

Обзоры

© МАНЕВСКИЙ А.А., СВИРИДОВ С.В., 2016

УДК 615.38.03:617-089

Маневский А.А., Свиридов С.В.

ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ У ХИРУРГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ С УЧЕТОМ МОНИТОРИНГА УДАРНОГО ОБЪЕМА И СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА

ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, кафедра анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии лечебного факультета, 117997, г. Москва, Россия

♦ Инфузионная терапия (ИТ) является важнейшим элементом комплексного лечения хирургических больных на этапе подготовки к операции и наркозу, непосредственно во время операции, а также в послеоперационном периоде. Ряд клинических ситуаций диктует необходимость проведения массивной ИТ для срочного восполнения объема циркулирующей крови. В этих условиях чрезвычайно важным является сопоставление скорости и объема введения инфузионных сред со способностью сердечно-сосудистой системы (ССС) человека адекватно воспринять инфузионную нагрузку. Это большая клиническая проблема с учетом увеличения в структуре хирургических больных пациентов пожилого возраста и лиц, страдающих заболеваниями ССС. В данной статье обсуждаются современные подходы к мониторингу ударного объема и сердечного выброса во время ИТ у хирургических больных при внекардиохирургических операциях.

Ключевые слова: обзор; инфузионная терапия; целенаправленная инфузионная терапия; центральная гемодинамика; ударный объем; сердечный выброс; вариабельность ударного объема; биоимпеданс; биореактанс.

Для цитирования: Маневский А.А., Свиридов С.В. Инфузионная терапия у хирургических больных с учетом мониторинга ударного объема и сердечного выброса. *Российский медицинский журнал*. 2016; 22(6): 317—324.
DOI <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2106-2016-22-6-317-324>.

Для корреспонденции: Свиридов Сергей Викторович, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии лечебного факультета ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва. E-mail: sergey.sviridov.59@mail.ru

Manevskiy A.A., Sviridov S.V.

THE INFUSION THERAPY IN SURGICAL PATIENTS WITH REGARD TO MONITORING OF STROKE VOLUME AND CARDIAC OUTPUT

The N.I. Pirogov Russian national research medical university Minzdrav of Russia, 117997, Moscow, Russian Federation

♦ The infusion therapy is the most important element of complex treatment of surgical patients at the stage of preparation to operation and narcosis directly during operation and also in post-operational period. Number of clinical situations dictates necessity of implementation of massive infusion therapy for urgent replacement of volume of circulating blood. In these cases, is extremely important comparison of velocity and volume of introduction of infusion mediums with capacity of human cardiovascular system adequately receive infusion load. This is an important clinical problem especially because of increasing in the structure of surgical patients of elder age and persons suffering with cardiovascular diseases. The article considers actual approaches to monitoring of stroke volume and cardiac output during infusion therapy in surgical patients under out-cardsurgery operations.

Keywords: review; infusion therapy; central hemodynamics; stroke volume; cardiac output; variability of stroke volume; bio-impedance; bio-reactance.

For citation: Manevskiy A.A., Sviridov S.V. The infusion therapy in surgical patients with regard to monitoring of stroke volume and cardiac output. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal (Medical Journal of the Russian Federation, Russian journal)*. 2016; 22(6): 317—324. (In Russ.) DOI <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2106-2016-22-6-317-324>.

For correspondence: Sergey V. Sviridov, doctor of medical sciences, professor, head of chair of anesthesiology, resuscitation science and intensive therapy of medical faculty the N.I. Pirogov Russian national research medical university Minzdrav of Russia, 117997, Moscow, Russian Federation, E-mail: sergey.sviridov.59@mail.ru

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received 14.06.16

Accepted 21.06.16

Великий русский врач профессор М.Я. Мудров (1776—1831) говорил: «Не должно лечить болезнь по одному только ее имени, а должно лечить самого больного, его состав, его органы, его силы».

В современной медицине реализуются рациональный и индивидуальный подходы к лечению, разрабатываются направления персонализированной медицины, основанные на молекулярной диагностике, фармакогеномике, фармакогенетике, протеомике, тераностике, терапевтическом лекарственном мониторинге и др. Данный

список медицинских направлений, безусловно, будет только расширяться, и многие из них найдут свое применение на этапах анестезиологического обеспечения и интенсивной терапии у хирургических больных. В этой связи заслуживает внимания современное отношение к инфузионной терапии (ИТ) как важнейшему компоненту комплексного лечения больных в периоперационном периоде. Многие ее аспекты, как это ни парадоксально, по-прежнему спорны и требуют проведения дополнительных рандомизированных и многоцентровых иссле-

Таблица 1

Основные направления инфузионной терапии у хирургических больных [3]

- Поддержание гемодинамики посредством увеличения ОЦК
- Улучшение микроциркуляции и доставки кислорода к тканям
- Устранение проявлений митохондриальной дисфункции
- Нормализация водных секторов организма человека
- Снижение концентрации медиаторов септического каскада
- Поддержание адекватного уровня коллоидно-онкотического давления
- Профилактика реперфузионных повреждений
- Нормализация электролитов и КОС
- Поддержание мочеотделения
- Нутритивная поддержка

дований. Это, в частности, относится к методам оценки степени гиповолемии, кровопотери и дегидратации при различных заболеваниях и патологических состояниях, необходима более четкая конкретизация качественного и количественного состава инфузионных сред при проведении базовой и корригирующей ИТ; требуют совершенствования малоинвазивные и неинвазивные технологии мониторинга водных секторов организма (ВСО) и параметров центральной гемодинамики (ЦГД), необходимо усовершенствовать методы оценки микроциркуляции и др. Большая клиническая задача связана с оптимизацией проведения ИТ у больных в критических состояниях: при острой массивной кровопотере, сепсисе, на этапах хирургического лечения перитонитов, кишечной непроходимости, панкреонекроза и др. [1].

При сохранении классического представления по основным направлениям ИТ (табл. 1) в большинстве публикаций и рекомендаций последних лет указывается на необходимость более жесткого контроля гомеостаза, показателей кровообращения и ЦГД во время ее проведения [2—8]. При этом основной акцент делается на сопоставлении скорости и объема введения инфузионных сред с возможностями сердечно-сосудистой системы (ССС) пациента адекватно воспринять предлагаемую врачом инфузионную нагрузку. Речь не идет о плановой (базисной) ИТ при гладком течении послеоперационного периода (ПП), когда ее объем равномерно распределяется на протяжении 24 ч с учетом функциональной потребности пациентов в воде и электролитах.

