

ЭНЕРГОДИНАМИКА КРОВООБРАЩЕНИЯ В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ, ПЕРЕНЁСШИХ АОРТОКОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ

Михневич К.Г., Волкова Ю.В., Баранова Н.В., Науменко В.А.

Харьковский национальный медицинский университет, кафедра медицины неотложных состояний, анестезиологии и интенсивной терапии

УДК [612.13: 616-005]-072
DOI 10.31379/2411.2616.14.2.7

ЕНЕРГОДИНАМІКА КРОВООБІГУ В ПЕРІОПЕРАЦІЙНОМУ ПЕРІОДІ У ХВОРИХ НА ГОСТРИЙ КОРОНАРНИЙ СИНДРОМ, ЯКІ ПЕРЕНЕСЛИ АОРТОКОРОНАРНЕ ШУНТУВАННЯ

Міхневіч К.Г., Волкова Ю.В., Баранова Н.В., Науменко В.А.

У статті розглядається енергетичний підхід до оцінки стану системи кровообігу (СК) при серцевій недостатності у пацієнтів з гострим коронарним синдромом (ГКС). З цієї точки зору всі показники СК діляться на кінетичні (кінцево-діастолічний об'єм лівого шлуночка – КДО і кінцево-систолічний об'єм лівого шлуночка – КСВ, ударний об'єм – УО, фракція викиду – ФВ, серцевий викид – СВ), динамічні (артеріальний і центральний венозний тиск – АТ та ЦВТ, їх різниця – загальне перфузійний тиск системного кровообігу – ЗПТСК, загальний периферичний судинний опір – ЗПСО) і енергетичні (потужність серцевого викиду – ПСВ, споживана тканинами потужність – СТМ, кисневий резерв – КР та інтегральний енергетичний коефіцієнт – ІЕК). Фіксувалася необхідна доза добутаміну, тривалість штучного кровообігу (ШК) після зігрівання і тривалість післяопераційної штучної вентиляції легень (ШВЛ). Обстежено 36 пацієнтів (група 1, n = 18, група 2, n = 18) з ГКС з вихідною ФВ < 40 %, яким було проведено аортокоронарне шунтування (АКШ) при проведенні однакового анестезіологічного забезпечення, яке в групі 2 відрізнялося застосуванням кальцієвого сенситизатора левосимендана. **Результати.** В обох групах АКШ поліпшило кінетичні показники СК пацієнтів з ГКС в рівній мірі (за винятком УО, який в групі 2 був достовірно вище). Динамічні показники (ЗПТСК і ЗПСО) оптимізовані в групі 2 в достовірно більшою мірою, що дозволило у цій групі достовірно підвищити КР і ІЕК і достовірно знизити тривалість післяопераційних ШК і ШВЛ, а також необхідну дозу добутаміну. **Висновки.** 1. Традиційні кінетичні і динамічні показники СК не повністю відображають її стан при серцевій недостатності, викликаній ГКС. 2. Розрахунок у періопераційному періоді енергетичних показників СК пацієнтів з ГКС при виконанні АКШ дозволяє прогнозувати перебіг післяопераційного періоду.

Ключові слова: гострий коронарний синдром, аортокоронарне шунтування, енергодинаміка.

ENERGODYNAMICS OF BLOOD CIRCULATION IN THE PERIOPERATIVE PERIOD OF PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME WHO UNDERWENT AORTOCORONARY BYPASS

Mikhnevich K., Volkova Y., Baranova N., Naumenko V.

