

DOI 10.21292/2078-5658-2017-14-6-52-56

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ «CAPSTESIA» ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ИНФУЗИЯХ

Р. С. ПЕРФИЛЬЕВ, Ю. В. СКРИПКИН, А. М. ОВЕЗОВ, В. В. ЛИХВАНЦЕВ

ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского», Москва, Россия

Методы оценки необходимости и объема инфузионной терапии, как правило, дорогостоящи, требуют наличия соответствующего оборудования и не всегда доступны для рядовых клиник, поэтому предложено использование гаджета с программой «Capstesia» для захвата изображения кривой артериального давления с экрана монитора и ее анализа для определения вариабельности пульсового давления (PPV).

Материал и методы. Проведена проверка эффективности определения потребности в инфузиях с помощью метода «Capstesia» в клинических условиях. Выполнено 95 комплексных измерений у 19 больных с септическим шоком, которым для контроля проведения инфузионной терапии устанавливали катетер для транспульмональной термодилуции и использовали монитор «PiCCO2». Одновременно проводили пробу с волемической нагрузкой (ПВН) и определение PPV при помощи «Capstesia».

Результаты. Анализ выявил значительно более высокие показатели средней разности и диапазон уровней согласованности при использовании определения PPV при помощи «Capstesia», при котором процент ошибок также был выше приемлемого уровня – 56%, тогда как метод ПВН имел только 20% ошибок, значительно меньшую среднюю разность и диапазон уровней согласованности.

Ключевые слова: вариабельность ударного объема, вариабельность пульсового давления, инфузионная терапия

Для цитирования: Перфильев Р. С., Скрипкин Ю. В., Овезов А. М., Лихванцев В. В. Использование нового приложения для мобильных устройств «Capstesia» для определения потребности в инфузиях // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2017. – Т. 14, № 6. – С. 52-56. DOI: 10.21292/2078-5658-2017-14-6-52-56

THE NOVEL MOBILE DEVICE APPLICATION OF CAPSTESIA AIMED TO DEFINE THE NEED FOR FLUID THERAPY

R. S. PERFILYEV, YU. V. SKRIPKIN, A. M. OVEZOV, V. V. LIKHVANTSEV

Moscow Regional Research Clinical Institute named after M. F. Vladimirovsky, Moscow, Russia

As a rule, methods evaluating the need and volume of fluid therapy are expensive, they require relevant equipment and it is not always available in hospitals; therefore it has been proposed to use mobile devices with Capstesia software to capture the image of the arterial pressure curve from the monitor screen and to analyze it in order to determine the variability of the pulse pressure (PPV).

Materials and subjects. The efficiency of defining the need for fluid therapy using Capstesia was assessed in the clinical settings. 95 integrated measurements were performed in 19 patients with septic shock, who had the catheter installed to monitor the fluid therapy for trans-pulmonary thermodilution; and the PiCCO2 monitor was used. Simultaneously, the test with the volemic load (VLT) was conducted and PPV was tested with the aid of Capstesia.

Results. The analysis revealed significantly higher mean differences and ranges of levels' consistency when testing PPV by Capstesia, in which the error rate was also higher than the acceptable level and it made 56%, whereas the method of VLT had only 20% of errors and significantly smaller mean difference and ranges of consistency levels.

Key words: variability of systolic output, variability of pulse pressure, infusion therapy

For citations: Perfiljev R.S., Skripkin Yu.V., Ovezov A.M., Likhvantsev V.V. The novel mobile device application of Capstesia aimed to define the need for fluid therapy. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2017, Vol. 14, no. 6, P. 52-56. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2017-14-6-52-56

Последние годы существенно изменилось отношение анестезиологов-реаниматологов к проблеме инфузионной терапии (ИТ). Ограничение (чтобы не сказать – запрет) на использование гидроксипрокси-этилкрахмалов (ГЭК) и коллоидов в целом [8, 11] и рестриктивная тактика ИТ [5, 10, 16] и т. д. в частности значительно повысили требования к методам оценки потребности в инфузиях как единственному критерию выбора момента начала и окончания, объема и скорости ИТ.

Масла в огонь добавили исследования, показавшие недостаточную точность контроля центрального венозного давления с указанной целью [12, 15]. Таким образом, под сомнением оказался достаточно простой и удобный метод, которым привыкли пользоваться многие практикующие анестезиологи [13].