Наибольшие проблемы связаны с экстренной коррекцией объема циркулирующей крови (ОЦК), когда для восстановления тканевой перфузии необходим адекватный ударный объем (УО) и сердечный выброс (СВ). В данных клинических ситуациях волевическая нагрузка может быть чрезвычайно агрессивной для ССС человека. Поэтому ИТ должна быть строго индивидуальной и предсказуемой для больных, так как «один подход для всех не подходит» [5, 6].

Точная оценка ОЦК и измерение «ответа» сердца в виде увеличения или понижения УО на внутривенное (в/в) введение инфузионных сред приобретают все большее значение в анестезиологии и в отделении интенсивной терапии (ОИТ) [9]. Наибольшее внимания требуют люди пожилого возраста, а также пациенты с сопутствующими заболеваниями ССС (ишемическая болезнь сердца и артериальная гипертензия, нарушения сердечного ритма и проводимости), с хроническими заболева-

ниями легких, почек, ожирением [10]. Именно у данных больных даже болюсное в/в введение 250—500 мл кристаллоидов или коллоидов в течение 15—20 мин может привести к снижению УО и сердечного индекса (СИ), что опасно и указывает на угрозу развития сердечной недостаточности (СН). В этих условиях необходимо срочно менять всю тактику ИТ с подключением кардиотропных средств.

Большой проблемой, связанной с проведением ИТ у хирургических больных, является чрезмерное введение инфузионных сред или гиперинфузия (ГИНФ), которая может стать предтечей целого ряда системных и органических нарушений (табл. 2).

Именно с ГИНФ ассоциируются такие осложнения ближайшего ПП, как отек анастомоза, длительный парез желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), увеличение числа инфекционных осложнений, развитие сердечной и легочной недостаточности, более продолжительный период лечения хирургических больных в ОИТ и в стационаре, повышение затрат на лечение [11].

В ряде аналитических публикаций указывается на то, что плохо контролируемая ИТ и ГИНФ способствуют повышению летальности больных в ПП. Особенно это касается пациентов старших возрастных групп и больных с исходно тяжелым состоянием. Например, Н. Shim и соавт. (2014) отметили, что положительный водный баланс в ближайшем ПП у больных с АРАСНЕ-II более 20 баллов значительно повышает летальность пациентов [1], что диктует необходимость мониторинга ВСО, ОЦК, ЦГД, газового гомеостаза, кислотно-основного состояния (КОС), микроциркуляции и др.

D. Lex и соавт. (2016) проанализировали качество лечения 1520 пациентов после кардиохирургических операций. Объем волевической нагрузки у больных прослежен в течение ближайших 72 ч. Результаты заслуживают внимания: у 1367 (89,9%) пациентов кумулятивная перегрузка жидкостью была ниже 5%, у 120 (7,8%) пациентов — от 5 до 10% и у 33 (2,1%) пациентов — выше 10%, что существенно. Характерно, что ГИНФ в день операции независимо коррелировала со смертностью, развитием у пациентов синдрома низкого СВ, повышением уровня креатинина в сыворотке крови, наибольшей потерей крови [12].

Чтобы упорядочить тактику ИТ в периоперационном периоде и на этапах интенсивной терапии у тяжелых

Таблица 2

Потенциальные осложнения избыточного введения жидкости при проведении ИТ

Отек органа	Последствие отека
Головной мозг	Когнитивные нарушения, делирий
Миокард	Изменение сократительной способности, формирование диастолической дисфункции, нарушение проводимости
Легкие	Нарушение газообмена, снижение податливости легких, увеличение работы дыхания
Печень	Снижение синтетической функции, холестаз
Почки	Снижение скорости клубочковой фильтрации, задержка натрия и воды
Кишечник	Нарушение всасывания в тонкой кишке, повышение внутрибрюшного давления
Периферические ткани	Нарушение оттока лимфы, изменения микроциркуляции, ухудшение заживления ран, формирование пролежней

Таблица 3

Характеристика этапов интенсивной терапии (по Hoste Е.А. и соавт. [13])

Характеристика	Фаза «спасение»	Фаза «оптимизация»	Фаза «стабилизация»	Фаза «деэскалация»
Принцип	Реанимация	Восстановление перфузии органов	Поддержание функции органов	Полное восстановление функции органов
Цель	Устранение шока	Оптимизация и поддержание перфузии тканей	Достижение нулевого или отрицательного водного баланса	Мобилизация аккумулярованной жидкости
Время	Минуты	Часы	Дни	Дни, недели
Введение инфузионных растворов (ИР)	Быстрое введение ИР в виде болюса	Введение ИР с заданными свойствами методом титрования	Минимальное в/в введение ИР при недостаточном пероральном приеме жидкости	По возможности прием жидкости только <i>per os</i>

больных, Е. Hoste и соавт. [13] предлагают переосмыслить взгляды не только на подходы, но и на всю философию ее проведения, выделяя четыре фазы интенсивной терапии: «rescue» (фаза «спасение»), «optimization» (фаза «оптимизация»), «stabilization» (фаза «стабилизация») и «de-escalation» (фаза «деэскалация») (табл. 3). Авторы отмечают, что наиболее агрессивной ИТ бывает, как правило, только в фазе «rescue», когда в кратчайшее время необходимо устранить проявления шока, стабилизировать гемодинамику, восстановить микроциркуляцию. На других этапах лечения ИТ должна быть сдержанной и соответствовать суточной потребности человека в воде и электролитах с учетом физиологических и патологических потерь.

Особые требования к ИТ предъявляются у хирургических больных с сепсисом на фоне развернутой картины системно-воспалительного ответа, формирования синдрома полиорганной недостаточности, когда медиаторами воспаления и ГИНФ повреждается гликокаликс эндотелия сосудов, повышается его проницаемость и формируется синдром «капиллярной утечки» [14, 15].

Стремление улучшить качество лечения хирургических больных в периоперационном периоде поэтапно привело клиницистов к мысли о введении новых подходов к проведению ИТ. Были предложены концепции целенаправленной и рестриктивной ИТ [16], индивидуального подхода к ИТ с учетом показателей ЦГД и ВСО, биохимических маркеров тканевой гипоксии, разрабатываются малоинвазивные методы контроля спланхического кровотока и др.

