

Анипченко Н.Н., Овезов А.М., Аллаhverдян А.С.

ОПТИМАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ ПО ПОВОДУ АХАЛАЗИИ КАРДИИ И ГРЫЖ ПИЩЕВОДНОГО ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМЫ

ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», 129110, г. Москва

♦ **Главной патофизиологической особенностью лапароскопических операций по поводу ахалазии кардии и грыж пищевода является сочетание пневмоперитонеума и пневмомедиастинума, влияние которых на гемодинамику и биомеханику дыхания требует контроля и своевременной коррекции. В рамках проспективного рандомизированного клинического исследования было обследовано 66 пациентов, которым были выполнены лапароскопические операции по поводу ахалазии кардии или грыжи пищевода. По виду анестезии все пациенты разделены на 2 группы, каждая из которых в свою очередь разделена на подгруппы: со стандартным и расширенным мониторингом. В результате исследования был определен оптимальный объем мониторинга показателей, необходимый для безопасного анестезиологического обеспечения данных операций.**

Ключевые слова: безопасность; мониторинг; импедансная кардиография; карбоксиперитонеум; карбоксимедиастинум; карбокситоракс.

Для цитирования: Анипченко Н.Н., Овезов А.М., Аллаhverдян А.С. Оптимальный объем интраоперационного мониторинга при лапароскопических операциях по поводу ахалазии кардии и грыж пищевода. *Российский медицинский журнал*. 2017; 23(5): 237—241. DOI <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2106-2017-23-5-237-241>

Для корреспонденции: Анипченко Наталья Николаевна, ассистент кафедры анестезиологии и реанимации ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», 129110, Москва, E-mail: dottor.na@gmail.com

Anipchenko N.N., Ovezov A.M., Allakhverdyan A.S.

THE OPTIMAL EXTENT OF INTRA-OPERATIONAL MONITORING UNDER LAPAROSCOPIC OPERATIONS BECAUSE OF ESOPHAGEAL ACHALASIA AND GASTROESOPHAGEAL HERNIA

The M.F. Vladimirovsky Moskovsky regional research and clinical institute, 129110, Moscow, Russian Federation

♦ **The combination of pneumoperitoneum and pneumomediastinum are the main pathophysiological characteristics of laparoscopic operations because of achalasia cardia and hernia of esophageal opening. Their impact on hemodynamics and biomechanics of breathing requires control and timely adjustment. Within the framework of prospective randomized clinical study 66 patients were examined, including execution of laparoscopic operations because of esophageal achalasia and hernia of esophageal opening. The patients were divided in two groups and both consisted of two subgroups: with standard and extended monitoring. The study resulted in establishment of optimal scope of indices monitoring necessary for safe anesthetic support of the given operations.**

Keywords: safety; monitoring; impedance cardiography; carboxiperitoneum; carboximediastinum; carboxithorax.

For citation: Anipchenko N.N., Ovezov A.M., Allakhverdyan A.S. The optimal extent of intra-operational monitoring under laparoscopic operations because of esophageal achalasia and hernia of esophageal opening. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal (Medical Journal of the Russian Federation, Russian journal)*. 2017; 23(5): 237—241. (In Russ.)
DOI <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2106-2017-23-5-237-241>

For correspondence: Natalya N. Anipchenko, assistant of the chair of anesthesiology and reanimation the M.F. Vladimirovsky Moskovsky regional research and clinical institute, 129110, Moscow, Russian Federation, E-mail: dottor.na@gmail.com

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 22.03.17

Accepted 28.03.17

Для обеспечения безопасности пациента во время общей анестезии необходимо соблюдение определенного минимального объема мониторинга, так называемого Гарвардского стандарта, утвержденного в октябре 1985 г. и пересмотренного в октябре 2015 г. [1, 2]. Однако при лапароскопических операциях по поводу ахалазии кардии (АК) и грыж пищевода (ГПОД), учитывая высокую вероятность развития специфических осложнений, таких как гиперкапния и карбокситоракс [3], требуется неоспоримо больший перечень мониторинговых показателей, чем рекомендуемый Гарвардским стандартом. Каждый дополнительный параметр должен быть безусловно обоснован с точки зрения патофизиологии интраоперационных изменений, прежде всего сердечно-сосудистой и легочной систем [2, 4—7].