Взамен рекомендованы или простые, но недостаточно специфичные методы, вроде оценки некоторых клинических признаков или определения лактата, насыщения кислородом смешанной венозной крови и т. д., или специфичные, но дорогостоящие, требующие наличия соответствующего оборудования, не всегда доступного для рядовых клиник, вроде «Stroke Volume Variation» (SVV) или «Pulse Pressure Variation» (PPV) [13]. Некоторое время компромисс найти не удавалось.

В 2016 г. был зарегистрирован патент «Systems and methods for estimating hemodynamic parameters from a physiological curve image» [3], позже появилась программа, доступная ныне и для устройств на основе «Android» и «iOS». Суть предложения состоит в использовании гаджета с установленной

программой «Capstesia» для захвата изображения кривой артериального давления с экрана стандартного гемодинамического монитора и ее (кривой) анализа с выдачей результата в виде PPV (в %). Учитывая небольшой срок существования описываемой программы в свободном доступе, не приходится удивляться тому, что в доступной литературе удалось найти единственную работу, посвященную изучению клинической целесообразности использования обсуждаемого метода и выполненную авторами патента [2]. Правда, месяцем ранее в журнале *Anesthesia and Analgesia* были опубликованы результаты сходного исследования, проведенного американскими коллегами [7]. И в том и в другом случае была получена удовлетворительная корреляция с эталонным методом, однако в первом случае это была авторская работа, во втором – модельный эксперимент. Таким образом, имеется необходимость проверки эффективности определения потребности в инфузиях с помощью метода «Capstesia» в клинических условиях, что и попытались сделать в рамках настоящего исследования.

Общая характеристика больных и методы исследования

Исследование проведено у 19 больных с септическим шоком, которым для контроля проведения ИТ устанавливали катетер для транспульмональной термодилуции и использовали монитор «PiCCO₂» (Pulsion/Maquet, Германия). Таким образом, исследование проводили у пациентов, которым был необходим PiCCO-мониторинг по клиническим показаниям.

Смартфон фиксировался в специальном удерживающем устройстве на расстоянии 0,6 м от экрана монитора. Использовали гаджет Samsung Galaxy S4™ (Daegu, КНР) на Android 4.4.2 с камерой разрешением 13 Мп (рис. 1).

Частота сердечных сокращений у пациентов составляла 97 [123; 84] уд./мин; АД_{ср} – 77 [62; 110] мм рт. ст. Всем пациентам проводили искусственную вентиляцию легких, частота дыхания составляла 16 [10; 26] движений в 1 мин, объем вдоха 437 [420; 553] мл. Скорость «протяжки» кривой артериального давления на экране монитора соответствовала 25 мм/с.

Измерения проводили одновременно, первый раз сразу после установки катетера для транспульмональной термодилуции, затем еще 4 раза на протяжении 2 сут через произвольные промежутки времени.

Метод проведения пробы с волеической нагрузкой (ПВН) [13]: определяли разницу АД_{сис} – АД_{диаг}, затем за 15 мин переливали раствор стерофундина (ВBraun, Германия) в дозе 4 мл/кг; повторно измеряли разницу АД_{сис} и АД_{диаг}, рассчитывали прирост обсуждаемого показателя к исходному значению и выражали в %; полученный показатель использовали в дальнейших расчетах.

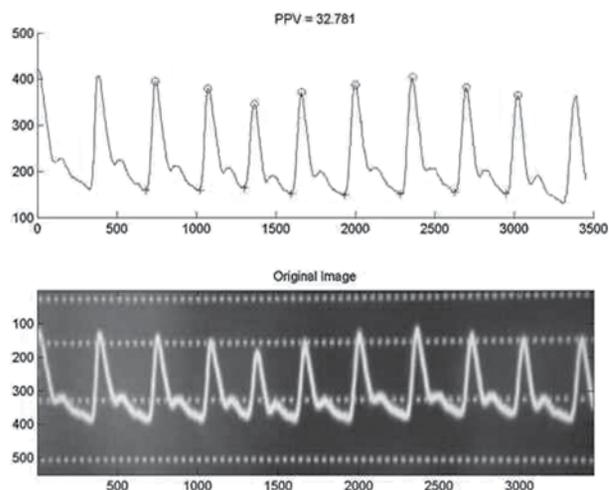


Рис. 1. Расчет PPV с использованием программы «Capstesia» (пояснения в тексте): нижняя кривая – оригинальная кривая артериального давления, с экрана монитора; верхняя кривая – демонстрация работы программы «Capstesia»; результат виден вверху страницы: PPV = 32,781%

Fig. 1. Calculation of PPV with Capstesia (commented in the text): the lower curve is the original curve of arterial pressure in the monitor screen; the upper curve demonstrates the Capstesia operation; the result is presented at the bottom of the page: PPV = 32.781%

Методы статистического анализа. Данные представлены для качественных показателей в виде процентных соотношений, для количественных – в виде среднего со стандартным отклонением или медианы с межквартильным интервалом в зависимости от нормальности распределения по критерию Д’Агостино – Пирсона.