The article discusses the energy approach to assessment of the state of the circulatory system (CS) in heart failure in patients with acute coronary syndrome (ACS). From this point of view all indicators of CS are divided into kinetic (end-diastolic volume of the left ventricle – LVEDV and end-systolic volume of the left ventricle – LVESV, stroke volume – SV, ejection fraction – EF, cardiac output – CO), dynamic (arterial blood pressure and central venous pressure – BP and CVP, their difference – total perfusion pressure of the systemic circulation –TPPSC, total peripheral vascular resistance – TPVR) and energy (power cardiac output – PCO, power consumption of tissue – PCT, oxygen reserve – OR and integrated energy coefficient – IEC). The required dose of dobutamine, the duration of cardiopulmonary bypass (CB) after heating, and the duration of postoperative mechanical ventilation of the lungs (MV) were fixed. 36 patients were examined (group 1, n = 18, group 2, n = 18) with ACS with an initial EF < 40%, who underwent coronary artery bypass grafting (CABG) during the same anesthetic management, which in group 2 was distinguished by the use of calcium sensitizer Levosimendan. **Results.** The CABG improved the kinetic indices of SC of patients with CABG equally in both groups (with the exception of SV, which was significantly higher in group 2). The dynamic indices (TPPSC and TPVR) were optimized in group 2 to a significantly greater degree, which allowed in this group to significantly increase OR and IEC and significantly reduce the duration of postoperative CB and MV, as well as the required dose of dobutamine. **Conclusions.** 1. Traditional kinetic and dynamic indicators of CS do not fully reflect its state in heart failure caused by ACS. 2. Calculation in the perioperative period of energy indicators of CS of patients with ACS during CABG allows predicting the course of the postoperative period.

Key words: acute coronary syndrome, coronary artery bypass grafting, energetodynamics.

Введение

Заболевания системы кровообращения до сих пор прочно занимают первое место среди причин смерти взрослого населения Украины (около 68 % всех смертей). Значительная часть этих заболеваний приходится на ишемическую болезнь сердца (ИБС) [1]. Все случаи обострения ИБС, протекающие в виде инфаркта миокарда или нестабильной стенокардии, в связи с их одинаковым патогенезом и одинаковым подходом к лечению, объединяются в понятие острого коронарного синдрома (ОКС) [2]. У 15-28 % пациентов с ОКС развивается острая сердечная недостаточность вплоть (ОСН) до кардиогенного шока [3, 4]. Наиболее эффективным методом лечения ОКС является выполнение оперативных вмешательств, направленных на реваскуляризацию миокарда, причём у ряда пациентов оказывается возможным выполнение только аортокоронарного шунтирования (АКШ). И само оперативное вмешательство на сердце и необходимое для этого искусственное кровообращение (ИК) ухудшает кровообращение в миокарде на фоне уже существующей ишемии, что ещё в большей степени снижает сократительную способность миокарда (ССМ) [5]. Снижение ССМ неизбежно ска-

зывается на кинетических (ударный и сердечный индекс – УИ и СИ, фракция выброса – ФВ), динамических (прессорные параметры, общее периферическое сопротивление – ОПСС) и энергетических (мощность сердечного выброса – МСВ, коэффициент добычи энергии – КДЭ и другие) показателях кровообращения в частности и общих энергетических (потребляемая тканями мощность – ПТМ, интегральный энергетический индекс – ИЭИ) показателях организма [7].

Цель работы

Оценить влияние периоперационного восстановления сократительной способности миокарда β_1 -адреномиметиками и комбинацией β_1 -адреномиметиков с кальциевыми сенситизаторами на энергодинамику кровообращения у больных с острым коронарным синдромом при выполнении аортокоронарного шунтирования.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе отделений анестезиологии и интенсивной терапии ГУ «Институт сердца МЗ Украины». Обследовано 36 пациентов (группа 1, n = 18, группа 2, n = 18) с ОКС с исходной ФВ < 40 %, которым было выполнено АКШ. По демографическим и антропометрическим показателям группы пациентов были однородными. В обеих группах проведено АКШ по одинаковой методике одной и той же хирургической бригадой с выполнением одинакового анестезиологического пособия одним и тем же анестезиологом.