В частности, для понимания патофизиологических изменений со стороны сердечно-сосудистой системы

при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД, на наш взгляд, необходимо интраоперационное исследование основных параметров центральной гемодинамики. Однако при этом риск осложнений, связанных с самим методом исследования, должен быть меньше потенциальной пользы его применения [7—11]. Поскольку при данных операциях риск при применении инвазивных методов исследования центральной гемодинамики (прямой метод Фика, метод разведения индикатора, пульмональная и транспульмональная термодилуция) превышает риск самих вмешательств [6], по этическим соображениям целесообразно рассматривать возможность использования неинвазивных методов, например импедансной кардиографии [1, 2, 12]. В основе данного метода лежит измерение динамически изменяемого сопротивления (импеданса) грудной клетки, связанного с кровенаполнением сердца и крупных сосудов

(прежде всего нисходящего отдела аорты) в течение сердечного цикла. Абсолютные значения сердечного выброса при импедансной кардиографии определяются с погрешностью до 10—15% [1, 9, 12]. Однако в ситуации, когда исследователя в большей степени интересует оценка динамики исследуемых параметров, а не их абсолютные значения, применение метода вполне оправданно. В доступной литературе мы не обнаружили данных об оценке состояния центральной гемодинамики при сочетании карбоксиперитонеума и карбоксимедиастинума, хотя патофизиологическое влияние подобного сочетания представляется очевидным.

Во время лапароскопических операций по поводу АК и ГПОД, сопровождающихся формированием карбоксиперитонеума и карбоксимедиастинума, чаще всего используется углекислый газ, поэтому крайне важен динамический анализ капнографии/капнометрии для подбора параметров искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с целью коррекции возможной гиперкапнии. В отечественной и зарубежной литературе данные патофизиологические моменты практически не освещены, также остается нерешенным вопрос об объеме интраоперационного мониторинга, достаточного для безопасного анестезиологического обеспечения лапароскопических операций по поводу АК и ГПОД, что и определило актуальность данного исследования.

Цель исследования — определить необходимый объем интраоперационного мониторинга для обеспечения безопасности пациентов при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД.

Материал и методы

В основе данной работы лежат результаты проспективного рандомизированного клинического исследования, в рамках которого обследовано 66 пациентов, которым были выполнены лапароскопические операции по поводу АК или ГПОД. Исследование было одобрено Локальным этическим комитетом ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского» 02.10.2014 (председатель — д-р мед. наук, проф. В.А. Исаков).

Критерии включения:

- ♦ показания к лапароскопической операции по поводу АК или ГПОД;
- ♦ возраст от 20 до 80 лет;
- ♦ физический статус по шкале ASA (Американской ассоциации анестезиологов) — 2 и 3 балла;
- ♦ информированное согласие пациента на участие в исследовании.

Критерии исключения:

- ♦ отказ пациента от участия в исследовании (отсутствие информированного согласия);
- ♦ физический статус по ASA — 1 и 4 балла.

В исследование были включены 23(34,8%) мужчины и 43(65,2%) женщины. Средний возраст больных АК составил $47,4 \pm 12,6$ года, больных ГПОД — $58,9 \pm 12,39$ года. Крайние возрастные показатели при АК — 20 и 66 лет, при ГПОД — 31 и 78 лет.

В зависимости от метода анестезии все пациенты были распределены на 2 группы согласно Протоколу рандомизации (seed 6556 от 04.01.2013, www.randomization.com).

В 1-й группе ($n = 28$) проводили тотальную внутривенную анестезию (ТВА) на основе пропофола и фентанила с ИВЛ. Поддержание анестезии осуществляли путем непрерывной инфузии пропофола и болюсного

введения фентанила (по 50—100 мкг). Тотальную миоплегию поддерживали болюсами рокурония бромид в суммарной дозе 0,3—0,6 мг/кг/ч.