Для оценки степени согласованности методов измерения определяли внутриклассовый коэффициент корреляции (ВКК) (при величине последнего 0,75 и выше, согласованность считалась очень хорошей [9]), метод Блэнда – Алтмана [1, 4] (средняя разность значений для различных методов, стандартное отклонение разностей (СО), пределы согласованности с 95%-ными доверительными интервалами), а также процент ошибок тестируемого метода по отношению к референсному (рассчитанный по формуле $1,96 \text{ СО} / (\text{среднее } 1 + \text{среднее } 2/2) \times 100$), допустимое значение которого принималось не более 30% [6].

Для расчетов использовали программы Statistica 8.0 (StatSoft, Inc.) и MedCalc 12.5.0.0 (MedCalc Software bvba). Различия принимались статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты

Выполнено 95 комплексных измерений у 19 пациентов. Распределение данных оценено как ненормальное во всех тестах. Данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала (табл. 1).

Анализ уровня согласованности между методами измерения представлен в табл. 2.

Таблица 1. Данные измерения SVV, ПВН и PPV

Table 1. Data SVV, VLT and PPV measurements

Тест	Медиана	Межквартильный интервал	95%-ный ДИ
SVV	13	9,25–17,75	11–14
ПВН	13	10,00–17,75	12–14
PPV	16	11–18	13,5–16,0

Таблица 2. Уровень согласованности между методами измерения

Table 2. The level of consistency between the methods of measurements

Сравниваемые методы	SVV и PPV	SVV и ПВН
Число измерений	95	95
ВКК	0,90	0,99
95%-ный ДИ	0,85–0,93	0,98–0,99
Средняя разность значений	1,07	0,11
95%-ный ДИ	0,20–1,95	-0,21–0,43
Стандартное отклонение	4,3	1,59
Нижний предел согласованности	-7,37	-3,01
95%-ный ДИ	-8,89...-5,85	-3,57...-2,45
Верхний предел согласованности	9,52	3,22
95%-ный ДИ	8,0 – 11,04	2,66–3,78
Процент ошибок	56%	21%

Во всех случаях ВКК был высоким, что может указывать на высокий уровень согласованности методов измерения. Однако анализ по методу Блэнда – Алтмана выявил значительно более высокие показатели средней разности и диапазон уровней согласованности при использовании определения PPV при помощи «Capstesia», при котором процент ошибок также был выше приемлемого уровня – 56%.

Метод ПВН имел только 20% ошибок, значительно меньшую среднюю разность (в 10 раз) и диапазон уровней согласованности (почти втрое) (рис. 2 и 3).