Проблематика целенаправленной инфузионной терапии

Следует признать, что концепция целенаправленной инфузионной терапии (ЦИТ), которая в англоязычной литературе представлена как goal-directed fluid therapy (GDFT), получила не только всеобщее признание, но и на протяжении последнего десятилетия является предметом широкого обсуждения среди анестезиологов и хирургов [17–24]. В большинстве рандомизированных исследований указывается на то, что ЦИТ позволяет существенно улучшить результаты лечения хирургических больных, понизить смертность и число послеоперационных осложнений. Проанализировав результаты 10 рандомизированных исследований (1527 пациентов), J. Ripollés-Melchor и соавт. [24] пришли к заключению о том, что действительно смертность больных при проведении ЦИТ по сравнению с традиционной ИТ была ниже (отношение рисков 0,63; 95% доверительный интервал 0,42–0,94; $p = 0,02$), но число послеоперационных осложнений не уменьшилось.

В 2001 г. E. Rivers и соавт. опубликовали статью под названием «Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock» [25], в которой представили результаты лечения 263 больных с тяжелым сепсисом и септическим шоком. Предложенная авторами ЦИТ предусматривала максимально быстрое (в течение 6 ч) восстановление до нормальных значений показателей центрального венозного давления (ЦВД, 8–12 мм рт. ст.), среднего артериального давления (САД > 65 мм рт. ст.) и насыщения венозной крови кислородом (SvO₂) более 75%. Для сравнения у 133 пациентов проводилась стандартная ИТ. Через 72 ч был проведен анализ результатов лечения, который показал, что у пациентов в группе ЦИТ летальность составила 30,5% по сравнению с 46,5% в группе контроля ($p = 0,009$). При этом в интервале 7–72 ч ПП у пациентов с ЦИТ быстрее восстановились значения САД, показатели SvO₂ составили $70,4 \pm 10,7\%$ против $65,3 \pm 11,4\%$, ниже был уровень лактата — $3 \pm 4,4$ ммоль/л против $3,9 \pm 4,4$ ммоль/л, а значения ВЕ составили соответственно $2 \pm 6,6$ и $5,1 \pm 6,7$ ммоль/л. Отмечены достоверные различия по APACHE-II: в группе ЦИТ — $13 \pm 6,3$ балла против $15,9 \pm 6,4$ балла ($p < 0,001$). Но, как показали последующие многоцентровые исследования, быстрая нормализация макрогемодинамики не всегда означает нормализацию микроциркуляции [26].

T. Phan и соавт. (2014) сравнили осложнения в ПП у больных после операций на органах ЖКТ, которым интраоперационно проводилась ЦИТ (основная группа) под контролем чреспищеводной доплер-эхокардиографии (Echo/Doppler) с методикой рестриктивной ИТ (контрольная группа), которая предусматривала снижение почасовой инфузии растворов до 4–6 мл/кг/ч и менее против либеральной ИТ (или стандартной — 10–12 мл/кг/ч) [16]. Действительно, объем ИТ при ЦИТ по результатам T. Phan оказался больше — 2115 мл (1350–2560 мл) против 1500 мл (1200–2000 мл) ($p = 0,008$) в группе рестриктивной ИТ. При этом значения СИ были выше, но достоверных различий в числе послеоперационных осложнений и продолжительности лечения хирургических больных в клинике между группами выявлено не было [21].

По-прежнему большую проблему представляет проведение ИТ при экстренных абдоминальных и внеабдоминальных операциях по поводу перитонитов, кишечной непроходимости, желудочно-кишечных кровотечений, у больных с обширными флегмонами мягких тканей и др. Тактика ИТ на этапах предоперационной подготовки и операции у данных хирургических больных, как правило, определяется конкретным анестезиологом с учетом показателей кровообращения, данных

КОС, уровня лактата, ЦВД и почасового диуреза. К сожалению, суммарный объем ИТ в предоперационном периоде, во время операции и в ПП оценивается, как правило, ретроспективно, а значит, ГИНФ неизбежна. Поэтому в рекомендациях последних лет настойчиво указывается на проведение ИТ (во время и после операций) под динамическим, а не статическим мониторингом ЦГД. Более того, предлагается учитывать целый ряд расчетных показателей. Например таких, как:

- ♦ вариация ударного объема — ВУО (stroke volume variation, SVV);
- ♦ вариация пульсового давления — ВПД (pulse pressure variation, PPV);
- ♦ вариация систолического давления — ВСД (systolic pressure variation, SPV);
- ♦ индекс вариабельности плетизмограммы — ИВП (pleth variability index (PVI) и др.

Рассмотрим возможности и информативность некоторых из них, а также перспективы малоинвазивного и неинвазивного мониторинга показателей ЦГД при проведении ИТ в периоперационном периоде у хирургических больных.

Мониторинг ЦГД на этапах ИТ у хирургических больных в периоперационном периоде

На протяжении десятков лет «статические» маркеры сердечной преднагрузки (например, измерение ЦВД) были основными методами исследования индивидуальной реакции кровообращения на ИТ, но все они имеют существенные недостатки и не являются специфическими. В настоящее время считается, что только динамический мониторинг УО и СВ является оправданным [4, 17, 18, 27], так как измерение ЦВД не позволяет в должной мере оценить реакцию кровообращения на ИТ [9].

Если в кардиохирургии вопросы мониторинга УО в целом решены за счет внедрения инвазивных технологий, например катетеризации легочной артерии катетером Сван-Ганца или транспульмональной термодилуции (ТТ) [28], то при внекардиальных операциях выбор способа мониторинга ЦГД по-прежнему проблематичен [29]. Сложно представить, что ТТ будет широко востребована в рутинной практике анестезиолога при экстренных или плановых абдоминальных/внеабдоминальных операциях. Поэтому совершенно закономерно, что разрабатываются различные аппаратно-компьютерные комплексы по оценке УО и СВ на основе малоинвазивных и

неинвазивных технологий [9, 30, 31], которые призваны внести новые возможности в динамическую компоненту мониторинга ЦГД в анестезиологии. Главный вопрос связан с их конкурентоспособностью не только с ТТ, но и между собой. Мнения об их эффективности и информативности разнятся диаметрально противоположно [32].