Во 2-й группе ($n = 38$) выполняли комбинированную общую анестезию (КОА) на основе пропофола, севофлурана и фентанила с ИВЛ. Поддержание анестезии осуществляли ингаляцией севофлуран-воздушной смеси в минимальной альвеолярной концентрации ($1,3 \pm 0,3$ МАК) и болюсным введением фентанила (50—100 мкг). Тотальную миоплегию поддерживали болюсами рокурония бромид в суммарной дозе 0,3—0,4 мг/кг/ч.

Интраоперационное проведение ИВЛ обеспечивали наркозно-дыхательным аппаратом Dräger Primus (Германия), позволяющим оценивать такие параметры биомеханики дыхания, как дыхательный объем, частота вентиляции, минутный объем вентиляции, соотношение продолжительности фаз дыхательного цикла (I:E), конечное экспираторное давление (РЕЕР), резистанс (Raw), статический комплаенс (C), петли поток—давление, поток—объем и кривые давление/поток/объем—время, концентрации газов в дыхательной смеси.

Интраоперационный мониторинг осуществляли с помощью монитора Dräger Infinity Delta XL (Германия) и монитора наркозно-дыхательного аппарата Dräger Primus (Германия). Кроме того, у всех пациентов проводили мониторинг глубины угнетения сознания с помощью биспектрального индекса (BIS), значения которого поддерживали в границах 40—60 н. е. (монитор BIS Vista, «Covidien»).

В зависимости от объема интраоперационного мониторинга обе группы (ТВА и КОА) в свою очередь были разделены на подгруппы: со стандартным и расширенным мониторингом.

Стандартный мониторинг включал:

- ♦ постоянное присутствие в операционной медицинского персонала;
- ♦ электрокардиографию (ЭКГ) и определение частоты сердечных сокращений (ЧСС);
- ♦ измерение артериального давления (АД) неинвазивным методом (частота измерения — каждые 5 мин);
- ♦ капнографию и капнометрию (определение концентрации CO_2 в конце выдоха);
- ♦ непрерывную пульсоксиметрию (SpO_2);
- ♦ аудиосигнал тревоги для контроля дисконнекции дыхательного контура;
- ♦ аудиосигнал тревоги для контроля нижнего предела концентрации кислорода на вдохе.

Расширенный мониторинг, кроме стандартного, включал:

- ♦ инвазивное измерение АД (монитор Dräger Infinity Delta XL) — выполняли катетеризацию лучевой артерии, как правило, на левой верхней конечности;
- ♦ изучение параметров центральной гемодинамики — ударного объема (УО), сердечного индекса (СИ), общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) методом импедансной кардиографии с помощью аппаратно-компьютерного комплекса РПКА2-01 Медасс (Россия);
- ♦ контроль за скоростью подачи инсуффлируемого газа и давлением в брюшной полости по данным инсуффлятора для лапароскопии LEMKE F104 (Германия);
- ♦ оценку статического комплаенса для подбора параметров ИВЛ. Мониторинг комплаенса осуществляли путем цифровой регистрации соотношения дыхательного объема и давления в дыхательных путях

(в мл/гПа), а также с помощью графического отображения этого соотношения на протяжении дыхательного цикла в виде петли давление—объем, что позволяло наглядно следить за динамикой комплаенса. Ориентируясь на петлю давление—объем, подбирали адекватные для разных этапов операции значения дыхательного объема, РЕЕР, пиковое инспираторное давление (Ppeak). На экране монитора наркозно-дыхательного аппарата Dräger Primus (Германия) отображаются кривые давление—время, поток—время, визуальная оценка которых дает наглядную информацию о величинах инспираторного и экспираторного сопротивлений дыхательных путей, адекватности установленной длительности всего дыхательного цикла и его фаз (I:E), величины дыхательного объема;

- ♦ полный мониторинг состава газонаркоотической смеси. С помощью встроенного в наркозно-дыхательный аппарат Dräger Primus газового анализатора проводили непрерывный неинвазивный мониторинг концентрации углекислого газа в конце выдоха (PetCO₂), содержание кислорода во вдыхаемой газовой смеси (FiO₂), и в группе пациентов, которым обеспечивали КОА, контролировали концентрацию севофлурана на вдохе и выдохе, а также МАК;

- ♦ анализ кислотно-основного состояния и газового состава артериальной и венозной крови на трех фиксированных этапах операции (разрез, начало формирования фундопликационной манжеты, после десуффляции газа из брюшной полости).

