

Центральное венозное давление как показатель преднагрузки в клинической практике: трудности интерпретации

*Кафедра факультетской хирургии с клиникой СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова
e-mail: doctor-S2@ya.ru*

Реферат

Показатель центрального венозного давления (ЦВД) широко используется в клинической практике для оценки преднагрузки правых отделов сердца. Однако многие факторы могут влиять на степень корреляции ЦВД и конечно-диастолического объема правого желудочка. В данном исследовании в различных клинических ситуациях изучали корреляцию уровня ЦВД с другими показателями преднагрузки — давлением заклинивания легочной артерии (ДЗЛА) и индексом глобального конечно-диастолического объема (ИГКДО).

Низкие уровни ЦВД хорошо коррелируют с этими показателями и являются показанием к проведению инфузионной терапии для оптимизации преднагрузки сердца. Высокие (12–14 мм рт. ст.) значения ЦВД не должны однозначно трактоваться как результат перегрузки жидкостью или снижения сердечного выброса. Необходимо принимать во внимание все факторы, которые могут повлиять на увеличение данного показателя, так как у части пациентов высокий уровень ЦВД не связан с низким сердечным выбросом, а показатели ДЗЛА или ИГКДО могут оставаться нормальными или даже сниженными.

Ключевые слова: центральное венозное давление, преднагрузка сердца, инфузионная терапия, давление заклинивания легочной артерии, индекс глобального конечно-диастолического объема, интраоперационная острая сердечная недостаточность, сосудистая хирургия.

Kovalev S. V.

Central venous pressure as a measure of preload in clinical practice: difficulty of interpretation

*The Department of Faculty Surgery with the clinic Saint-Petersburg Pavlovs State Medical University
e-mail: doctor-S2@ya.ru*

Abstract

Central venous pressure (CVP) is widely used in clinical practice for estimating of preload of right heart chambers. However, many factors may influence on the degree of correlation between CVP and right ventricular end-diastolic volume. In present investigation the correlation between CVP and other indicators of preload like pulmonary artery wedge pressure (PAWP) and global end-diastolic volume index (GEDVI) was studied.

Low values of CVP was significantly correlated with GEDVI and PCWP, and it may be considered as indication for infusion therapy for optimization of cardiac preload. High values of CVP (12–14 mm Hg) shouldn't be interpreted only as a result of fluid overload or cardiac output (CO) decreasing. It's necessary to consider all factors which may influence CVP increasing, because part of patients may have high level of CVP when the CO doesn't decreased, and PAWP and GEDVI may be normal or decreased.

Keywords: central venous pressure, cardiac preload, infusion therapy, pulmonary artery wedge pressure, global end-diastolic volume index, intraoperation acute cardiac failure, vascular surgery.

Введение

Центральное венозное давление (ЦВД) — это давление, измеряемое обычно в устье верхней полой вены и являющееся давлением наполнения правого предсердия. В клинической практике мониторинг ЦВД широко распространен для оценки преднагрузки правого предсердия, контроля за проведением инфузионной терапии и ведения больных с острой недостаточностью кровообращения. В условиях нормальной работы сердечно-сосудистой системы величина ЦВД стремится к равновесному значению между минутным объемом кровообращения и ве-

нозным возвратом, и все изменения этих параметров влияют на уровень ЦВД [4]. На этих постулатах основаны традиционные клинические подходы к оценке показателя ЦВД. Низкий уровень считается маркером гиповолемии, а высокий — признаком снижения сердечного выброса или гипervолемии [6,11]. Однако на современном этапе развития медицины, когда сложность патологии возрастает, а методы мониторинга и лечения в интенсивной терапии быстро развиваются, такие однозначные интерпретации не всегда адекватны.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Использование ЦВД для оценки преднагрузки правого предсердия основано на допущении, что конечно-диастолическое давление хорошо коррелирует с конечно-диастолическим объемом (КДО) правого желудочка. Показатель КДО является основным фактором, определяющим преднагрузку сердца, и показателем, который пока затруднительно мониторировать в рутинной практике [7]. Также следует понимать, что на уровень ЦВД могут существенно влиять множество факторов, которые возникают в результате патологии и/или лечебных действий (инфузия жидкости, введение вазопрессоров, вазодилататоров, искусственная вентиляция легких, операционное положение, пневмоторакс, гемоперикард, патология клапанов сердца и многое другое). Поэтому зачастую в конкретной клинической ситуации трудно дать однозначно правильную оценку этому, безусловно, полезному показателю центральной гемодинамики.