Японские коллеги К. Suehigo и соавт. (2016) опубликовали результаты анкетированного опроса 692 анестезиологов из 1260 клиник, в котором требовалось ответить на 35 вопросов по выбору мониторинга гемодинамики у пациентов высокого риска. Результаты, на наш взгляд, получились чрезвычайно интересными: показатели СВ и ВУО на этапах анестезии мониторировали 70 и 74% респондентов соответственно, проблематика ЦИТ у пациентов высокого риска была реализована только в 7,4% случаев!!! Отмечено, что 47% анестезиологов JSA (Ассоциация анестезиологов Японии) не систематически координировали показатели СВ во время анестезии, но 76% из них осуществляли ИТ на основе мониторинга ВУО. В то же время 48% анестезиологов в качестве показателя волеической нагрузки по-прежнему использовали значения ЦВД [33].

Чреспищеводная доплер-эхокардиография как мониторинг ИТ

Динамический контроль УО и СВ методом Echo/Doppler у хирургических больных в периоперационном периоде является отлаженной методикой. В рекомендациях группы авторов под редакцией Е. Hoste (2014) Echo/Doppler фигурирует как желательный компонент мониторинга ИТ на протяжении всего периода лечения больных (табл. 4) [13].

Много исследований посвящено сравнению Echo/Doppler с другими малоинвазивными методиками [11, 22, 34—41]. Подчеркивается, что Echo/Doppler является наиболее простым, доступным и удобным методом оценки показателей сократимости сердца (прежде всего фракции изгнания левого желудочка), УО и ударного индекса, СВ и СИ. Тем более что возможности ультразвукового исследования сердца постоянно совершенствуются путем разработки новых электронных технологий [36, 42].

М. McKenny и соавт. (2014) применили мониторинг СВ методом Echo/Doppler во время лапароскопических операций в колопроктологии. На основе динамики СВ у больных формировалась стратегия ИТ. Было отме-

Таблица 4

Минимальный комплект биохимического и инструментального мониторинга на каждом этапе проведения ИТ [13]

Показатель	Фаза «спасение»	Фаза «оптимизация»	Фаза «стабилизация»	Фаза «деэскалация»
АД	+	+	+	+
ЧСС	+	+	+	+
Уровень лактата в артериальной крови, газы крови	+	+	+	+
Наполнение капилляров	+	+	+	+
Изменение психического статуса	+			
Оценка диуреза		+	+	+
Оценка баланса жидкости		+	+	+
Эхо/доплер	+	+	±	±
Мониторинг ЦВД	±	+	±	±
ScvO ₂		+	±	±
Сердечный выброс		+	±	±

чено, что по сравнению с группой контроля, в которой ИТ строилась по классическим принципам (без мониторинга СВ), у пациентов основной группы ($n = 40$) в ПП отмечено более раннее восстановление моторики ЖКТ ($p = 0,003$) и способность к естественному приему пищи, достоверно меньше было число послеоперационных инфекционных осложнений ($p = 0,009$) и время лечения в ОИТ ($p = 0,001$) [38].

S. Walsh и соавт. (2008) провели анализ четырех рандомизированных исследований у 393 хирургических больных при обширных операциях (урология, гинекология и проктология). У всех пациентов ИТ проводилась под контролем УО, оцененного методом Echo/Doppler. Результаты сравнивали с таковыми у пациентов, которым мониторинг УО не проводился. Оценивали: послеоперационную летальность, развитие почечной недостаточности в ПП, продолжительность лечения в стационаре, время восстановления функции ЖКТ, интраоперационный расход кристаллоидных и коллоидных растворов. Показано, что проведение ИТ под контролем Echo/Doppler способствовало снижению числа послеоперационных осложнений ($p < 0,0001$) и более короткому лечению пациентов в больнице ($p < 0,0001$) [35].

Аналогичную по направленности работу публикуют в том же году S. Abbas и соавт. (2008), в которой проведен анализ пяти рандомизированных исследований у 428 хирургических больных после обширных абдоминальных операций в объеме резекции желудка, операции на поджелудочной железе, на толстой и прямой кишках. Также отмечается, что проведение ИТ у больных под непрерывным мониторингом УО позволяет в кратчайшие сроки после операций восстановить моторику ЖКТ, снизить число послеоперационных осложнений и продолжительность лечения в стационаре [34].

Часто сравнивают эффективность метода Echo/Doppler и малоинвазивных технологий динамического контроля параметров ЦГД. В частности, A. Blanić и соавт. (2016) в проспективном обсервационном исследовании изучили возможности оценки СИ у 43 пациентов во время обширных некардиохирургических операций методами Echo/Doppler и фотоплетизмографией (PPG; Nexfin™). Анестезиологи измеряли СИ до и после инфузионной нагрузки. Авторы пришли к заключению, что возможности PPG по сравнению с Echo/Doppler существенно ограничены, что не позволяет рекомендовать фотоплетизмографию для оценки СИ во время операции и наркоза [43].

Технологии FloTrac и LiDCO как мониторинг инфузионной терапии

На сегодняшний день малоинвазивные методы динамического контроля гемодинамики достаточно широко представлены на рынке медицинского оборудования. Многие из них применяются в анестезиологии и у пациентов в ОИТ [18, 44, 45]. В то же время в ряде исследований подчеркивается, что каждый из методов имеет свой предел технических возможностей в измерении УО и СВ. Данный аспект необходимо учитывать, чтобы не допустить ошибок в трактовке результатов исследования [28]. Прежде всего это относится к пациентам, находящимся в тяжелом состоянии, с нестабильной гемодинамикой, с сепсисом или на фоне инфузии вазопрессоров. E. Argueta и соавт. (2015) отмечают, что аппаратно-компьютерная система FloTrac®/Vigileo, в которой по анализу формы волны артериального давления рассчиты-

ваются УО и СВ, вполне адекватно оценивает названные показатели, а результаты исследования сопоставимы с таковыми инвазивных методов оценки ЦГД, но только у стабильных пациентов. Если у больных на фоне течения заболевания существенно снижается сосудистый тонус, то погрешность измерения достигает 30–60%, что существенно. Аналогичная ситуация отмечена с измерением СВ на фоне введения норэпинефрина. Авторы делают вывод о том, что устройства FloTrac® недостаточно точны для использования у пациентов с септическим шоком, прогрессирующими заболеваниями печени и другими заболеваниями, связанными со снижением общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) [46].