Исследования выполняли на следующих этапах:

- ♦ I — поступление в операционную;
- ♦ II — разрез;
- ♦ III — начало формирования фундопликационной манжеты;
- ♦ IV — конец операции;
- ♦ V — экстубация трахеи;
- ♦ VI — готовность к переводу в отделение (состояние пациента соответствует 10 баллам по шкале Aldrete).

Методы статистического анализа

Полученные результаты исследования обрабатывали с помощью пакета статистической программы Statistica 10 («StatSoft», США). Для проверки нормальности распределения использовали критерий Шапиро—Уилка: распределение пациентов считали нормальным при p критерия Шапиро—Уилка больше 0,05 и отличным от нормального при $p < 0,05$. В каждой группе выборки определяли центральные тенденции и меры рассеяния. Для нормально распределенных количественных показателей рассчитывали среднее и стандартное отклонение. Для количественных показателей с ненормальным распределением рассчитывали медиану (Me) и 25%; 75% квартили ($Q_1; Q_3$).

Сравнение групп пациентов по средним значениям проводили с помощью критерия Манна—Уитни.

По временным интервалам показатели сравнивали с помощью критерия Вилкоксона, чтобы оценить статистическую значимость изменений показателей по времени.

Корреляционный анализ применяли для оценки связи двух показателей и степени изменения одного из них под влиянием другого. В случае нормального распределения пациентов по показателям в паре анализ выполняли с помощью критерия Пирсона, в случае распределения, отличного от нормального — критерия Спирмена.

Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Для определения целесообразности инвазивного измерения АД при исследуемых операциях мы провели сравнение показателей инвазивного (СрАДи) и неинвазивного среднего АД (СрАД) в группах ТВА и КОА (табл. 1).

В обеих группах (ТВА и КОА) статистически значимые различия между СрАД и СрАДи зафиксированы на III и IV этапах исследования. В группе ТВА на этапе карбоксиперитонеума СрАД больше СрАДи на 3,58%, непосредственно после десуффляции газа из брюшной полости — на 6,98%. В группе КОА на момент начала формирования фундопликационной манжеты СрАД больше СрАДи на 11,48%, непосредственно после десуффляции газа из брюшной полости СрАД больше СрАДи на 14,14%. Статистически значимые различия между СрАД и СрАДи отсутствовали при достижении пациентами состояния в 10 баллов по шкале Aldrete.

Однако, если учесть центральные тенденции и меры рассеяния СрАД и СрАДи в обеих группах (ТВА и КОА), различия в показателях АД, измеренного инвазивным и неинвазивным способами, не имели клинического значения и не влияли на анестезиологическую тактику. По этой причине, а также учитывая вероятность развития осложнений, связанных с инвазивностью данного метода, считаем нецелесообразным его рутинное применение при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД.

В связи с наложением карбоксиперитонеума при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД, а также развитием карбоксимедиастинума, нередко в сочетании с карбокситораксом, предполагалось интраоперационное снижение УО, СИ и увеличение ОПСС; при этом с практической точки зрения было важно оценить степень выраженности данных изменений и зависимость этих изменений от выбранной анестезиологической тактики.