Цель исследования

Изучение значимости уровня ЦВД как маркера преднагрузки, сердечного выброса и критерия контроля за проведением инфузионной терапии в различных клинических ситуациях. При этом показатель ЦВД сравнивали с другими показателями преднагрузки, такими как давление заклинивания легочной артерии (ДЗЛА) и индекс глобального конечно-диастолического объема, который является наиболее современным критерием преднагрузки [4, 16].

Материал и методы исследования

В исследование вошли 62 пациента в возрасте от 44 до 66 лет ($52 \pm 4,2$). Часть больных ($N=50$) подвергалась хирургическому лечению стенотически-окклюзионных поражение брюшного отдела аорты и сосудов нижних конечностей, и им проводили мониторинг гемодинамики с помощью катетера Свана-Ганса. Оценивали центральное венозное давление (ЦВД), систолическое и диастолическое давление в легочной артерии, среднее давление в легочной артерии (ДЛАср), ДЗЛА. Сердечный выброс определяли методом репульмональной термодилуции. На основе полученных данных с помощью монитора "Eagles 4000" и персонального компьютера рассчитывали сердечный индекс (СИ), ударный объем

(УО), индекс ударной работы левого и правого желудочков сердца (ИУРЛЖ и ИУРПЖ), индекс общего периферического сопротивления сосудов (ИОПСС), индекс сопротивления легочных сосудов (ИСЛС). У этой части больных проводили изучение корреляции уровня ЦВД и СИ, а также оценивали динамику ЦВД и ДЗЛА при проведении интраоперационной инфузионной терапии и при развитии синдрома низкого сердечного выброса.

У 12 пациентов, оперированных по поводу злокачественных новообразований, мониторинг осуществляли по методике PiCCo Plus с определением индекса глобального диастолического объема (ИГКДО) и сердечного выброса по методике транспульмональной термодилуции [2]. Также проводили прямое измерение ЦВД и инвазивный мониторинг артериального давления в бедренной артерии.

Всем обследованным больным проводили ИВЛ со стандартными параметрами во время хирургического вмешательства. Вентиляцию в режиме положительного давления в конце выдоха не использовали, так как это могло повлиять на уровень внутригрудного давления и давления наполнения правого и левого предсердия.

Для статистической обработки использовались методы непараметрической статистики с использованием стандартных пакетов прикладного статистического анализа SPSS, версия 10.0.

Результаты и их обсуждение

Первым этапом исследования было изучение уровня СИ и преднагрузки сердца по данным ЦВД и ДЗЛА у пациентов с синдромом Лериша ($N=50$) при поступлении их в операционную. Соотношение уровня ЦВД и СИ у обследованных больных графически представлено на рисунке 1. Очевидно, что отсутствует корреляционная связь между этими показателями (коэффициент корреляции $r^2 = 0,09$). По уровню ЦВД нельзя даже предположительно судить о величине СИ и насосной функции сердца. Низкий уровень ЦВД можно определить у пациента с выраженным снижением СИ, например при геморрагическом шоке, а высокие значения ЦВД нередко сопряжены с нормальными показателями сократимости сердца. Это наглядно показывает, что множество факторов определяют ЦВД в данный момент времени, и уровень сердечного выброса не является ведущим. В похожем исследовании [7] авторы сравнили данные измерения ЦВД у находившихся в критическом состоянии пациентов с показателями, полученными при катетеризации легочной артерии. На основании этих данных (СИ, ДЗЛА и др.) врачам было предложено предсказать, окажется ли ЦВД < 2 мм рт. ст.; в пределах $2-6$ мм рт. ст. или > 6 мм рт. ст. Результаты оказались верными только в 55 % случаев. Значения ЦВД занижались гораздо чаще, чем завышались (27 % и 17 % соответственно).