Методика анестезии. За 2 часа до перевода пациента в операционную вводился β_1 -адреноблокатор метопролол 2,5-5 мг (достижение коронаролитического эффекта и профилактика фибрилляции); за 20 минут – 10 мг морфина и 20 мг сибазона. В предоперационной катетеризировались верхняя полая вена и лучевая артерия. В течение 30 минут до операции проводили инфузию кристаллоидов под контролем ЦВД со скоростью 10 мл/кг·час, затем – 5 мл/кг·час. Индукция в наркоз – тиопентал-натрия ($1,7 \pm 0,4$ мг/кг) и фентанил ($2,2 \pm 0,6$ мкг/кг). После тотальной миоплегии ардуаном ($0,08 \pm 0,01$ мг/кг) интубировали трахею и начинали ИВЛ. Анестезия поддерживалась севофлюраном (1,5-2,5 об%) по полузакрытому контуру с газотоком 2,5-3,5 л/мин и фентанилом (3-5 мкг/кг·час). Перед канюляцией магистральных сосудов вводили 300 ЕД/кг гепарина для достижения активированного времени свёртывания крови не менее 460 с. ИК осуществлялось аппаратом «Terumo system 1» (Япония). Скорость перфузии при нормотермии составляла 2,4-2,7 л/мин·м², при гипотермии – 1,8-2,4 л/мин·м². Испаритель севофлюрана подключался к газовой линии АИК, скорость введения севофлюрана составляла 1,5-2,5 об %, газоток кислорода в лёгкие – 0,45-0,9 л/мин под РЕЕР 4 мм рт. ст. На выходе из перфузии больного согревали с минимальным градиентом температуры, по достижении температурой тела уровня 34-35 °С проводили электрическую дефибрилляцию энергией в 10 Дж и начинали инфузию добутамина, скорость которой контролировали по давлению в левом предсердии, стремясь поддерживать его в пределах 8-12 мм рт. ст. Для нормализации ОПСС использовали норадrenalин в дозе 20-200 нг/кг·мин. Для достижения коронаролитического и системного вазодилатационного эффекта вводили нитроглицерин в дозе $2,5 \pm 1,6$ мкг/кг·мин. Для профилактики фибрилляции желудочков вводили β_1 -адреноблокатор метопролол в дозе $5,0 \pm 1,4$ мг болюсно. В раннем послеоперационном периоде в течение определённого периода (длительность которого изучалась в сопоставлении с другими показателями) проводилась продлённая ИВЛ аппаратом «Maquet» (Германия). Кровообращение управлялось добутамином,

периферическими вазодилататорами, при необходимости – антиаритмическими препаратами. Инфузионной терапией добивались поддержания главных составляющих гомеостаза. Агрегатное состояние крови поддерживали гепарином с последующим переходом на антиагрегант клопидогрель.

Методика проведения анестезии и послеоперационной интенсивной терапии у пациентов группы 2 отличалась дополнительным введением кальциевого сенситизатора левосимендана по следующей схеме: до индукции в наркоз 10 мг/кг в течение 10 минут, потом со скоростью 0,1 мг/кг·мин в течение 8 часов.

Измерялись следующие показатели.

Антропометрические: – рост и масса тела пациента.

Кинетические: конечно-диастолический объём левого желудочка (КДО) и конечно-систолический объём левого желудочка (КСО) с помощью аппарата «Aplio XG SSA-770A» («Toshiba», Япония) с секторальными датчиками с частотой излучения 2,5-5,0 МГц, частота сердечных сокращений (ЧСС).

Динамические: артериальное давление (АД), центральное венозное давление (ЦВД).

Гемические: концентрация гемоглобина, насыщение гемоглобина артериальной (S_{aO_2}) и венозной (S_{vO_2}) крови кислородом, парциальное напряжение кислорода в артериальной (p_{aO_2}) и венозной (p_{vO_2}) крови кислородом с помощью анализатора «ABL800 Flex Series 835» («Radiometer», Дания).

Биохимические: уровень лактата.

Рассчитывались следующие показатели.

Антропометрические: площадь поверхности тела (ППТ) по формуле Дюбуа [8]:

$$S_b [м^2] = 0,007184 \cdot m [кг]^{0,425} \cdot h [см]^{0,725} \quad (1)$$

Кинетические: ударный объём (УО) как разность между КДО и КСО, конечно-диастолический индекс левого желудочка (КДИ), конечно-систолический индекс левого желудочка (КСИ), ударный индекс (УИ) как отношение соответствующих показателей к ППТ; ФВ как отношение УО к КДО; сердечный выброс (СВ) как произведение УО на ЧСС и сердечный индекс как отношение СВ к ППТ.

Динамические: эффективное АД (АДэ) по общепринятой приближённой формуле (сумма диастолического и трети пульсового АД), общее перфузионное давление системного кровообращения (ОПДСК) как разность между АДэ и ЦВД, ОПСС как частное от деления ОПДСК на СВ, удельное периферическое сопротивление (УПСС) как частное от деления ОПДСК на СИ.