Согласно полученным результатам, представленным в табл. 2, УО при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД претерпевает изменения: на момент начала формирования фундопликационной манжеты в обеих группах (ТВА и КОА) отмечалось снижение УО

Таблица 1

Сравнение значений среднего АД, измеренного инвазивным и неинвазивным способами

Этап	Группа ТВА (n = 17) <i>Me (Q₁; Q₃)</i>		Группа КОА (n = 23) <i>Me (Q₁; Q₃)</i>	
	СрАДи	СрАД	СрАДи	СрАД
II	75 (71; 83)	77 (67; 86)	79 (72; 84)	84 (74,5; 93,5)
	$p = 0,075869$		$p = 0,073452$	
III	84 (79; 95)	87 (72; 96)	81 (71; 95)	91,5 (85,5; 107)
	$p = 0,000352$		$p = 0,000098$	
IV	86 (74; 92)	92 (83; 101)	82 (77; 88)	95,5 (83; 103)
	$p = 0,027721$		$p = 0,002876$	
V	93 (83; 105)	95 (87; 104)	91 (88; 101)	94,5 (86,5; 105)
	$p = 0,103351$		$p = 0,006324$	
VI	92 (83; 103)	94 (87; 103)	89 (84; 95)	94 (84; 104,5)
	$p = 0,092854$		$p = 0,088546$	

Таблица 2

Центральные тенденции и меры рассеяния (Me (Q_1 ; Q_3)) УО, СИ и ОПСС при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД

Этап	УО		СИ		ОПСС	
	группа ТВА	группа КОА	группа ТВА	группа КОА	группа ТВА	группа КОА
I	65 (57; 72)	65 (48; 78)	5,2 (4,7; 5,8)	5,2 (4,7; 5,8)	1368 (1269; 1469)	1364 (1258; 1478)
II	63 (51; 68)	63 (46; 75)	4,9 (4,5; 5,2)	5,1 (4,6; 5,4)	1423 (1324; 1545)	1426 (1325; 1545)
III	44 (40; 50)	44 (36; 61)	3,8 (3,1; 4,0)	3,3 (3,0; 3,9)	1831 (1635; 1931)	1831 (1630; 1928)
IV	50 (47; 53)	50 (41; 61)	5,1 (4,6; 5,3)	4,8 (4,3; 5,3)	1720 (1529; 1785)	1569 (1521; 1636)
V	63 (58; 66)	63 (57; 71)	5,1 (4,7; 5,5)	4,9 (4,3; 5,3)	1420 (1321; 1523)	1425 (1324; 1532)
VI	64 (47; 75)	64 (61; 71)	5,2 (4,7; 5,7)	5,1 (4,7; 5,4)	1362 (1325; 1478)	1362 (1287; 1478)

на 33,24% по сравнению с дооперационными значениями ($p < 0,05$).

Динамика выявленных изменений СИ (см. табл. 2): в группе ТВА на этапе формирования фундопликационной манжеты СИ снижался на 28,23% ($p = 0,177115$), а в группе КОА — на 31,43% ($p = 0,000027$).

Интраоперационные изменения ОПСС (см. табл. 2): к моменту начала формирования фундопликационной манжеты в группе ТВА ОПСС возросло на 33,85% ($p = 0,000503$), в группе КОА — на 26,09% ($p = 0,000027$).

Следует отметить, что значения всех исследуемых параметров центральной гемодинамики в обеих группах на момент достижения пациентами состояния в 10 баллов по шкале Aldrete (перевод в профильное отделение) были статистически сопоставимы с предоперационными значениями ($p > 0,05$).

Поскольку степень выраженности изменений параметров центральной гемодинамики при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД соответствует данным литературы, описывающим подобные изменения при различных лапароскопических операциях, влияние карбоксимедиастинума (и в сочетании с карбокситораксом) на центральную гемодинамику при исследуемых нами операциях клинически незначимо.

Учитывая вышеизложенное, считаем нецелесообразным рутинный мониторинг центральной гемодинамики при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД, в том числе с помощью импедансной кардиографии. Однако неинвазивность метода, малые размеры прибора и отсутствие необходимости специального сертификата для его применения позволяют рекомендовать импедансную кардиографию в качестве как скринингового метода в дооперационном периоде, так и метода выбора для интраоперационного мониторинга цен-

тральной гемодинамики у пациентов с сопутствующей сердечно-сосудистой патологией.

