

7. Johnson R.L., Kopp S.L., Burkle C.M. Neuraxial vs general anaesthesia for total hip and total knee arthroplasty: a systematic review of comparative-effectiveness research. *Br J Anaesth*, 2016, vol. 116 (2), pp. 163-176.

8. Neal J.M., Barrington M.J., Brull R., Hadzic A. The second ASRA practice advisory on neurologic complications associated with regional anesthesia and pain medicine: executive summary 2015. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 2015, vol. 40, pp. 401-430.

Надійшла до редакції 12.09.2018

Рецензент канд. мед. наук, доц. І. Л. Басенко, дата рецензії 14.09.2018

УДК 616.12-008.16

DOI 10.31379/2411.2616.12.2.5

І. М. Кузьмич, М. Г. Мельник, А. С. Маслоков, В. С. Шевченко

ВПЛИВ ВНУТРІШНЬОАОРТАЛЬНОЇ БАЛОННОЇ КОНТРПУЛЬСАЦІЇ НА ТРИВАЛІСТЬ МЕХАНІЧНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЛЕГЕНЬ, ФУНКЦІЮ НИРОК І КІЛЬКІСТЬ НЕВРОЛОГІЧНИХ УСКЛАДНЕНЬ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ СИНДРОМОМ НИЗЬКОГО СЕРЦЕВОГО ВИКИДУ ПІСЛЯ КАРДІОХІРУРГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

*Державна установа «Інститут серця
Міністерства охорони здоров'я України», Київ, Україна*

УДК 616.12-008.16

DOI 10.31379/2411.2616.12.2.5

И. М. Кузьмич, М. Г. Мельник, А. С. Маслоков, В. С. Шевченко

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИАОРТАЛЬНОЙ БАЛОННОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ, ФУНКЦИЮ ПОЧЕК И НА КОЛИЧЕСТВО НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ НИЗКОГО СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Внутриаортальная баллонная контрпульсация (ВАБК) — самый распространенный вид временной механической поддержки кровообращения, что позволяет улучшить сердечный выброс и коронарную перфузию, одновременно снижая напряжение на стенку левого желудочка (ЛЖ) и давление заклинивания легочных капилляров (ДЗЛК). Целью работы было оценить влияние механической поддержки кровообращения с помощью ВАБК на продолжительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ), функцию почек и частоту возникновения энцефалопатий в раннем послеоперационном периоде. Для этого авторами было проведено ретроспективное наблюдательное исследование, в котором принимали участие 58 пациентов с фракцией выброса < 40 %, которым было выполнено кардиохирургические вмешательства в условиях искусственного кровообращения в ГУ «Институт сердца МЗ Украины» за 7-месяч-

© І. М. Кузьмич, М. Г. Мельник, А. С. Маслоков, В. С. Шевченко, 2018

ний період. Отримані результати свідчать, що при доповненні традиційної терапії при постопераційному синдромі низького серцевого викиду проведенням ВАБК відбувається зменшення кількості неврологічних ускладнень, частоти виникнення та ступеня тяжкості гострого пошкодження нирок. Також відзначалося позитивне вплив на функцію дихання, що проявлялося в зменшенні потреби в ІВЛ та повторних інтубаціях. Таким чином, раннє використання ВАБК є ефективним способом профілактики поліорганної недостатності в умовах низького серцевого викиду у пацієнтів кардіохірургічного профілю.

Ключові слова: синдром низького серцевого викиду, внутріаортальна балонна контрпульсація, енцефалопатія, гостре пошкодження нирок, реінтубація.

UDC 616.12-008.16

DOI 10.31379/2411.2616.12.2.5

I. M. Kuzmich, M. G. Melnyk, A. S. Maslyukov, V. S. Shevchenko

EFFECT OF INTRAAORTIC BALLOON COUNTERPULSATION ON THE DURATION OF MECHANICAL VENTILATION, RENAL FUNCTION, AND THE NEUROLOGICAL COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH LOW CARDIAC OUTPUT SYNDROME AFTER CARDIAC SURGERY