Следующим этапом мы изучили изменения ЦВД в процессе инфузионной терапии. Важно было понять, можно ли по динамике ЦВД проследить реализацию механизма Франка-Старлинга в клинических условиях. По исходному уровню ЦВД пациенты были

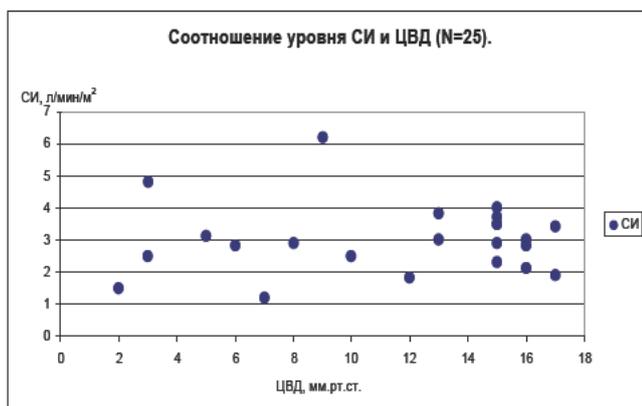


Рис. 1. Корреляция между показателями ЦВД и СИ

разделены на три группы (табл. 1). Первую группу составили 24 (48 %) пациентов с низкими показателями ЦВД и ДЗЛА, т. е., предположительно у них имелась гиповолемия. Уровень СИ поддерживался на нормальном уровне за счет умеренного увеличения частоты сердечных сокращений. Для коррекции выявленной гиповолемии с целью профилактики гемодинамических расстройств во время анестезии и операции больным проводили активную инфузионную терапию кристаллоидами (0,9 % раствор хлорида натрия, плазмалитом) и коллоидами (гелофузин, гемохес) в соотношении 3:1 под контролем показателей ЦВД, ДЗЛА и СИ. Введение жидкости вызывало увеличение преднагрузки и роста показателей ЦВД и ДЗЛА, что приводило к увеличению СИ, то есть, реализовывался механизм Франка-Старлинга (рис. 2). Таким образом, при наличии исходно низких показателей ЦВД можно говорить о снижении преднагрузки у большинства больных, и проведение инфузионной терапии приводит к росту ЦВД и СИ. Однако следует отметить, что рост показателя преднагрузки левого предсердия (ДЗЛА) был в большей степени связан с темпом увеличения СИ. Уровень ЦВД достаточно быстро достигал верхних границ нормы (10–12 мм рт. ст.) и сохранялся в этих пределах, тогда как уровень ДЗЛА и СИ продолжал медленно увеличиваться. Поэтому при проведении инфузионной терапии гиповолемии нельзя однозначно принимать решение об ограничении введения жидкости по достижении нормальных или умеренно повышенных цифр ЦВД. Это согласуется с выводами других исследователей [12,16]. Автор статьи под ярким названием “More respect for the CVP” рекомендует не пренебрегать показателем ЦВД как показателем преднагрузки и шире использовать его в клинической практике [14], а в более поздней публикации предлагает предельным для инфузионной нагрузки считать уровень ЦВД 10–12 мм рт. ст. Такую рекомендацию мы не можем признать универсальной и обоснованной хотя бы потому, что ЦВД отражает лишь давление в одном из участков венозной системы в данный момент времени, а растяжимость вен очень велика и изменение объема крови в них может быть связано с очень незначительным изменением трансмурального давления. Более того, возможна ситуация, когда основной объем венозной крови депонируется в спланхических венах, а внутригрудной сектор испытывает дефицит венозного возврата [10].