Поскольку для наложения пневмоперитонеума чаще всего используется углекислый газ (в нашем исследовании в 100% случаев), считается, что необходим контроль за уровнем его парциального давления в артериальной крови для своевременной коррекции гиперкапнии. Результаты статистического анализа полученных данных капнометрии и парциального давления двуокиси углерода артериальной крови представлены в табл. 3.

С помощью корреляционного анализа Спирмена была определена корреляция между $PaCO_2$ и $PetCO_2$:

- ♦ на этапе разреза отмечена прямая корреляция средней силы: $r = 0,416317$; $p = 0,008$;
- ♦ на момент начала формирования фундопликационной манжеты — сильная прямая корреляция: $r = 0,594763$; $p < 0,05$;
- ♦ после десуффляции газа из брюшной полости — сильная прямая корреляция: $r = 0,863419$; $p < 0,05$.

Таким образом, учитывая центральные тенденции и меры рассеяния парциального давления двуокиси углерода в артериальной крови, а также достоверно прямой корреляции с данными капнометрии, рутинное инвазивное измерение газового состава артериальной крови при лапароскопических операциях по поводу АК и ГПОД считаем необоснованным.

Наибольшее значение при анестезиологическом обеспечении лапароскопических операций по поводу АК и ГПОД имеет тщательный контроль и своевременная, адекватная коррекция параметров ИВЛ исходя из значений Raw, C, вида петель поток—давление, поток—объем и кривых давление—время, поток—время и объем—время.

Заключение

Таким образом, для безопасности пациентов во время лапароскопических операций по поводу АК и ГПОД считаем целесообразным следующий перечень параметров мониторинга:

- ♦ контроль за скоростью подачи инсuffлируемого газа и уровнем интраабдоминального давления;
- ♦ постоянная ЭКГ;
- ♦ измерение АД неинвазивным методом (каждые 5 мин);
- ♦ ЧСС;
- ♦ капнография и капнометрия;
- ♦ пульсоксиметрия;
- ♦ аудиосигнал тревоги для контроля дисконнекции дыхательного контура;
- ♦ аудиосигнал тревоги для контроля нижнего предела концентрации кислорода на вдохе;

Таблица 3

Сравнительная характеристика концентрации двуокиси углерода в конце выдоха ($PetCO_2$) и парциального давления двуокиси углерода артериальной крови ($PaCO_2$) относительно дооперационных значений (в %)

Этап	$PetCO_2$		$PaCO_2$	
	группа ТВА	группа КОА	группа ТВА	группа КОА
III	↑ 14,49 $p = 0,000209$	↑ 21,88 $p = 0,000004$	↑ 13,96 $p = 0,000293$	↑ 21,41 $p = 0,000027$
IV	↑ 11,59 $p = 0,001132$	↑ 25 $p = 0,000003$	↑ 12,53 $p = 0,000713$	↑ 23,53 $p = 0,000027$

Примечание. IV — после десуффляции газа из брюшной полости.

- ♦ мониторинг параметров биомеханики дыхания: дыхательного объема, частоты вентиляции, минутного объема вентиляции, соотношения продолжительности I:E, PEEP, Ppeak, C, Raw, петли поток — давление, поток—объем и кривых давление/поток/объем—время.

Наибольшее значение при анестезиологическом обеспечении лапароскопических операций по поводу АК и ГПОД, помимо стандартного мониторинга, имеет контроль за скоростью подачи инсуффлируемого газа и уровнем интраабдоминального давления и мониторинг параметров биомеханики дыхания. Данный объем интраоперационного мониторинга считаем оптимальным в случаях сочетания карбоксиперитонеума и карбокси-медиастинума.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА (п. п. 3, 8—13 см. REFERENCES)