Intra-aortic balloon counterpulsation (IABP) is the most common form of temporary mechanical circulatory support, which improves cardiac output and coronary perfusion, while reducing the left ventricular wall stress and the pulmonary capillary wedge pressure (PCWP). The purpose of the work was to evaluate the effect of mechanical circulatory support using IABP on the duration of mechanical ventilation, renal function, and the incidence of encephalopathy in the early postoperative period. For this purpose, the authors carried out a retrospective observational study which included 58 patients with EF <40 % who underwent cardiopulmonary interventions under CPB in the State Institution "Heart Institute Ministry of Health of Ukraine" for a 7-month period. The obtained results indicate that the use of IABP in conjunction with traditional therapy in the postoperative period in patients with low cardiac output leads to a decrease in the number of neurological complications, the incidence and severity of acute kidney injury, and has positive effect on the respiratory function, which is manifested by reduction in the need for mechanical ventilation and repeated intubations. Thus, the early use of IABP is an effective way of preventing multiple organ failure in patients with low cardiac output after cardiac surgery.

Key words: low cardiac output syndrome, intraaortic balloon counterpulsation, encephalopathy, acute kidney damage, reintubation.

Вступ

Внутрішньоаортальна балонна контрпульсація (ВАБК) є найпоширенішим видом тимчасової механічної підтримки кровообігу [1]. За допомогою ВАБК досягається більш сприятливий баланс між доставкою кисню міокарду і його потребами при використанні концепції систолічного розвантаження та діастолічного приросту. Як наслідок, серцевий викид (СВ), фракція викиду (ФВ) та коронарна перфузія покращуються з одночасним зниженням напруження на стінку лівого шлуночка (ЛШ), системного опору щодо ЛШ та тиску заклинювання легеневої капілярів. Внутрішньоаортальний балон, роздуваючись під час діастолі, витісняє об'єм крові з грудної аорти. У систолу, коли балон швидко спадається, утворюється мертвий простір, що ефективно знижує постнавантаження на ЛШ і покращує антеградний кровотік з ЛШ. Сумарним ефектом є зниження систолічного тиску в аорті до

20 % та підвищення діастолічного тиску. Контрпульсація — термін, що описує надування балона в діастолу та його спадання в ранню систолу. Надування балона в систолу викликає зміщення об'єму крові всередині аорти як проксимально, так і дистально. Це призводить до підвищення коронарного кровотоку і потенційного покращання системної перфузії, коли потенційна енергія, збережена під час систоли в корені аорти, перетворюється в кінетичну енергію з еластичною віддачею кореня аорти [3].

Під час проведення контрпульсації балон встановлюють у низхідній аорті нижче лівої підключичної та вище ниркових артерій. Метод встановлення — за Сельдінгером або хірургічний. Синхронізація балона виконується згідно з ЕКГ-кривою або за тиском в аорті. Проводиться рентген-контроль встановлення в палаті інтенсивної терапії або в ангиографічній операційній.

Балон заповнюється гелієм і роздувається на початку діастоли, коли аортальний клапан закритий. Витісняє кров як проксимально (сонні та коронарні судини), так і дистально (мезентеріальні та ниркові артерії). Відомо, що найбільше кисню міокард ЛШ потребує у фазу ізовольомічного скорочення, коли ЛШ необхідно подолати артеріальний опір (постнавантаження). Внутрішньоаортальний балон спадається наприкінці діастоли у пресистолу, тим самим знижує пресистолічний тиск в аорті, тобто опосередковано знижує післянавантаження.

Показання до проведення ВАБК значно розширилися з того моменту, коли його вперше використали при кардіогенному шоку. Сьогодні контрпульсація широко використовується при різних станах, які супроводжуються лівошлуночковою (незалежно від її етіології) або бівентрикулярною недостатністю.

При використанні ВАБК досягаються два основні стратегічні завдання:

1. Тимчасова підтримка функції ЛШ при гострій серцевій недостатності внаслідок інфаркту міокарда або інтраопераційного ушкодження.
2. Покращання балансу «доставка-потреба» кисню з метою зменшення ішемізованої зони та збереження більшої кількості життєздатного міокарда.