Гемические: содержание кислорода в крови по модифицированной нами формуле [7]:

$$C_{O_2} [моль/мл] = K_H [моль/г] \cdot C_{Hb} [г/мл] \cdot S_{O_2} + K_B [моль/мл \cdot б] \cdot (1 - C_{Ht}) \cdot p_{O_2} [б], \quad (2)$$

где $K_H = 5,98 \cdot 10^{-5}$ моль/г – константа Гюфнера, отражающая массу кислорода, связываемый 1 граммом гемоглобина,

C_{Hb} – концентрация гемоглобина, г/мл,

S_{O_2} – доля насыщенного кислородом гемоглобина,

$(1 - C_{Ht})$ – доля объёма крови, приходящегося на плазму,

p_{O_2} – парциальное давление кислорода в плазме,

$K_B = 1,04 \cdot 10^{-11}$ моль/мл·б – константа Бунзена, отражающий массу растворяющегося кислорода в единице объёма плазмы при единичном парциальном давлении кисло-

рода в ней; рассчитывали также артериовенозную разницу в содержании кислорода ($C_{(a-v)O_2}$); транспорт кислорода по формуле [7]:

$$T_{O_2} [\text{моль/с}] = Q_I [\text{см}^3/\text{с}] \cdot C_{aO_2} [\text{моль/см}^3], \quad (3)$$

потребление кислорода по формуле [7]:

$$V_{O_2} [\text{моль/с}] = Q_I [\text{см}^3/\text{с}] \cdot C_{(a-v)O_2} [\text{моль/см}^3], \quad (4)$$

где в обеих последних формулах Q_I – СИ.

Энергетические: МСВ и её индекс (ИМСВ как отношение МСВ к ППТ):

$$P_{QI} = \frac{P_{sc}^2}{\rho_{sc}} \quad (5)$$

где P_{QI} – ИМСВ, ρ_{sc} – ОПДСК, ρ_{sc} – УПСС;

Потребляемая тканями мощность и её индекс (ИПТМ) как произведение VO_2 и потенциальной химической энергии кислорода (количество энергии, выделяемое при окислении глюкозы 1 молекул кислорода – $4,8 \cdot 10^{12}$ эрг/моль); коэффициент добычи энергии как отношение ИМСВ к ИПТМ; кислородный резерв (КР) как отношение артериовенозной разницы в содержании кислорода к утроенной концентрации лактата [7]; интегральный энергетический индекс (ИЭИ) по разработанной нами формуле, равный произведению ИМСВ и КР.

Все показатели измеряли и рассчитывали на двух этапах: исходный (при поступлении) и перед переводом из отделения интенсивной терапии (ОИТ).

Результаты

Кинетические показатели представлены в таблице 1, из которой видно, что практически все они проявили тенденцию к статистически значимому улучшению, которое, однако было более выраженным в группе 2. Тем не менее СИ в обеих группах в результате лечения повысился в равной степени и в обеих группах достоверно не различался.

Таблица 1. Кинетические показатели ($M \pm \sigma$)

Показатель	Группа	Этап	
		До операции	Перед переводом в ОИТ
КДИ, мл/м ²	1	63,8±6,3	70,4±8,1†
	2	66,7±9,2	71,3±9,4
КСИ, мл/м ²	1	39,6±2,3	35,4±2,6†
	2	41,8±5,7	32,1±4,1†‡
УИ, мл/м ²	1	24,2±4,5	35,0±6,5†
	2	24,9±4,2	39,2±6,4†‡
ФВ, %	1	37,7±3,8	49,4±4,2†
	2	37,3±3,1	54,8±3,4†‡
СИ, л/мин·м ²	1	1,93±0,37	2,71±0,58†
	2	2,04±0,39	3,06±0,57†

Здесь и далее: † – $p < 0,05$ при сравнении показателей на этапах исследования в одной группе;

‡ – $p < 0,05$ при сравнении показателей в двух группах.

Таблица 2. Динамические показатели ($M \pm \sigma$)

Показатель	Группа	Этап	
		До операции	Перед переводом в ОИТ
ОПДСК, мм рт. ст.	1	83,1±6,7	85,1±6,2
	2	82,0±6,3	80,9±5,7†
УПСС, $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{см}^{-5}$	1	3574±785	2638±680†
	2	3349±811	2210±569††

Динамические показатели отображены в таблице 2. ОПДСК на обоих этапах в группе не различалось, однако УПСС в группе 2 в результате лечения снизилось в достоверно большей степени, чем в группе 1.