1. Миллер Р. *Анестезия Рональда Миллера: Руководство в 4 томах*. СПб.: Человек; 2015.
2. Терехова Н.Н., Субботин В.В., Ситников А.В., Погодин С.Ю., Хлань Т.Н. Частота регистрации критических инцидентов и осложнений в зависимости от способа измерения артериального давления. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2011; (1): 12—5.
4. Кузьков В.В., Киров М.Ю. *Инвазивный мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии и анестезиологии: монография*. Архангельск: Северный государственный медицинский университет; 2008.
5. Субботин В.В., Ситников А.В., Ильин С.А., Овезов А.М., Черногаева Н.В. Малоинвазивные способы определения сердечного выброса. *Анестезиология и реаниматология*. 2007; (5): 61—3.
6. Лебединский К.М., Меньшугин И.Н., Красносельский К.Ю., Карелов А.Е., Сероштанова О.В., Белов А.А. Реография искусственного кровообращения: проверка метода и калибровка монитора. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2002; (1): 65—71.
7. Сабуров И.Д. Расчёт параметров гемодинамики методом прекардиальной реографии. *Молодежный научно-технический вестник*. 2012; (8). Available at: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/465970.html>

REFERENCES

1. Miller R.D. *Miller's Anesthesia*. London: Churchill Livingstone; 2005.

2. Terekhova N.N., Subbotin V.V., Sitnikov A.V., Pogodin S.Yu., Khlan' T.N. Frequency of registration of critical incidents and complications depending on the method of measuring blood pressure. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*. 2011; (1): 12—5. (in Russian)
3. Kaur R., Kohli S., Jain A., Vajifdar H., Babu R., Sharma D. Pneumothorax during laparoscopic repair of giant paraesophageal hernia. *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.* 2011; 27(3): 373—6.
4. Kuz'kov V.V., Kirov M.Yu. *Invasive Monitoring of Hemodynamics in Intensive Care and Anesthesiology: Monograph [Invazivnyy monitoring gemodinamiki v intensivnoy terapii i anesteziologii: monografiya]*. Arkhangel'sk: Severnyy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet; 2008. (in Russian)
5. Subbotin V.V., Sitnikov A.V., Il'in S.A., Ovezov A.M., Chernogaeva N.V. Minimally invasive methods for determining cardiac output. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 2007; (5): 61—3. (in Russian)
6. Lebedinskiy K.M., Men'shugin I.N., Krasnosel'skiy K.Yu., Karelov A.E., Seroshtanova O.V., Belov A.A. Rheography of artificial circulation: checking the method and calibrating the monitor. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 2002; (1): 65—71. (in Russian)
7. Saburov I.D. Calculation of parameters of hemodynamics by the method of precordial rheography. *Molodezhnyy nauchno-tekhnicheskyy vestnik*. 2012; (8). Available at: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/465970.html> (in Russian)
8. Gebhardt H., Bautz A., Ross M., Loose D., Wulf H., Schaube H. Pathophysiological and clinical aspects of the CO₂ pneumoperitoneum (CO₂-PP). *Surg. Endosc.* 1997; 11(8): 864—7.
9. Daralammouri Y., Ayoub K., Badrieh N., Lauer B. A hybrid approach for quantifying aortic valve stenosis using impedance cardiography and echocardiography. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2016; 16: 19.
10. Maracajb-Neto L.F., Verzosa N., Roncally A.C., Giannella A., Bozza F.A., Lessa M.A. Beneficial effects of high positive end-expiratory pressure in lung respiratory mechanics during laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2009; 53(2): 210—7.
11. Dunham C.M., Chirichella T.J., Gruber B.S., Ferrari J.P., Martin J.A., Luchs B.A. et al. Emergency department noninvasive (NICOM) cardiac outputs are associated with trauma activation, patient injury severity and host conditions and mortality. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012; 73(2): 479—85.
12. Huang L., Critchley L.A., Zhang J. Major Upper Abdominal Surgery Alters the Calibration of Bioreactance Cardiac Output Readings, the NICOM, When Comparisons Are Made Against Suprasternal and Esophageal Doppler Intraoperatively. *Anesth. Analg.* 2015; 121(4): 936—45.
13. Siedlecka J., Siedlecki P., Bortkiewicz A. Impedance cardiography — Old method, new opportunities. Part II. Testing of cardiovascular response to various factors of work environment. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* 2015; 28(1): 34—41.