При прогресуванні гострої серцевої недостатності або синдрому низького серцевого викиду (СНСВ) проводиться інтенсивна терапія за допомогою засобів інотропної підтримки, інфузійної терапії, за необхідності застосовуються штучна вентиляція легень (ШВЛ), вазодилататори, діуретики, проводиться компенсація анемії (цільовий гемоглобін > 100 г/л) та ін. За неефективності вищезгаданих заходів хворому показано проведення ВАБК.

Згідно з даними літератури, ВАБК покращує церебральний кровотік. Pfluecke et al. у своїй статті показали, що застосування ВАБК підвищив мозковий кровотік на 20 %, при цьому найбільший ефект спостерігався у пацієнтів зі значно зниженою функцією ЛШ [7]. Це може пояснюватись як прямим впливом ВАБК, а саме зміщенням об'єму крові ретроградно під час діастоли в сонні артерії, так і опосередкованим — внаслідок підвищення серцевого викиду через покращання коронарного кровотоку. В іншому дослідженні вивчався вплив ВАБК на мозкову авторегуляцію. Було показано, що у пацієнтів під час проведення ВАБК вона не порушується. Schachtrupp et al. у своїй праці відмічають, що ВАБК значно підвищує середню швидкість антеградного потоку по середньомозковій артерії навіть у пацієнтів з нормальною гемодинамікою [9]. Особливо ВАБК показана тим пацієнтам з лімітованим серцевим резервом, у яких є необхідність підтримання підвищеного мозкового кровотоку [6].

Вплив ВАБК на тривалість ШВЛ, кількість реінтубацій та ризик появи поєднаних із ШВЛ ускладнень має обмежене висвітлення у світовій літературі. Стосовно

теоретичної взаємодії ВАБК і системи дихання, виходячи з гемодинамічних ефектів ВАБК (покращання систолічної функції ЛШ та зменшення постнавантаження на ЛШ), можна припустити менший вплив негативних гемодинамічних ефектів інвазивної ШВЛ та позитивний тиск у кінці видиху (ПТКВ) при одночасному застосуванні з ВАБК, а також теоретичну можливість швидшого відключення пацієнтів від ШВЛ при одночасному застосуванні ВАБК [2].

Згідно з даними світової літератури, були виконані дослідження щодо впливу ВАБК на нирковий кровотік. Ренальний кровотік може збільшуватися до 25 % як вторинний наслідок збільшення СВ [5; 8]. Зменшення швидкості діурезу може викликати підозру щодо зміщення балона на рівень ниркових артерій та їхнього механічного перекриття. Вплив ВАБК на функцію нирок у післяопераційному періоді вивчав Hilberman, який показав покращання ниркової перфузії під час проведення процедури ВАБК [4].

Мета роботи — оцінити вплив механічної підтримки кровообігу за допомогою ВАБК на тривалість ШВЛ, функцію нирок та частоту виникнення енцефалопатій у ранньому післяопераційному періоді.

Матеріали та методи дослідження

У Державній установі «Інститут серця МОЗ України» за період з лютого 2018 р. по серпень 2018 р. у відділенні інтенсивної терапії для дорослих було досліджено 58 пацієнтів з тяжкою гострою серцевою недостатністю, яка виникла після кардіохірургічних операцій в умовах штучного кровообігу (ШК) у ранньому післяопераційному періоді. У групі з 58 пацієнтів жінки становили 39 % (23 пацієнти), а чоловіки 61 % (35 пацієнтів). Середній вік у групі — (61 ± 9) років.

Серед досліджуваних 22 пацієнти знаходились у IV ф. к. і 36 пацієнтів — у III ф. к. за NYHA безпосередньо перед операцією. Усі пацієнти мали знижену ФВ — (31 ± 10) %. У 33 пацієнтів виявлено легенева гіпертензія II–III ст. В обраній когорті цукровий діабет діагностовано у 26 пацієнтів, із них у 9 були ознаки діабетичної нефропатії.

У 32 пацієнтів виявлена артеріальна гіпертензія, у 5 — порушення серцевого ритму, у 3 пацієнтів спостерігались ознаки хронічного обструктивного захворювання легень. В анамнезі 2 пацієнтів було гостре порушення мозкового кровообігу за ішемічним типом. Інфаркт міокарда в анамнезі визначався у 17 пацієнтів.

