическим технологиям, на гемодинамику у больных с морбидным ожирением.

- Грудная эпидуральная анальгезия в сочетании с низкопоточной ингаляцией десфлюрана обеспечивает стабильную интраоперационную центральную и периферическую гемодинамику при высоких цифрах ПДКВ, в условиях карбоксиперитонеума, на фоне внутрибрюшной гипертензии, и лучшую анестезиологическую защиту, чем изолированная анестезия на основе десфлюрана.

Литература

- Finucane M.M., Stevens G.A., Cowan M.J., Danaei G., Lin J.K., Paciorek C.J., Singh G.M., Gutierrez H.R., Lu Y., Bahalim A.N., Farzadfar F., Riley L.M., Ezzati M.; Global Burden of Metabolic Risk Factors of Chronic Diseases Collaborating Group (Body Mass Index). National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet.* 2011; 377 (9765):

At that, the pCO_2 elevation contributed to the development of initial symptoms of respiratory acidosis in Group 1 with a significant decrease in the pH concentration (Table 2). A significant growth of oxygenation in Group 2 using the modified ventilation mode at the 2nd stage of the study is associated with increased alveolar ventilation, MValv, FRC as a result of a stepwise elevation of the PEEP level and the inversion of the respiratory cycle [20].

At the 4th stage, after desufflation, no further growth of hypercapnia was registered in both groups that was associated with the cessation of CO_2 absorption from the abdominal cavity; however, the concentration of pCO_2 remained above the reference limits especially in patients of Group 1, in which it was associated with prolonged elimination of CO_2 from the systemic blood flow. For the same reason, in patients of Group 1 manifestations of respiratory acidosis persisted in the form of decreased pH concentrations [21]. The absence of differences in the concentrations of lactate, HCO_3 and BE between the groups at all stages of the study as compared to the limits rules out the metabolic component of acidosis.

Conclusion

- Thoracic epidural analgesia provides a partial blockade of the sympathetic trunk, thus eliminating the adverse effect of unfavorable factors associated with endovideoscopic technologies on hemodynamics of patients with morbid obesity.

- A better anesthetic protection was achieved by the thoracic epidural analgesia combined with a low-flow inhalation desflurane provides a stable central and peripheral hemodynamics at a high PEEP level during pneumoperitoneum with underlying intraabdominal hypertension as compared to the desflurane-based isolated anesthesia.

- Being a part of anesthetic support of bariatric surgeries, the modified MV mode provided optimal blood gas composition and ABB parameters during pneumoperitoneum as compared to conventional ventilation settings.

- Модифицированный режим ИВЛ, как компонент анестезиологического обеспечения бariatрических операций, обеспечил лучшие показатели газового состава крови и КОС в условиях карбоксиперитонеума, чем традиционные параметры вентиляции.

References

- Finucane M.M., Stevens G.A., Cowan M.J., Danaei G., Lin J.K., Paciorek C.J., Singh G.M., Gutierrez H.R., Lu Y., Bahalim A.N., Farzadfar F., Riley L.M., Ezzati M.; Global Burden of Metabolic Risk Factors of Chronic Diseases Collaborating Group (Body Mass Index). National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet.* 2011; 377 (9765):