Гемические показатели (таблица 3) на протяжении исследования в группах не различались, причём в обеих группах произошло достоверное снижение содержания кислорода в артериальной крови в связи с необходимостью гемодилюции для обеспечения ИК. Тем не менее, в обеих группах транспорт кислорода и его потребление тканями повысились благодаря росту СИ.

Энергетические показатели приведены в таблице 4. ИМСВ и ИПТМ в обеих группах в результате лечения достоверно повысились и в конце исследования достоверно между собой не различались. Незначительное, но достоверное повышение КДЭ произошло в группе 2, но перед переводом из ОИТ он не отличался от уровня группы 1. КР в группе 2 повысился в достоверно большей степени, чем в группе 1. То же самое можно сказать и об ИЭИ.

Средняя доза добутамина в послеоперационном периоде, необходимая для коррекции кровообращения, длительность ИК после согревания пациента и длительность послеоперационной ИВЛ показаны в таблице 5. Введение левосимендана позволило достоверно снизить дозу добутамина, увеличивающего потребность миокарда в энергии. С учётом снижения возможностей кровоснабжения миокарда при ОКС это является очень важным эффектом. Применение левосимендана привело также к достоверному уменьшению длительности ИК

Таблица 3. Гемические показатели ($M \pm \sigma$)

Показатель	Группа	Этап	
		До операции	Перед переводом в ОИТ
СНб, г/л	1	136,6±9,2	102,3±9,4†
	2	135,9±8,4	99,9±9,0†
CaO ₂ , мкмоль/мл	1	8,22±0,47	7,56±0,38†
	2	8,33±0,51	7,58±0,29†
C(a-v)O ₂ , мкмоль/мл	1	2,25±0,26	2,25±0,49
	2	2,44±0,26	2,08±0,32†
TO ₂ , мкмоль/с · м ²	1	264±52	341±72†
	2	284±29	387±77†
VO ₂ , мкмоль/с · м ²	1	71,5±11,5	98,5±18,7†
	2	82,5±16,1	104,7±18,3†

Таблица 4. Энергетические показатели ($M \pm \sigma$)

Показатель	Группа	Этап	
		До операции	Перед переводом в ОИТ
ИМСВ, мВт/м ²	1	357±78	512±123†
	2	372±78	548±99†
ИПТМ, Вт/м ²	1	34,3±5,5	47,3±9,0†
	2	39,6±7,7	50,2±8,8†
КДЭ, %	1	1,04±0,14	1,11±0,29
	2	0,95±0,13	1,10±0,19†
КР, %	1	39,3±11,5	63,6±9,8†
	2	36,7±11,5	76,8±11,5††
ИЭИ, мВт/м ²	1	144±64	332±115†
	2	137±53	424±105††

Таблица 5. Доза добутамина, длительность ИК и длительность послеоперационной ИВЛ, ($M \pm \sigma$)

Показатель	Группа	$M \pm \sigma$
Добутамин, мкг/кг · мин	1	5,8±1,1
	2	3,7±1,3†
Длительность ИК, мин	1	24,7±2,4
	2	13,8±1,4†
Длительность ИВЛ, мин	1	275,4±25,7
	2	109,4±16,0†

после согревания и послеоперационной ИВЛ. При этом Длительность ИК и ИВЛ после операции не проявили существенной зависимости от исходных кинетических и динамических показателей, тогда как от энергетических показателей зависимость была выраженной. Коэффициент корреляции длительности ИК и ИЭИ в группе 1 составил $-0,80 \pm 0,08$, в группе 2 – $-0,71 \pm 0,12$, длительности ИВЛ и ИЭИ соответственно $-0,89 \pm 0,05$ и $-0,73 \pm 0,11$.