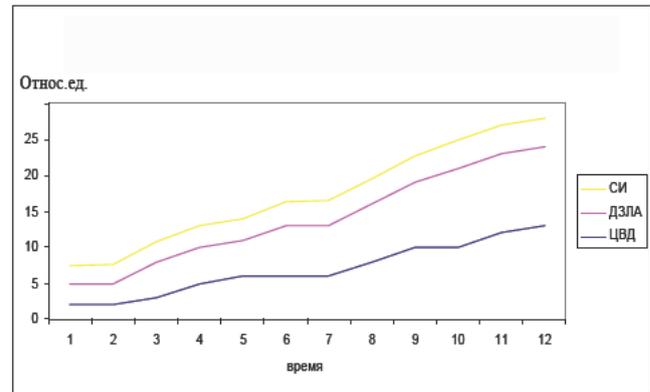


Рис. 2. Динамика показателей ЦВД, ДЗЛА и сердечного индекса при проведении инфузионной терапии у пациентов 1-ой группы

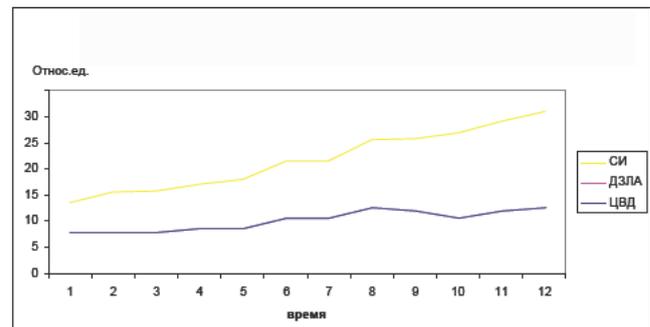


Рис. 3. Динамика показателей ЦВД, ДЗЛА и СИ при проведении инфузионной терапии у пациентов 2-ой группы

У 15 (30 %) больных (группа 2) показатели гемодинамики характеризовались субнормальными значениями СИ, нормальными значениями ЦВД, но сниженным ДЗЛА (табл. 1), что вероятнее всего, свидетельствовало о наличии гиповолемии, а уровень ЦВД был повышен вследствие других причин и не отражал степень преднагрузки правых камер адекватно. Часто такое явление связывают с ухудшением растяжимости миокарда правых камер сердца, что характерно для больных с распространенным атеросклерозом и ишемической болезнью сердца [1, 17]. Для оптимизации состояния сердечно-сосудистой системы у этой группы больных также использовали инфузионную терапию. На фоне введения жидкости (рис. 3) отмечался рост ДЗЛА и СИ, а изменения ЦВД были не показательными, то есть у части пациентов

Исходные показатели центральной гемодинамики у пациентов с синдромом Лериша (M±m)

Таблица 1

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа
САД, мм рт. ст.	91±2,5	92,5±2,6	108±2,6*
СИ, л•мин•м ⁻²	3,0±0,8	3,5±0,2	1,9±0,12* **
ЦВД, мм рт. ст.	2,3±0,5	7,9±0,4*	10,6±0,6* **
ДЗЛА, мм рт. ст.	3,8±1,2	4,8±1,8	12±0,8 * **
ДЛАСр, мм рт. ст.	20,4±1,5	24±3,4	34±1,3* **
ИОПСС, дин•с•см ⁻⁵ •м ⁻²	2210±58	2380±51*	2995±52* **

Примечание: * — различия достоверны по сравнению с 1-й группой, p<0,05; ** — различия достоверны по сравнению со 2-й группой.