У 7 хворих при госпіталізації загальний стан потребував лікування в умовах відділення інтенсивної терапії внаслідок декомпенсації основного захворювання, виражених набряків, плеврального випоту та супровідної патології. У 5 з них було потрібне проведення механічної вентиляції легень (МВЛ), інотропної підтримки добутаміном і норадреналіном, у 4 застосовано левосимендан.

Усім 58 пацієнтам були виконані кардіохірургічні операції в умовах ШК. Розподіл за видом операційних втручань представлений у табл. 1. Операції проводилися в умовах помірної гіпотермії під комбінованою анестезією (севофлюран, пропофол, фентаніл, міорелаксанти). Середній час ШК становив (110 ± 41) хв.

Після операції хворих доправляли до відділення інтенсивної терапії в стані медикаментозної седації та ШВЛ. Моніторинг хворих включав: постійний запис ЕКГ, SaO_2 , SvO_2 крові з верхньої порожнистої вени, інвазивне вимірювання АТ, центрального венозного тиску (ЦВТ), погодинну оцінку діурезу. Визначення газового складу артеріальної або змішаної венозної крові — при надходженні, а в подальшому кожні 6 год або за необхідності частіше.

У всіх пацієнтів з обраної когорти протягом першої доби після операції спостерігалася клініка СНСВ, а саме стійка гіпотензія, тахікардія, підвищення ЦВТ, периферичний спазм, олігоанурія, метаболічний ацидоз, зростання рівня лактату крові.

Усі пацієнти були розподілені на дві групи: у I групі пацієнти отримували комбіновану інотропну підтримку добутаміном, норадреналіном і дофаміном, у II — додатково механічну підтримку циркуляції за допомогою ВАБК (табл. 2).

Усім пацієнтам, з огляду на явища серцевої слабкості, проводили ШВЛ апаратами “Maquet Servo-I” та “Maquet Servo-S” у стандартному режимі CMV, з наступним переходом у режим SIMV (синхронізована переміжна штучна вентиляція). Параметри вентиляції коригували залежно від даних аналізу газів артеріальної крові та пульсоксиметрії. При гіпоксемії застосовувалися помірно збільшені параметри ПТКВ (до 7–8 см вод. ст.), збільшувалася тривалість фази плато дихального циклу, а також змінювалося співвідношення вдих-видих (з 1 : 2 до 1 : 1,5). Седацію проводили пропофолом з фентанілом та/або дексметомідіном з фентанілом. Критеріями переведення на режим PS (підтримка тиском) та наступної екстубації були: нормалізація артеріального тиску (АТ) та ЦВТ, адекватність діурезу, достатнє зігрівання, підтримання SpO₂ на рівні 97–99 % при поступовому зниженні FiO₂ до 35 %, повна реверсія м'язового блока, встановлення контакту з пацієнтом і наявність задовільного неврологічного тону.

Розподіл пацієнтів за групами та критеріями відновлення адекватної функції дихальної системи у післяопераційному періоді наведено у табл. 3.

З наведених даних можна зробити висновок, що у пацієнтів II групи, у яких застосовували ВАБК, швидше нормалі-

Таблиця 1

Розподіл операцій за видом операційних втручань, n=58

Вид втручання	Кількість пацієнтів, n=58
АКШ	25
ПАК	11
ПМК	7
Операція Бентала*	3
ПМК + АКШ	4
ПАК + АКШ	5
ПМАК	3

Примітка. АКШ — аорто-коронарне шунтування; ПАК — протезування аортального клапана; ПМК — протезування мітрального клапана; ПМАК — протезування аортального та мітрального клапанів; * — операція Бентала — протезування аортального клапана висхідної аорти з реімплантацією коронарних артерій.