S. Davies и соавт. (2013) во время урологических, бариатрических и сосудистых операций применили три метода динамического мониторинга: Echo/Doppler, LiDCOrapid и FloTrac/Vigileo. Оценивали направленность изменений СВ, а также ВУО и ВПД в ответ на в/в введение болюса коллоидного раствора в объеме 250 мл. Установлено, что не было никакой корреляции в процентном изменении СВ, измеренных с помощью систем LiDCOrapid ($r = 0,05$, $p = 0,616$) или FloTrac ($r = 0,09$, $p = 0,363$) по сравнению с Echo/Doppler. Взаимосвязь отмечалась только между LiDCOrapid и FloTrac ($R = 0,515$, $p < 0,0001$). Авторы подсчитали, что ошибка измерения СВ в процентах по сравнению с Echo/Doppler составила 81% для FloTrac и 90% для LiDCOrapid [47].

J. Nordström и соавт. (2013) изучили возможность оценки УО системой LiDCOrapid, в которой УО оценивается по параметрам пульсовой волны у хирургических больных при обширных операциях в колопроктологии. В качестве контроля был применен Echo/Doppler. Методика исследований была стандартной. После в/в введения 200 мл коллоида регистрировались УО, ВУО и ВПД. Целевым значением было повышение УО $> 10\%$ после введения болюса. Оказалось, что чувствительность и специфичность LiDCOrapid отслеживать динамику УО составила соответственно 48 и 81%, что не позволяет считать данный метод взаимозаменяемым с Echo/Doppler [19]. Но это мнение конкретных исследователей. Напротив, T. Scheeren и соавт. (2013) считают, что FloTrac/Vigileo позволяет анестезиологу оптимизировать ИТ во время операций. Они провели проспективное рандомизированное исследование у 64 хирургических больных высокого риска, в котором у 32 человек во время операции ИТ проводилась под непрерывным мониторингом ВУО и УО методом FloTrac/Vigileo (основная группа). У пациентов контрольной группы ($n = 32$) мониторинг ВУО не проводился. В дальнейшем пациенты находились под наблюдением исследователей в течение 28 дней. Авторы отмечают, что на фоне проведения ЦИТ у пациентов основной группы значения ВУО снизились с 9 до 8% ($p < 0,05$), у них достоверно ниже было число послеоперационных раневых инфекций (0 против 7, $p < 0,01$), максимальный балл по шкале SOFA составил 5,9 против 7,2 балла в контрольной группе [48].

Похожие по направленности результаты были получены И.Н. Пасечником и соавт. (2015), которые у 28 пациентов во время плановых операций на органах ЖКТ по поводу злокачественных новообразований мониторовали ВУО аппаратом системы мониторинга Vigileo с трансдюсером давления FloTrac (США). [5] Оптимальным считался уровень ВУО 8–13%, для достижения которого варьировали скорость и объем ИТ посред-

ством кристаллоидов/коллоидов. При снижении САД до 60 мм рт. ст. авторы применяли болюсное в/в введение эфедрина в дозе 5—10 мг. Основные результаты исследования показали, что у пациентов, у которых ИТ строилась на основе ВУО, временные интервалы до восстановления перистальтики кишечника, самостоятельного отхождения газов и дефекации, возможности начала приема жидкости и перехода к полноценному питанию были существенно короче. Это важнейшие аспекты течения ПП у больных после абдоминальных операций.

Считается, что мониторинг ВУО позволяет в полной мере осуществить концепцию рестриктивной ИТ в клинике [20]. В то же время исследования, выполненные у пациентов терапевтического, неврологического, хирургического и других профилей по изучению прогностической значимости ВУО демонстрируют, что данный показатель зависит от многих параметров кровообращения и ЦГД. В частности, от величины диастолического артериального давления (АДд), СИ, ОПСС и др. Отмечено, что увеличение СИ сопровождается повышением показателей ВУО, а с ростом ОПСС его значения снижаются. Однако есть как сторонники, так противники такого подхода.

М. Vascini и соавт. (2016) провели ретроспективный анализ лечения 46 пациентов, перенесших операции на позвоночнике. У 23 человек во время операции проводился мониторинг ВУО, по результатам которого регулировали объем ИТ. Во второй группе пациентов ($n = 23$) мониторинг ВУО не выполняли, а ИТ проводилась по общепринятой схеме (либеральная концепция, 8—10 мл/кг/ч) с оценкой САД, ЧСС, показателей КОС и почасового диуреза. Результаты клинического течения ПП у пациентов на фоне мониторинга ВУО показали, что у данной группы больных была достоверно ниже потребность в переливании препаратов крови как во время операции, так и в ПП ($p < 0,04$ и $p < 0,003$), в меньшем объеме вводились растворы кристаллоидов, наиболее стабильными в периоперационном периоде были уровень лактата, достоверно реже развились в ПП легочные осложнения, более быстро восстанавливалась моторика ЖКТ, что сокращало время лечения в ОИТ [49].

Похожие результаты продемонстрировали исследования К. Peng и соавт. (2014) у 80 пациентов при обширных ортопедических операциях под общим наркозом. В группе с оценкой ВУО пациенты получали болюс коллоидного раствора (4 мл/кг) для поддержания ВУО $< 10\%$ в положении лежа или ВУО $< 14\%$ при пронации. В контрольной группе ИТ проводилась для поддержания САД > 65 мм рт. ст., ЧСС < 100 в 1 мин, ЦВД = 8—14 мм рт. ст., диурез $> 0,5$ мл/кг/ч. Авторы подчеркивают стабильное течение анестезии у пациентов в основной группе и более раннее восстановление функционального состояния ЖКТ в ПП [20].

Принципиальным следует считать сравнение отдельных расчетных показателей кровообращения между собой. Например, ряд исследователей не рассматривают ВПД в качестве надежного критерия так называемой «отзывчивости» ССС на болюсное введение инфузионных сред. В частности, J. Mallat и соавт. (2015) оценили изменение ВПД, СИ, ВУО у пациентов после введения болюса коллоидного раствора в объеме 100 мл в течение 1 мин, а далее после дополнительной инфузии 400 мл в течение 14 мин. Заключение таково, что $\Delta\text{ВУО}_{100}$ и $\Delta\text{ВПД}_{100}$ имеют большую прогностическую значимость в оценке реакции кровообращения на ИТ, чем $\Delta\text{СИ}_{100}$ (PiCCO^{TM} ; Pulsion) у больных с недо-

статочностью кровообращения и искусственной вентиляции легких [50].