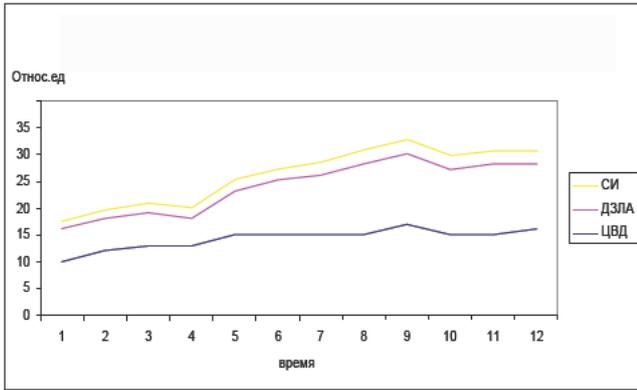


Рис. 4. Динамика показателей ЦВД, ДЗЛА и СИ при проведении инфузионной терапии у пациентов 3-ей группы

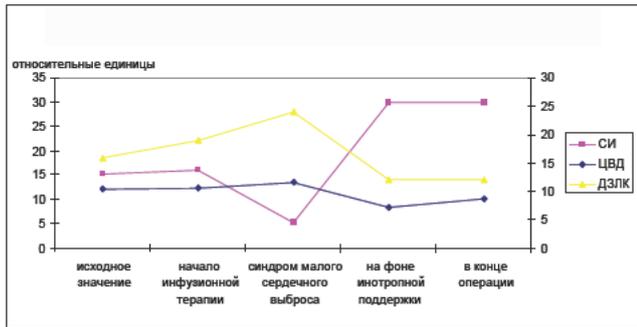


Рис. 5. Динамика ЦВД и других показателей гемодинамики при развитии синдрома низкого сердечного выброса и артериальной гипотензии

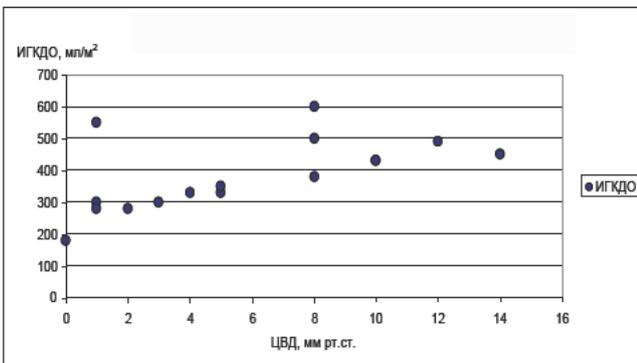


Рис. 6. Корреляция показателей ЦВД и ИГКДО

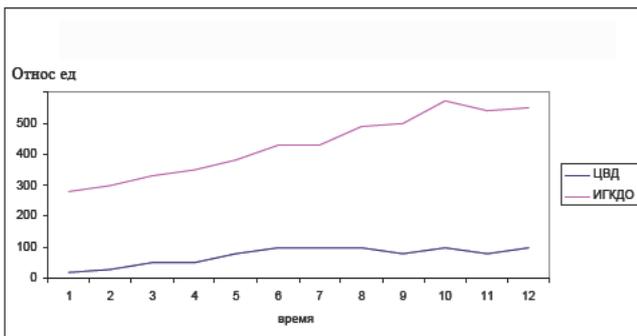


Рис. 7. Динамика ЦВД и ИГКДО при проведении инфузионной терапии

ЦВД повышалось, а у других — оставалось неизменным. Таким образом, можно сделать заключение о том, что нормальный уровень ЦВД не является противопоказанием к началу инфузионной терапии, когда наличие гиповолемии предполагается. Уровень СИ на фоне введения жидкости будет увеличиваться, несмотря на неоднозначную динамику показателя ЦВД. Этот вывод имеет существенное практическое значение, так как может ошибочно привести к уменьшению темпа и объема интраоперационной инфузионной терапии, и в дальнейшем, при развитии артериальной гипотензии, будут неоправданно применяться вазопрессоры и инотропные средства на фоне неоптимизированной преднагрузки сердца. Интересно, что при исследовании анкет, отправленных по почте, 1091 члену Ассоциации Хирургов Великобритании и Ирландии, хирурги считают, что текущая практика периоперационного инфузионного ведения, где критерием назначения инфузии является уровень ЦВД — неудовлетворительная. Только 30 % опрошенных посчитали, что больные получили надлежащее количество воды, натрия и калия [13]. С недостаточной инфузионной терапией у пожилых пациентов, подвергающихся колоректальной хирургии, связывают высокую частоту развития послеоперационного синдрома системного воспалительного ответа (возрастание концентрации интерлейкинов) и увеличение числа септических осложнений [8].