- 557–567. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62037-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62037-5). PMID: 21295846
2. World Health Organization (WHO), available at: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity>
 3. World Health Organization (WHO), Fact Sheet No.311 (updated March 2013) available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
 4. Bellamy M., Struys M. Anaesthesia for the overweight and obese patient. Oxford, UK: Oxford University Press; 2007: 108.
 5. Awad S., Carter S., Purkayastha S., Hakky S., Moorthy K., Cousins J., Ahmed A.R. Enhanced recovery after bariatric surgery (ERABS): clinical outcomes from a tertiary referral bariatric centre. *Obes. Surg.* 2014; 24 (5): 753–758. <http://doi.org/10.1007/s11695-013-1151-4>. PMID: 24357126
 6. Bamgbade O.A., Adeogun B.O., Abbas K. Fast-track laparoscopic gastric bypass surgery: outcomes and lessons from a bariatric surgery service in the United Kingdom. *Obes. Surg.* 2012; 22 (3): 398–402. <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-011-0473-3>. PMID: 21735322
 7. Мороз В.В., Власенко А.В., Яковлев В.Н., Алексеев В.Г. Оптимизация ПДКВ у больных с острым респираторным дистресс-синдромом, вызванным прямыми и непрямыми повреждающими факторами. *Общая реаниматология*. 2012; 8 (3): 5–13. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2012-3-5>
 8. Ingrande J., Brodsky J.B., Lemmens H.J. Regional anesthesia and obesity. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2009; 22 (5): 683–686. <http://dx.doi.org/10.1097/AOC.0b013e32832eb7bd>. PMID: 19550304
 9. Collins J.S., Lemmens H.J., Brodsky J.B., Brock-Utne J.G., Levitan R.M. Laryngoscopy and morbid obesity: a comparison of the «sniff» and «ramped» positions. *Obes. Surg.* 2004; 14 (9): 1171–1175. <http://dx.doi.org/10.1381/0960892042386869>. PMID: 15527629
 10. Viby-Mogensen J. Neuromuscular monitoring. In: Miller R.D. (ed.). Miller's Anesthesia. 6-th. ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2005: 1557–1570.
 11. Эпштейн С.Л. Периоперационное анестезиологическое обеспечение больных с морбидным ожирением. *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2012; 6 (3): 5–27.
 12. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика; 1999: 459.
 13. Hatipoglu S., Akbulut S., Hatipoglu F., Abdullayev R. Effect of laparoscopic abdominal surgery on splanchnic circulation: historical developments. *World J. Gastroenterol.* 2014; 28; 20 (48): 18165–18176. <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v20.i48.18165>. PMID: 25561784
 14. Cummings K.C. 3rd, Patel M., Htoo P.T., Bakaki P.M., Cummings L.C., Koroukian S. A comparison of the effects of epidural analgesia versus traditional pain management on outcomes after gastric cancer resection: a population-based study. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2014; 39 (3): 200–207. <http://dx.doi.org/10.1097/AAP.0000000000000079>. PMID: 24686324
 15. Artuso D., Wayne M., Cassaro S., Cerabona T., Teixeira J., Grossi R. Hemodynamic changes during laparoscopic gastric bypass. *Arch. Surg.* 2005; 140 (3): 289–292. <http://dx.doi.org/10.1001/arch-surg.140.3.289>. PMCID: 15781795
 16. Marhong J., Fan E. Carbon dioxide in the critically ill: too much or too little of a good thing? *Respir. Care.* 2014; 59 (10): 1597–1605. <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.03405>. PMID: 25261559
 17. Onan I.S., Onan B., Korkmaz A.A., Oklu L., Kilichan L., Gonca S., Dalcik H., Sanisoglu I. Effects of thoracic epidural anaesthesia on flow and endothelium of internal thoracic artery in coronary artery bypass graft surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2011; 25 (6): 1063–1070. <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2011.06.004>. PMID: 21835638
 18. Schmidt C., Hinder F., Van Aken H., Theilmeyer G., Bruch C., Wirtz S.P., Bürkle H., Gühs T., Rothenburger M., Berendes E. The effect of high thoracic epidural anaesthesia on systolic and diastolic left ventricular function in patients with coronary artery disease. *Anesth. Analg.* 2005; 100 (6): 1561–1569. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000154963.29271.36>. PMID: 15920175
 19. Kim W.H., Hahn T.S., Kim J.A., Sim W.S., Choi D.H., Lee E.K., Lee S.M. Prolonged inspiratory time produces better gas exchange in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomised trial. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2013; 57 (5): 613–622. <http://dx.doi.org/10.1111/aas.12104>. PMID: 23496092
 20. Pirrone M., Fisher D., Chipman D., Imber D.A., Corona J., Mietto C., Kacmarek R.M., Berra L. Recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure titration in morbidly obese ICU patients. *Crit. Care Med.* 2016; 44 (2): 300–307. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000001387>. PMID: 26584196
 21. Laffey J.G., O'Crionin D., McLoughlin P., Kavanagh B.P. Permissive hypercapnia -role in protective lung ventilatory strategies. *Intensive Care Med.* 2004; 30 (3): 347–356. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-003-2051-1>. PMID: 14722644