G. Legrand и соавт. (2015) опубликовали результаты сравнительного анализа экономического эффекта от применения Echo/Doppler и arterial pulse pressure waveform analysis (APPWA), показав, что оба метода являются эффективными для мониторинга СВ при проведении ИТ у пожилых пациентов высокого риска при абдоминальных операциях. Авторы больше склоняются к перспективности динамической оценки APPWA [11].

A. Siswojo и соавт. (2014) опубликовали результаты клинического проспективного, обструкционного исследования, проведенного у 29 хирургических больных, в котором сравнили Echo/Doppler и ИВП, показав, что чувствительность и специфичность ИВП в ответ на введение болюса в объеме 500 мл составили соответственно 88 и 67% [51].

Биоимпедансометрия и биореактанс на этапах инфузионной терапии

Исследование показателей УО и СВ методом биоимпедансометрии (БИ) по-прежнему является предметом широкого обсуждения [52, 53]. Очень много публикаций, в которых сравнивают эффективность БИ с другими неинвазивными (или малоинвазивными) технологиями у хирургических больных. В частности, N. Waldron и соавт. (2014) для контроля ИТ по методике ЦИТ у хирургических больных во время проктологических операций применяли систему NICOM, в которой задействован принцип оценки биореактанса. В качестве контрольного метода был применен Echo/Doppler. Показано, что обе методики идентично реагировали на увеличение УО на 10% после введения болюса (250 мл) коллоидного раствора. Авторами не выявлено различий в продолжительности лечения больных в ОИТ ($p = 0,05$), что указывает на идентичность показателей исследования [22].

К аналогичным выводам пришла группа исследователей из Японии. Y. Matsuda и соавт. (2014) показали высокую эффективность БИ (система Non-Invasive Cardiac System, NICaS) при оценке СВ во время операций по поводу феохромоцитомы. В качестве контроля ОЦК у больных был измерен уровень меченного альбумином I^{131} . Достоверных различий в показателях СВ не выявлено — $4,86 \pm 1,05$ л/мин против $4,79 \pm 1,02$ л/мин ($r = 0,906$; $p = 0,002$). Авторы рекомендуют применять систему NICaS у больных с феохромоцитомой, особенно на фоне предоперационной терапии альфа-блокаторами [54].

В то же время существует ряд других мнений. E. Kuipersztych-Hagege и соавт. (2013) оценивали у пациентов в ОИТ значения СИ методом биореактанса ($\text{NICOM}^{\text{®}}$) до и после введения 500 мл физиологического раствора в виде болюса. В качестве контроля аналогичные показатели ЦГД были оценены методом ТТ (CI_{td} , $\text{PiCCO}_2^{\text{TM}}$). Отмечено, что у больных, находящихся в тяжелом и критических состояниях, применение методики биореактанса нецелесообразно. Расхождение в измеренных показателях СИ по сравнению с $\text{PiCCO}_2^{\text{TM}}$ составило 82%, что существенно. Авторы полагают, что устройство $\text{NICOM}^{\text{®}}$ не позволяет точно оценить СВ у больных в критическом состоянии, что ограничивает возможности метода в целом [55].

J. Min и соавт. (2016) более оптимистичны в оценке эффективности $\text{NICOM}^{\text{®}}$. В проведенном ими исследовании было 48 пациентов, перенесших операции на

позвоночнике. Сравнили динамику ВУО и ВПД, определявшихся по двум системам: NISCOM® (SVVNICOM) и FloTrac/Vigileo. Принципиально важным было оценить реакцию ССС на введение болюса коллоидного раствора в объеме 6 мл/кг. По системе Vigileo™ изменения СИ > 12% отмечены у 19 человек, 21 пациент не ответил на введение болюса. В то же время значения ВУО по системе NISCOM® убедительно указывали на восприятие ИТ во время операции у пациентов в положении лежа на животе [56].

Обобщая публикации, посвященные проведению оптимальной ИТ и ЦИТ у хирургических больных общего профиля, следует заключить, что сама проблема еще далека от решения. Об этом свидетельствуют публикации 2016 г., в которых пересматриваются многие аспекты ее проведения, начиная с выбора компонентов ИТ, заканчивая методами оценки индивидуальной чувствительности и «отзывчивости» миокарда на водную нагрузку в виде увеличения УО и СВ, обсуждаются методы контроля ВСО и др. [40, 45, 57—59].

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА (п. п. 1—2, 4, 6—27, 29—41, 43—59 см. References)

3. Гельфанд Б.Р., ред. *Инфузионная терапия и парентеральное питание при сепсисе*. М: Планида; 2013.
5. Пасечник И.Н., Смешной И.А., Губайдуллин Р.Р., Сальников П.С. Оптимизация инфузионной терапии при обширных абдоминальных операциях. *Хирургия*. 2015; (2): 25—9.
28. Киров М.Ю., Ленкин А.И., Кузков В.В. Применение волнометрического мониторинга на основе транспульмональной гемодилуции при кардиохирургических вмешательствах. *Общая реаниматология*. 2005; 1(6): 70—9.
42. Сторожаков Г.И., Горбаченков А.А., ред. *Руководство по кардиологии: Учебное пособие в 3 т. Т. I*. М: Гэотар-Медиа; 2008.