Отдельный интерес представляют пациенты 3-ей группы, которую составили 11 (22 %) больных, где показатели гемодинамики характеризовались низкими значениями СИ, высокими показателями ЦВД и ДЗЛА, уровень ДЗЛА находился на уровне верхней границы нормы. У этих пациентов введение жидкости проводили медленно и дозировано — методом «step by step» с постоянным контролем гемодинамики и аускультативной картины в легких. Несмотря на проявления застойной сердечной недостаточности, инфузионную терапию у таких пациентов обычно проводят с целью профилактики артериальной гипотензии при индукции общей анестезии и развитии эффекта эпидуральной блокады.

На этом фоне отмечали небольшое увеличение СИ, при этом ДЗЛА не достигало опасных в плане развития отека легких значений (свыше 20–22 мм рт. ст.). Уровень же ЦВД оставался стабильно высоким и не отражал динамики ДЗЛА и СИ (рис. 4). Несмотря на профилактические меры, через некоторое время после индукции у 6 пациентов развилась острая недостаточность кровообращения, что проявилось выраженной артериальной гипотензией и снижением СИ. Уровень ДЗЛА был чувствительным маркером сердечного выброса и резко повысился при его снижении (рис. 5), а на фоне инотропной поддержки снизился параллельно увеличению СИ. Показатель ЦВД увеличился до 22 мм рт. ст. лишь у одного больного, в остальных случаях — не изменился на фоне падения СИ, но несколько уменьшился на фоне инотропной поддержки, по-видимому, вследствие снижения давления в малом круге кровообращения. В итоге, показатель ЦВД нельзя считать надежным маркером развития интраоперационной острой недо-

статочности кровообращения, хотя резкие подъемы этого показателя должны настораживать в плане развития синдрома низкого сердечного выброса или резкого повышения постнагрузки правого желудочка, например, при ТЭЛА или напряженном пневмотораксе [3, 5].

Во второй части исследования проведено изучение корреляции уровня ЦВД и показателя ИГКДО, который считается в настоящее время одним из наиболее достоверных показателей преднагрузки. На рисунке 6 видно, что в области низких значений (0–5 мм рт. ст.) ЦВД достаточно хорошо коррелирует с ИГКДО ($r^2=0,68$) и поэтому может считаться достаточно надежным маркером низкой преднагрузки. В области нормальных и высоких значений ЦВД (свыше 10 мм рт. ст.) уровень корреляции значительно ниже ($r^2=0,12$), что свидетельствует о том, что высокий уровень ЦВД не всегда связан с низкой преднагрузкой, о чем мы уже говорили выше.

При оценке динамики показателей ЦВД и ИГКДО при проведении инфузионной терапии также выявлена слабая связь ($r^2=0,32$) между этими показателями, что особенно четко проявляется в области высоких значений (рис. 7).

Авторитетное исследование [15] установило низкую корреляционную связь между ЦВД и ОЦК. Также в этом исследовании была показана низкая роль показателя отношения ЦВД/ΔЦВД в оценке

адекватности инфузионной терапии. Значимость этого показателя была оценена в 56 %.

Выводы

1. ЦВД — является простым и доступным способом оценки преднагрузки правого предсердия, однако, специфичность и точность этого показателя низкая.

2. Низкие значения ЦВД (0–5 мм рт. ст.) достаточно достоверно свидетельствуют о низкой преднагрузке и являются показанием для инфузионной терапии.

3. Достижение верхних значений ЦВД (10–12 мм рт. ст.) не должно однозначно являться показанием к ограничению инфузии. Необходима оценка конкретной клинической ситуации и при необходимости использование других маркеров преднагрузки (ДЗЛА, ИГКДО).

4. Высокое значение ЦВД (свыше 12–14 мм рт. ст.) требует тщательного анализа, но является ненадежным признаком снижения сердечного выброса и необходимо исключение иных причин.