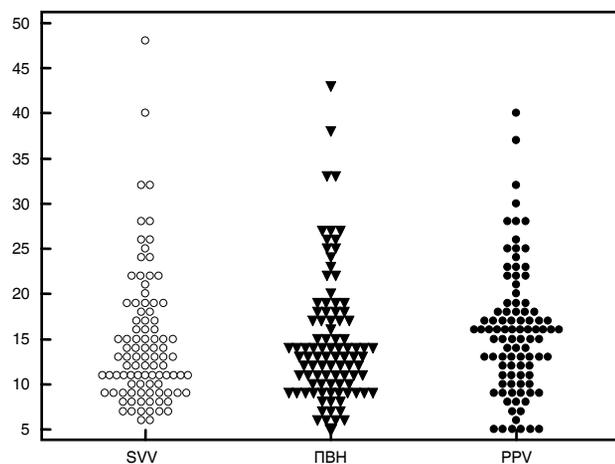


Рис. 2. Диаграмма рассеяния данных различных методов измерения

Fig. 2. Scatter graph of different measurements methods

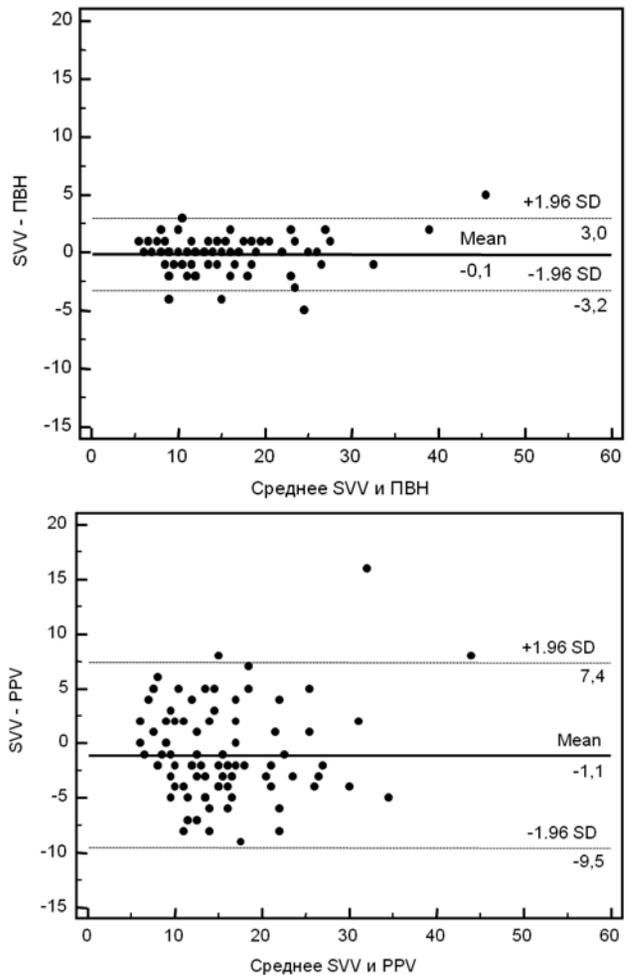


Рис. 3. Диаграмма Блэнда – Алтмана для SVV и ПВН (сверху), SVV и PPV (снизу)

Fig. 3. Bland – Altman chart for SVV and VLT (top), SVV and PPV (bottom)

Обсуждение результатов

К сожалению, современный аппаратный арсенал контроля потребности в инфузиях обеспечивает достаточную точность только при наличии весьма сложных и дорогостоящих устройств [14]. Это, как минимум, трансоракальное УЗИ (лучше – УЗИ с транспищеводным датчиком) либо монитор для транспульмональной термодилуции «PiCCO2». Использование второго часто не находит клинического оправдания (риск превышает возможную пользу), да и постановка транспищеводного датчика без, как минимум, седации представляется весьма затруднительной. Строго говоря, и в том и в другом случае у большинства пациентов после плановой некардиальной хирургии пришлось бы отступить от принципов GCP.

Из последних предложений в этом направлении внимания заслуживает метод «Capstesia», хотя и он не столь безобиден: так или иначе, необходимо проводить запись кривой артериального давления, а значит, катетеризировать одну из периферических артерий. Тем не менее при условии доста-

точной точности метод может быть востребован клиницистами.

К сожалению, данное исследование показало, что в сравнении с SVV ошибка тестируемого метода достигает 56%. Это недостаточная точность для того, чтобы рекомендовать «Capstesia» для рутинного использования.

Полученный результат отличен от того, что был описан разработчиками метода [2]. Нами также не подтверждена высокая точность «Capstesia» по сравнению с модельным экспериментом [7], и это далеко не первый случай, когда метод, прекрасно работающий в эксперименте, «проваливался» в клинике. Хотелось бы обратить внимание, что авторы последней цитируемой работы моделировали ситуацию, при которой ЧСС составляла 60–80 уд./мин. В клинике диапазон измеряемой частоты сердечных сокращений значительно шире. Возможно, именно в этом кроется одна из причин полученных расхождений. Возможно, требуется

более длительный промежуток времени для записи кривой АД (что нереально в рамках тестирования уже готового продукта). Возможно, необходим анализ трех последовательных измерений, но тогда утрачивается простота и прецизионность метода.

Результат тестирования второго из изучаемых методов оценки потребности в инфузиях – пробы с нагрузкой и оценка по приросту различия разниц систолического и диастолического артериальных давлений – внушает определенный оптимизм. Ошибка составила всего 20%, что позволяет рекомендовать его для использования в клинике.