REFERENCES

1. Shim H.J., Jang J.Y., Lee S.H., Lee J.G. The effect of positive balance on the outcomes of critically ill noncardiac postsurgical patients: a retrospective cohort study. *J. Crit. Care*. 2014; 29(1): 43—8.
2. National Clinical Guideline Centre. *Intravenous Fluid Therapy in Adults in Hospital*. London (UK): National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2013.
3. Gelfand B.R., ed. *Fluid Therapy and Parenteral Nutrition in Septic Patient*. Moscow. Planida, 2013.
4. Yang X., Du B. Does pulse pressure variation predict fluid responsiveness in critically ill patients? A systematic review and meta-analysis. *Crit. Care*. 2014; 18(6): 650.
5. Pasechnik I.N., Smeshnoy I.A., Gubaydullin R.R., Salnikov P.S. Optimization fluid therapy during abdominal surgery. *Surgery*. 2015; (2): 25—9.
6. Chawla L.S., Ince C., Chappell D., Gan T.J., Kellum J.A., Mythen M. et al. Vascular content, tone, integrity, and haemodynamics for guiding fluid therapy: a conceptual approach. *Br. J. Anaesth*. 2014; 113(5): 748—55.
7. Pearse R.M., Harrison D.A., MacDonald N., Gillies MA, Blunt M., Ackland G et al. Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA*. 2014; 311(21): 2181—90.
8. Marx G, Schindler Achim W., Mosch Ch., Albers J., Bauer M., Gnass I. et al. Intravascular volume therapy in adults. Guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany. *Eur. J. Anaesthesiol*. 2016; 33(7): 488—521.
9. Ansari B.M., Zochios V., Falter F., Klein A.A. Physiological controversies and methods used to determine fluid responsiveness: a qualitative systematic review. *Anaesthesia*. 2016; 71(1): 94—105.
10. Lewis S.R., Butler A.R., Brammar A, Nicholson A, Smith AF. Perioperative fluid volume optimization following proximal femoral fracture. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2016; (3): CD003004.
11. Legrand G., Ruscio L., Benhamou D., Pelletier-Fleury N. Goal-directed fluid therapy guided by cardiac monitoring during high-risk abdominal surgery in adult patients: cost-effectiveness analysis of esophageal Doppler and arterial pulse pressure waveform analysis. *Value Health*. 2015; 18(5): 605—13.
12. Lex D.J., Tóth R., Czobor N.R., Alexander S.I., Breuer T., Sápi E. et al. Fluid overload is associated with higher mortality and morbidity in pediatric patients undergoing cardiac surgery. *Pediatr. Crit Care Med*. 2016; 17(4): 307—14.
13. Hoste E.A., Maitland K., Brudney C.S., Mehta R., Vincent J.L., Yates D., et al. Four phases of intravenous fluid therapy: a conceptual model. *Br. J. Anaesth*. 2014; 113(5): 740—7.
14. Chelazzi C., Villa C., Mancinelli P., A Raffaele De Gaudio, Adembri Ch. Glycocalyx and sepsis-induced alterations in vascular permeability. *Crit. Care*. 2015; 19(1): 26.
15. Chappell D., Jacob M. Role of the glycocalyx in fluid management: Small things matter. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol*. 2014; 28(3): 227—34.
16. Nisanevich V., Felsenstein I., Almog G., Weissman C., Einav S., Matot I. Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology*. 2005; 103(1): 25—32.
17. Trinooson C.D., Gold M.E. Impact of goal-directed perioperative fluid management in high-risk surgical procedures: a literature review. *AANA J*. 2013; 81(5): 357—68.
18. Zhang J., Chen C.Q., Lei X.Z., Feng Z.Y., Zhu S.M. Goal-directed fluid optimization based on stroke volume variation and cardiac index during one-lung ventilation in patients undergoing thoracoscopic lobectomy operations: a pilot study. *Clinics (Sao Paulo)*. 2013; 68(7): 1065—70.
19. Nordström J., Hållsjö-Sander C., Shore R., Björne H. Stroke volume optimization in elective bowel surgery: a comparison between pulse power wave analysis (LiDCORapid) and oesophageal Doppler (CardioQ). *Br. J. Anaesth*. 2013; 110(3): 374—80.
20. Peng K., Cheng H., Ji F.H. Goal-directed fluid therapy based on stroke volume variations improves fluid management and gastrointestinal perfusion in patients undergoing major orthopedic surgery. *Med. Princ. Pract*. 2014; 23(5): 413—20.
21. Phan T.D., D'Souza B., Rattray M.J., Johnston M.J., Cowie B.S. A randomised controlled trial of fluid restriction compared to oesophageal Doppler-guided goal-directed fluid therapy in elective major colorectal surgery within an Enhanced Recovery After Surgery program. *Anaesth. Intensive Care*. 2014; 42(6): 752—60.
22. Waldron N.H., Miller T.E., Thacker J.K., Manchester A.K., White W.D., Nardiello J. et al. A prospective comparison of a noninvasive cardiac output monitor versus esophageal Doppler monitor for goal-directed fluid therapy in colorectal surgery patients. *Anesth. Analg*. 2014; 118(5): 966—75.
23. Jammer I., Tuovila M., Ulvik A. Stroke volume variation to guide fluid therapy: is it suitable for high-risk surgical patients? A terminated randomized controlled trial. *Perioper. Med (Lond)*. 2015; 4: 6.
24. Ripollés-Melchor J., Espinosa Á., Martínez-Hurtado E., Abad-Gurumeta A., Casans-Francés R., Fernández-Pérez C. et al. Perioperative goal-directed hemodynamic therapy in noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Anesth*. 2016; 28: 105—15.
25. Rivers E., Nguyen B., Havstad S., Ressler J., Muzzin A., Knoblich B. et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N. Engl. J. Med*. 2001; 345(19): 1368—77.
26. Carsetti A., Cecconi M., Rhodes A. Fluid bolus therapy: monitoring and predicting fluid responsiveness. *Curr. Opin. Crit. Care*. 2015; 21(5): 388—94.
27. Hasanin A. Author in for Fluid responsiveness in acute circulatory failure. *J. Intensive Care*. 2015; 3: 50.
28. Kirov M.Yu. Lenkin A.I., Kuzkov V.V. Volume monitoring based on transpulmonary thermodilution during cardiac surgery. *Intensive Care*. 2005; 1(6): 70—9.
29. Thiele R.H., Bartels K., Gan T.J. Cardiac output monitoring: a contemporary assessment and review. *Crit. Care Med*. 2015; 43(1): 177—85.
30. Guerin L., Monnet X., Teboul J.L. Monitoring volume and fluid responsiveness: from static to dynamic indicators. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol*. 2013; 27(2): 177—85.