5. Ошибки в интерпретации уровня ЦВД могут приводить к неправильному выбору лечебной тактики при коррекции гемодинамических расстройств. Требуется дальнейшая работа по созданию стандартов лечения неотложных состояний, где уровень ЦВД будет оценен критически, но займет свое достойное место.

Литература

1. Зубков, В. И. Выбор метода анестезии при реконструктивных операциях на аорте и основных сосудах нижних конечностей у пациентов с сопутствующей гипертонической болезнью и ишемической болезнью сердца / В. И. Зубков, П. А. Зайченко // *Клин. хирургия*. — 2004. — № 6. — С. 20–23.
2. Киров, М. Ю. Транспульмональная термодилуция и волометрический мониторинг в отделении анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии: метод. реком. / М. Ю. Киров. — Архангельск, 2004. — С. 1–24.
3. Михалёва, Ю. Б. Случай успешного лечения больного с пневмотораксов единственного легкого на 2-е сутки после пневмонэктомии / Ю. Б. Михалёва [и др.] // *Вестник хирургии*. — 2007. — Т. 166. — № 4. — С. 127–128.
4. Морман, Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Челлер; пер. англ. — СПб., 2000. — 256 с.
5. Савельев, В. С. Венозные тромбозы и тромбоэмболия легочной артерии (венозные тромбоэмболические осложнения): метод. реком. / В. С. Савельев. — М., 2007. — 20 с.
6. Трекова, Н. А. Изменения гемодинамики и волемического статуса при интраоперационной эксфузии крови у больных хронической сердечной недостаточностью / Н. А. Трекова, И. А. Толстова, Б. А. Аксельрод // *Анестезиол. и реаниматол.* — 2009. — № 5. — С. 12–15.
7. Шифман, Е. М. Клиническая фармакология и современные принципы интенсивной терапии острой недостаточности кровообращения / Е. М. Шифман // *Актуальные проблемы медицины критических состояний*. — Петрозаводск, 1994. — С. 51–63.
8. Boldt, J. Influence of different volume replacement strategies on inflammation and endothelial activation in the elderly undergoing major abdominal surgery / J. Boldt [et al] // *Intensive Care Med.* — 2004. — № 30. — P. 416–422.
9. Eiseberg, S. Central venous pressure monitoring in clinical practice / S. Eiseberg, K. Scales // *Nurs. Stand.* — 2010. — № 24 (29). — P. 49–55.
10. Gelman, S. Venous Function and Central Venous Pressure / S. Gelman // *Anesthesiology*. — 2008. — № 108. — P. 735–748.
11. Janssens, U. Volume status and central venous pressure / U. Janssens, J. Graf // *J. Intensive Care Med.* — 2007. — № 22 (1). — P. 44–51.
12. Kuntscher, M. V. Correlations between cardiac output, stroke volume, central venous pressure, intra-abdominal pressure and total circulating blood volume in resuscitation of major burns / M. V. Kuntscher, G. Germann, B. Hartmann // *Resuscitation*. — 2006. — № 70. — P. 37–43.
13. Lobo, D. N. Perioperative fluid and electrolyte management: a survey of consultant surgeons in the UK / D. N. Lobo [et al] // *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* — 2002. — № 84. — P. 156–160.
14. Magder, S. More respect for the CVP / S. Magder // *Intensive Care Med.* — 1998. — № 24 (7). — P. 651–653.
15. Marik, P. E. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares / P. E. Marik, M. Baram, B. Vahid // *Chest*. — 2008. — № 134 (1). — P. 172–178.
16. Michard, F. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence / F. Michard, J. L. Teboul // *Chest*. — 2002. — № 121. — P. 2000–2008.
17. Poldermans, D. Dobutamine stress echocardiography for assesment of perioperative cardiac risk in patients undergoing major vascular surgery / D. Poldermans [et al] // *Circulation*. — 1993. — № 87. — P. 1506–1512.