Вывод

ПВН – метод, который не требует сложной аппаратуры и катетеризации дополнительных магистральных сосудов, он более точен и безопасен, чем «Capstesia».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. – М., Практика, 1998. – С. 270–284.
2. Barrachina B., Cobos R., Mardones N. et al. Assessment of a smartphone app (Capstesia) for measuring pulse pressure variation: agreement between two methods: A Cross-sectional study // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2017. – Vol. 34, № 2. – P. 75–80.
3. Barrachina B., Alvarez Guerras O., Lopez-Picado A. Capstesia, a new APP for advanced hemodynamic monitoring // *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.* – 2014. – Vol. 61, № 9. – P. 535–536.
4. Bland J.M., Altman D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement // *Lancet.* – 1986. – Vol. 8, № 1 (8476). – P. 307–310. PubMed PMID: 2868172.
5. Cohn S.M., Pearl R.G., Acosta S.M. et al. A prospective randomized pilot study of near-infrared spectroscopy-directed restricted fluid therapy versus standard fluid therapy in patients undergoing elective colorectal surgery // *Am. Surg.* – 2010. – Vol. 76. – P. 1384–1392.
6. Critchley L.A., Critchley J.A. A meta-analysis of studies using bias and precision statistics to compare cardiac output measurement techniques // *J. Clin. Monit. Comput.* – 1999. – Vol. 15. – P. 85–91.
7. Desebbe O., Joosten A., Suehiro K. et al. A novel mobile phone application for pulse pressure variation monitoring based on feature extraction technology: a method comparison study in a simulated environment // *Anesth. Analg.* – 2016. – Vol. 123, № 1. – P. 105–113.
8. Feldheiser A., Pavlova V., Bonomo T. et al. Balanced crystalloid compared with balanced colloid solution using a goal-directed haemodynamic algorithm // *Br. J. Anaesth.* – 2013. – Vol. 110. – P. 231–240.
9. Fleiss J.L. The design and analysis of clinical experiments. New York: John Wiley & Sons. – 1986. – P. 7.
10. Futier E., Constantin J.M., Petit A. et al. Conservative vs. restrictive individualized goal-directed fluid replacement strategy in major abdominal surgery: a prospective randomized trial // *Arch. Surg.* – 2010. – Vol. 145. – P. 1193–1200.
11. Gattas D.J., Dan A., Myburgh J. et al. Fluid resuscitation with 6% hydroxyethyl starch (130/0.4 and 130/0.42) in acutely ill patients: systematic review of effects on mortality and treatment with renal replacement therapy // *Int. Care Med.* – 2013. – Vol. 39. – P. 558–568.
1. S. Glantz. *Mediko-Biologicheskaya Statistika*. (Russ. Ed.: Stanton A. Glantz. Primer of biostatistics). Moscow, Praktika Publ., 1998, pp. 270-284. (In Russ.)
2. Barrachina B., Cobos R., Mardones N. et al. Assessment of a smartphone app (Capstesia) for measuring pulse pressure variation: agreement between two methods: A Cross-sectional study. *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2017, vol. 34, no. 2, pp. 75-80.
3. Barrachina B., Alvarez Guerras O., Lopez-Picado A. Capstesia, a new APP for advanced hemodynamic monitoring. *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.*, 2014, vol. 61, no. 9, pp. 535-536.
4. Bland J.M., Altman D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986, vol. 8, no. 1 (8476). pp. 307-310. PubMed PMID: 2868172.
5. Cohn S.M., Pearl R.G., Acosta S.M. et al. A prospective randomized pilot study of near-infrared spectroscopy-directed restricted fluid therapy versus standard fluid therapy in patients undergoing elective colorectal surgery. *Am. Surg.*, 2010, vol. 76, pp. 1384-1392.
6. Critchley L.A., Critchley J.A. A meta-analysis of studies using bias and precision statistics to compare cardiac output measurement techniques. *J. Clin. Monit. Comput.*, 1999, vol. 15, pp. 85-91.
7. Desebbe O., Joosten A., Suehiro K. et al. A novel mobile phone application for pulse pressure variation monitoring based on feature extraction technology: a method comparison study in a simulated environment. *Anesth. Analg.*, 2016, vol. 123, no. 1, pp. 105-113.
8. Feldheiser A., Pavlova V., Bonomo T. et al. Balanced crystalloid compared with balanced colloid solution using a goal-directed haemodynamic algorithm. *Br. J. Anaesth.*, 2013, vol. 110, pp. 231-240.
9. Fleiss J.L. The design and analysis of clinical experiments. New York, John Wiley & Sons. 1986, pp. 7.
10. Futier E., Constantin J.M., Petit A. et al. Conservative vs. restrictive individualized goal-directed fluid replacement strategy in major abdominal surgery: a prospective randomized trial. *Arch. Surg.*, 2010, vol. 145, pp. 1193-1200.
11. Gattas D.J., Dan A., Myburgh J. et al. Fluid resuscitation with 6% hydroxyethyl starch (130/0.4 and 130/0.42) in acutely ill patients: systematic review of effects on mortality and treatment with renal replacement therapy. *Int. Care Med.*, 2013, vol. 39, pp. 558-568.