Обсуждение

По результатам нашего исследования можно заключить, что кальциевый сенситизатор левосимендан, повышая ССМ без увеличения потребности миокарда в энергии (а значит, и в кислороде) способствует более эффективному улучшению кинетических показателей – прежде всего КСИ, УИ и ФВ. Хотя существенных различий в СИ между группами обследованных пациентов и не зафиксировано, не вызывает сомнений то, что компенсация у пациентов группы 1 достигалась с большим напряжением (за счёт ЧСС и ОПСС). Гемические показатели в обеих группах не различались, их изменения были обусловлены, в первую очередь, вынужденным снижением кислородной ёмкости крови, однако несмотря на это транспорт кислорода удалось повысить за счёт роста СИ. Однако анализ энергетических показателей кровообращения приводит к выводу, что поддержание СИ и транспорта кислорода в группе 1 достигалось с меньшим коэффициентом

действия, о чём свидетельствуют прежде всего уровни КР и ИЭИ, отражающие энергетические резервы системы кровообращения. Это даёт нам возможность утверждать, что кинетических и динамических показателей для оценки состояния кровообращения недостаточно и необходимо учитывать энергетическую составляющую гемодинамики.

Выводы

1. Традиционные кинетические и динамические показатели кровообращения не полностью отражают состояние системы кровообращения при сердечной недостаточности, вызванной острым коронарным синдромом.
2. Расчёт в периоперационном периоде энергетических показателей системы кровообращения пациентов с ОКС, которым выполняется АКШ, позволяет прогнозировать течение послеоперационного периода, в частности необходимую для коррекции гемодинамики дозу β_1 -адреномиметиков, длительность искусственного кровообращения после согревания организма и продолжительность послеоперационной ИВЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цілі сталого розвитку: Україна. Національна доповідь. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Квітень, 2016. С. 24-31.
2. J.J. McMurray et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: the task force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC, *Eur. Heart J.* 33 (14) (2012) 1787–1847.
3. Acute heart failure syndromes: current state and framework for future research / M. Gheorghade [et al.] // *Circulation*. – 2005. – Vol.112 (25). – P.3958–3968.
4. Management of cardiogenic shock / H. Thiele [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2015. – Vol.36 (20). – P.1223–1230.
5. ACC/AHA Guidelines for coronary artery bypass graft surgery / K.A. Eagle [et al.] // *JACC*. – 2004. – Vol. 44. – P. 213-310.
6. London M.J., Mittnacht A.J., Kaplan J.A. Anesthesia for myocardial revascularisation // *Kaplan's Cardiac Anesthesia*, ed by Kaplan J.A., Reich D.L., Lake C.L., Konstadt S.N., 5th edition // Philadelphia, Saunders Elsevier. – 2006. – p. 585-644.
7. Михневич К.Г. Некоторые вопросы гидродинамики и энергетики циркуляторного и гемического звеньев системы транспорта кислорода (часть 3) / К.Г. Михневич // *Медицина неотложных состояний*. – 2018. – №6(93). – С. 28-34.
8. D. DuBois, E.F. DuBois. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known / D. DuBois, E.F. DuBois // *Arch Intern Med*. – 1916. – Vol.17. – P.863–71.

REFERENCES

1. Tsili staloho rozvytku: Ukrayina. Natsional'na dopovid'. Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli Ukrainy. April, 2016. pp. 24-31.
2. McMurray, J.J. et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: the task force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC, *Eur. Heart J.*, 2012, vol.33 (14), pp.1787–1847.
3. Gheorghade, M. et al. Acute heart failure syndromes: current state and framework for future research. *Circulation*, 2005, vol.112 (25), pp.3958–3968.
4. Thiele, H. et al. Management of cardiogenic shock. *Eur. Heart J.*, 2015, vol.36 (20), pp.1223–1230.

5. Eagle, K.A. et al. ACC/AHA Guidelines for coronary artery bypass graft surgery. *JACC*, 2004, vol. 44, pp. 213-310.
6. London, M.J., Mittnacht A.J., Kaplan J.A. Anesthesia for myocardial revascularisation. *Kaplan's Cardiac Anesthesia*, ed by Kaplan J.A., Reich D.L., Lake C.L., Konstadt S.N., 5th edition. Philadelphia, Saunders Elsevier, 2006, p. 585-644.
7. Mikhnevich, K.G. Nekotoryye voprosy gidrodinamiki i energetiki tsirkulyatornogo i gemicheskogo zven'yev sistemy transporta kisloroda (chast' 3) *Meditsina neotlozhnykh sostoyaniy*, 2018, volN№6(93), pp. 28-34.
8. DuBois, D., DuBois, E.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Intern Med*, 1916, vol.17, pp.863-71.

Надійшла до редакції 21.08.2019
Рецензент канд. мед. наук, доц. І. Л. Басенко,
дата рецензії 30.08.2019