- 557–567. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62037-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62037-5). PMID: 21295846
2. World Health Organization (WHO), available at: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity>
 3. World Health Organization (WHO), Fact Sheet No.311 (updated March 2013) available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
 4. Bellamy M., Struys M. Anaesthesia for the overweight and obese patient. Oxford, UK: Oxford University Press; 2007: 108.
 5. Awad S., Carter S., Purkayastha S., Hakky S., Moorthy K., Cousins J., Ahmed A.R. Enhanced recovery after bariatric surgery (ERABS): clinical outcomes from a tertiary referral bariatric centre. *Obes. Surg.* 2014; 24 (5): 753–758. . PMID: 24357126
 6. Bamgbade O.A., Adeogun B.O., Abbas K. Fast-track laparoscopic gastric bypass surgery: outcomes and lessons from a bariatric surgery service in the United Kingdom. *Obes. Surg.* 2012; 22 (3): 398–402. <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-011-0473-3>. PMID: 21735322
 7. Moroz V.V., Vlasenko A.V., Yakovlev V.N., Alekseyev V.G. Optimization of positive end-expiratory pressure in patients with acute respiratory distress syndrome caused by direct and indirect damaging factors. *Obshchaya Reanimatologiya = General Reanmatology*. 2012; 8 (3): 5–13. <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2012-3-5>. [In Russ., In Engl.]
 8. Ingrande J., Brodsky J.B., Lemmens H.J. Regional anesthesia and obesity. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2009; 22 (5): 683–686. <http://dx.doi.org/10.1097/AOC.0b013e32832eb7bd>. PMID: 19550304
 9. Collins J.S., Lemmens H.J., Brodsky J.B., Brock-Utne J.G., Levitan R.M. Laryngoscopy and morbid obesity: a comparison of the «sniff» and «ramped» positions. *Obes. Surg.* 2004; 14 (9): 1171–1175. <http://dx.doi.org/10.1381/0960892042386869>. PMID: 15527629
 10. Viby-Mogensen J. Neuromuscular monitoring. In: Miller R.D. (ed.). Miller's Anesthesia. 6-th. ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2005: 1557–1570.
 11. Epshtain S.L. Perioperative anesthetic management in morbidly obese patients. *Regionarnaya Anesteziya i Lechenie Ostroj Boli.* 2012; 6 (3): 5–27. [In Russ.]
 12. Glantz S. Biomedical statistics. Moscow: Praktika; 1999: 459. [In Russ.]
 13. Hatipoglu S., Akbulut S., Hatipoglu F., Abdullayev R. Effect of laparoscopic abdominal surgery on splanchnic circulation: historical developments. *World J. Gastroenterol.* 2014; 28; 20 (48): 18165–18176. <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v20.i48.18165>. PMID: 25561784
 14. Cummings K.C. 3rd, Patel M., Htoo P.T., Bakaki P.M., Cummings L.C., Koroukian S. A comparison of the effects of epidural analgesia versus traditional pain management on outcomes after gastric cancer resection: a population-based study. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2014; 39 (3): 200–207. <http://dx.doi.org/10.1097/AAP.0000000000000079>. PMID: 24686324
 15. Artuso D., Wayne M., Cassaro S., Cerabona T., Teixeira J., Grossi R. Hemodynamic changes during laparoscopic gastric bypass. *Arch. Surg.* 2005; 140 (3): 289–292. <http://dx.doi.org/10.1001/arch-surg.140.3.289>. PMCID: 15781795
 16. Marhong J., Fan E. Carbon dioxide in the critically ill: too much or too little of a good thing? *Respir. Care.* 2014; 59 (10): 1597–1605. <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.03405>. PMID: 25261559
 17. Onan I.S., Onan B., Korkmaz A.A., Oklu L., Kiliccan L., Gonca S., Dalcik H., Sanisoglu I. Effects of thoracic epidural anaesthesia on flow and endothelium of internal thoracic artery in coronary artery bypass graft surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2011; 25 (6): 1063–1070. <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2011.06.004>. PMID: 21835638
 18. Schmidt C., Hinder F., Van Aken H., Theilmeyer G., Bruch C., Wirtz S.P., Bürkle H., Gühs T., Rothenburger M., Berendes E. The effect of high thoracic epidural anaesthesia on systolic and diastolic left ventricular function in patients with coronary artery disease. *Anesth. Analg.* 2005; 100 (6): 1561–1569. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000154963.29271.36>. PMID: 15920175
 19. Kim W.H., Hahn T.S., Kim J.A., Sim W.S., Choi D.H., Lee E.K., Lee S.M. Prolonged inspiratory time produces better gas exchange in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomised trial. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2013; 57 (5): 613–622. <http://dx.doi.org/10.1111/aas.12104>. PMID: 23496092
 20. Pirrone M., Fisher D., Chipman D., Imber D.A., Corona J., Mietto C., Kacmarek R.M., Berra L. Recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure titration in morbidly obese ICU patients. *Crit. Care Med.* 2016; 44 (2): 300–307. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000001387>. PMID: 26584196
 21. Laffey J.G., O'Crionin D., McLoughlin P., Kavanagh B.P. Permissive hypercapnia -role in protective lung ventilatory strategies. *Intensive Care Med.* 2004; 30 (3): 347–356. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-003-2051-1>. PMID: 14722644

Поступила 30.11.2016

Received 30.11.2016