12. Lanspa M. J., Brown S. M., Hirshberg E. L. et al. Central venous pressure and shock index predict lack of hemodynamic response to volume expansion in septic shock: a prospective, observational study // *J. Crit. Care.* – 2012. – Vol. 27. – P. 609–615.
13. Marx G., Schindler A. W., Mosch C. et al. Intravascular volume therapy in adults // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2016. – Vol. 33. – P. 1–34.
14. Michard F. Hemodynamic monitoring in the era of digital health // *Ann. Int. Care.* – 2016. – Vol. 6, № 1. – P. 15.
15. Saugel B., Kirsche S. V., Hapfelmeier A. et al. Prediction of fluid responsiveness in patients admitted to the medical intensive care unit // *J. Crit. Care.* – 2013. – Vol. 28. – P. 537.
16. Yunos N. M., Bellomo R., Hegarty C. et al. Association between a chloride liberal vs chloride-restrictive intravenous fluid administration strategy and kidney injury in critically ill adults // *JAMA.* – 2012. – Vol. 308. – P. 1566–1572.
12. Lanspa M.J., Brown S.M., Hirshberg E.L. et al. Central venous pressure and shock index predict lack of hemodynamic response to volume expansion in septic shock: a prospective, observational study. *J. Crit. Care*, 2012, vol. 27, pp. 609-615.
13. Marx G., Schindler A.W., Mosch C. et al. Intravascular volume therapy in adults. *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2016, vol. 33, pp. 1-34.
14. Michard F. Hemodynamic monitoring in the era of digital health. *Ann. Int. Care*, 2016, vol. 6, no. 1, pp. 15.
15. Saugel B., Kirsche S.V., Hapfelmeier A. et al. Prediction of fluid responsiveness in patients admitted to the medical intensive care unit. *J. Crit. Care*, 2013, vol. 28, pp. 537.
16. Yunos N.M., Bellomo R., Hegarty C. et al. Association between a chloride liberal vs chloride-restrictive intravenous fluid administration strategy and kidney injury in critically ill adults. *JAMA*, 2012, vol. 308, pp. 1566-1572.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского»,
129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2.

Перфильев Роман Сергеевич

научный сотрудник отделения реаниматологии.
Тел./факс: 8 (495) 681-98-54.
E-mail: roman-sergeich@mail.ru

Скрипкин Юрий Вольдемарович

кандидат медицинских наук, заведующий отделением
реанимации и интенсивной терапии № 1.
Тел./факс: 8 (495) 681-74-82.
E-mail: skripkin62@gmail.ru

Овезов Алексей Мурадович

доктор медицинских наук,
заведующий кафедрой анестезиологии
и реаниматологии ФУВ.
Тел./факс: 8 (495) 631-05-91.
E-mail: amolex@mail.ru

Лихванцев Валерий Владимирович

доктор медицинских наук, профессор,
руководитель отделения реаниматологии.
Тел./факс: 8 (495) 681-52-92.
E-mail: lik0704@gmail.com

FOR CORRESPONDENCE:

Moscow Regional Research Clinical Institute named
after M.F. Vladimirovsky, 61/2, Schepkina St., Moscow, 129110.

Roman S. Perfiliev

Researcher of Intensive Care Department.
Phone/Fax: +7 (495) 681-98-54.
E-mail: roman-sergeich@mail.ru

Yury V. Skripkin

Candidate of Medical Sciences,
Head of Anesthesiology and Intensive Care Department no. 1.
Phone/Fax: +7 (495) 681-74-82.
E-mail: skripkin62@gmail.ru

Alexey M. Ovezov

Doctor of Medical Sciences, Head of Anesthesiology
and Intensive Care Department of Doctors' Professional
Development Department.
Phone/Fax: +7 (495) 631-05-91.
E-mail: amolex@mail.ru

Valery V. Likhvantsev

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of Intensive Care Department.
Phone/Fax: +7 (495) 681-52-92.
E-mail: lik0704@gmail.com