31. Rinehart J., Le Manach Y., Douiri H., Lee C., Lilot M., Le K. et al. First closed-loop goal directed fluid therapy during surgery: a pilot study. *Ann. Fr. Anesth. Reanim.* 2014; 33(3): e35-41.
32. 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.
33. Suehiro K., Tanaka K., Mukai A., Joosten A., Desebbe O., Alexander B. et al. Hemodynamic monitoring and management in high-risk surgery: a survey among Japanese anesthesiologists. *J. Anesth.* 2016; 30(3): 526—9.
34. Abbas S.M., Hill A.G. Systematic review of the literature for the use of oesophageal Doppler monitor for fluid replacement in major abdominal surgery. *Anaesthesia.* 2008; 63(1): 44—51.
35. Walsh S.R., Tang T., Bass S., Gaunt M.E. Doppler-guided intra-operative fluid management during major abdominal surgery: systematic review and meta-analysis. *Int. J. Clin. Pract.* 2008; 62(3): 466—70.
36. Srinivasa S., Taylor M.H., Sammour T., Kahokehr A.A., Hill A.G. Oesophageal Doppler-guided fluid administration in colorectal surgery: critical appraisal of published clinical trials. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2011; 55(1): 4—13.
37. Kuper M., Gold S.J., Callow C., Quraishi T., King S., Mulreany A. et al. Intraoperative fluid management guided by oesophageal Doppler monitoring. *BMJ.* 2011; 342: d3016.
38. McKenny M., O'Malley C., Mehigan B., McCormick P., Dowd N. Introduction of oesophageal Doppler-guided fluid management in a laparoscopic colorectal surgery enhanced recovery programme: an audit of effect on patient outcome. *Ir. Med. J.* 2014; 107(5): 135—8.
39. Wuethrich P.Y., Burkhard F.C., Thalmann G.N., Stueber F., Studer U.E. Restrictive deferred hydration combined with preemptive nor-epinephrine infusion during radical cystectomy reduces postoperative complications and hospitalization time: a randomized clinical trial. *Anesthesiology.* 2014; 120(2): 365.
40. Bahlmann H., Hahn R.G., Nilsson L. Agreement between Pleth Variability Index and oesophageal Doppler to predict fluid responsiveness. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2016; 60(2): 183—92.
41. Ripollés-Melchor J., Casans-Francés R., Espinosa A., Abad-Gurumeta A., Feldheiser A., López-Timoneda F. Goal directed hemodynamic therapy based in esophageal Doppler flow parameters: A systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.* 2016; 63(7): 384—405.
42. Storozhakova G.I., Gorbachenkova A.A. eds. *Manual of Cardiology: Textbook in 3 vol. Vol. 1.* Moscow: Geotar-Media; 2008.
43. Blanié A., Soued M., Benhamou D., Mazoit J.X., Duranteau J. A Comparison of Photoplethysmography Versus Esophageal Doppler for the Assessment of Cardiac Index During Major Noncardiac Surgery. *Anesth Analg.* 2016; 122(2): 430—6.
44. Chen Y., Fu Q., Mi W.D. Effects of stroke volume variation, pulse pressure variation, and pleth variability index in predicting fluid responsiveness during different positive end expiratory pressure in prone position. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao.* 2015; 37(2): 179—84.
45. Choi J.W., Kim D.K., Lee S.W., Park J.B., Lee G.H. Efficacy of intravenous fluid warming during goal-directed fluid therapy in patients undergoing laparoscopic colorectal surgery: a randomized controlled trial. *J. Int. Med. Res.* 2016; 44(3): 605—12.
46. Argueta E., Berdine G., Pena C., Nugent K.M. FloTrac® monitoring system: what are its uses in critically ill medical patients? *Am. J. Med. Sci.* 2015; 349(4): 352—6.
47. Davies S.J., Minhas S., Wilson R.J., Yates D., Howell S.J. Comparison of stroke volume and fluid responsiveness measurements in commonly used technologies for goal-directed therapy. *J. Clin. Anesth.* 2013; 25(6): 466—74.
48. Scheeren T.W., Wiesenack C., Gerlach H., Marx G. Goal-directed intraoperative fluid therapy guided by stroke volume and its variation in high-risk surgical patients: a prospective randomized multicentre study. *J. Clin. Monit. Comput.* 2013; 27(3): 225—33.
49. Bacchin M.R., Ceria C.M., Giannone S., Ghisi D., Stagni G., Greggi T. et al. Goal directed fluid therapy based on stroke volume variation in patients undergoing major spine surgery in the prone position: a cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Apr 1. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27046635>
50. Mallat J., Meddour M., Durville E., Lemzye M., Pepy F., Temime J. et al. Decrease in pulse pressure and stroke volume variations after mini-fluid challenge accurately predicts fluid responsiveness. *Br. J. Anaesth.* 2015; 115(3): 449—56.
51. Siswojo A.S., Wong D.M., Phan T.D., Kluger R. Pleth variability index predicts fluid responsiveness in mechanically ventilated adults during general anesthesia for noncardiac surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2014; 28(6): 1505—9.
52. Hu C., Tong H., Cai G., Teboul J., Yan J. Bioreactance-based passive leg raising test can predict fluid responsiveness in patients with sepsis. *Crit. Care.* 2015; 19(Suppl.): P177.
53. Ernstbrunner M., Kostner L., Kimberger O., Wabel P., Säemann M., Markstaller K. et al. Bioimpedance spectroscopy for assessment of volume status in patients before and after general anaesthesia. *PLoS One.* 2014; 9(10): e111139.
54. Matsuda Y., Kawate H., Shimada S., Matsuzaki C., Nagata H., Adachi M. Perioperative sequential monitoring of hemodynamic parameters in patients with pheochromocytoma using the Non-Invasive Cardiac System (NICaS). *Endocr. J.* 2014; 61(6): 571—5.
55. Kupersztynch-Hagege E., Teboul J.L., Artigas A., Talbot A., Sabatier C., Richard C. et al. Bioreactance is not reliable for estimating cardiac output and the effects of passive leg raising in critically ill patients. *Br. J. Anaesth.* 2013; 111(6): 961—6.
56. Min J.J., Lee J.H., Hong K.Y., Choi S.J. Utility of stroke volume variation measured using non-invasive bioreactance as a predictor of fluid responsiveness in the prone position. *J. Clin. Monit. Comput.* 2016 Mar 10. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26964992>
57. Bartha E., Arfwedson C., Imnell A., Kalman S. Towards individualized perioperative, goal-directed haemodynamic algorithms for patients of advanced age: observations during a randomized controlled trial (NCT01141894). *Br. J. Anaesth.* 2016; 116(4): 486—92.
58. Samoni S., Vigo V., Reséndiz L.I., Villa G., De Rosa S., Nalesso F. et al. Impact of hyperhydration on the mortality risk in critically ill patients admitted in intensive care units: comparison between bio-electrical impedance vector analysis and cumulative fluid balance recording. *Crit. Care.* 2016; 20(1): 95.
59. Rollins K., Lobo N. Intraoperative Goal-directed Fluid Therapy in Elective Major Abdominal Surgery. A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Ann. Surg.* 2016; 263(3): 465—76.