Таблиця 2

Розподіл пацієнтів за групами, n=58

Група	Призначення
I, n=30	Добутамін + норадреналін + дофамін
II, n=28	Добутамін + норадреналін + дофамін + ВАБК

Таблиця 3

Розподіл пацієнтів за показниками відновлення функції зовнішнього дихання, n=58

Показник	Група	
	I, n=30	II, n=28
Середній час проведення МВЛ, год	16,3±2,9	8,5±1,8
Середнє SpO ₂ після екстубації	91±3	96±3
Кількість пацієнтів, що потребували реінтубації	12	4

Гемодинамічні показники у досліджуваних пацієнтів у динаміці, n=58

Показник	I група, n=30		II група, n=28	
	0 год	12 год	0 год	12 год
Середній систолічний АТ, мм рт. ст.	86±9	78±8	84±11	83±8
Середній ЦВТ, мм рт. ст.	130±20	170±20	120±20	130±20
Діурез, середня швидкість, мл/год	250±200	150±100	300±100	280±100
Середня ЧСС/хв	98±11	107±8	92±9	95±13
Середній P _v O ₂ , мм рт. ст.	70±4	62±5	73±5	69±4
Середня SaO ₂ , %	99±2	93±3	99±2	96±3

зувалася функція зовнішнього дихання, що зумовлено покращанням перфузії як головного мозку (що приводить до швидшого відновлення неврологічного тону-су), так і дихальної мускулатури. Також свою роль у покращанні функції дихальної системи відіграло зменшення опору судин легеневої артерії, що приводило до зменшення інтерстиційного набряку легень і дозволяло підтримувати легені за принципом “as dry as possible”.

Зважаючи на підвищене навантаження на серцево-судинну систему після введення пацієнта на самостійне дихання, авторами було зафіксовано параметри гемодинаміки на момент екстубації та через 12 год з метою оцінки її змін у зазначених групах дослідження (табл. 4).

З огляду на зазначене вище, застосування ВАБК у пацієнтів дає можливість підтримати гемодинаміку в ранньому періоді після екстубації на достатньому рівні. Із 20 пацієнтів I групи 13 хворим з часом знадобилося підвищення доз симпатоміметиків, на противагу II групі, у якій за цей період у 16 пацієнтів вдалося знизити інотропну підтримку.

Одним з інтегральних показників стану гемодинаміки у пацієнтів є функція нирок. Це пояснюється винятковою чутливістю нирок до гіпотензії, у тому числі до відносної (пацієнти з гіпертонічною та діабетичною нефропатією). Для оцінки гострого ушкодження нирок (ГУН) ми використовували шкалу RIFLE. В обраній когорті пацієнтів ознаки ГУН спостерігались у 33 (56 %) пацієнтів з 58. Їхній розподіл наведено у табл. 5.

Таблиця 5
Розподіл пацієнтів згідно зі ступенем ушкодження нирок, n=58

Показник	Група	
	I, n=30	II, n=28
R (за RIFLE)	16	6
I (за RIFLE)	4	3
F (за RIFLE) + гемодіаліз/ ультрафільтрація	3	1

При СНСВ, а відповідно, при гіпоксії пацієнти мають ризик розвитку неврологічних ускладнень, а саме явищ енцефалопатії (загальноомозкова симптоматика) або локальних порушень. Автори розглядали такі розлади як прояви енцефалопатії: сплутаність свідомості, дезорієнтація в місці та часі, галюцинації. Умовно такі випадки було розділено на легкі (без потреби у лікувальних заходах), середньої тяжкості (потреба у психотропних, седативних засобах) та тяжкі (рухове збудження, агресія, потреба у

проведенні МВЛ). Загальна кількість таких ускладнень у досліджуваних пацієнтів становила 16 (27 %) випадків. Розподіл вищезгаданих ускладнень наведено у табл. 6.

Таким чином, збережений у достатніх межах мозковий кровотік у пацієнтів з ВАБК дозволив у хворих II групи зменшити кількість неврологічних розладів.

Таблиця 6

Розподіл неврологічних ускладнень за групами, n=58

Прояви енцефалопатії	Група	
	I, n=30	II, n=28
Легкі	6	2
Середньої тяжкості	3	2
Тяжкі	3	0

Висновок

У пацієнтів з тяжким СНСВ, у яких комбінована інотропна підтримка була доповнена механічною підтримкою кровообігу, нами виявлено зменшення кількості неврологічних ускладнень, зменшення кількості й тяжкості гострого ушкодження нирок. Також спостерігалися позитивні ефекти впливу на функцію дихання, що проявлялось у зниженні потреби в ШВЛ і повторних інтубацій. Отже, незважаючи на деякі специфічні ускладнення, притаманні власне процедурі ВАБК, ми дійшли висновку, що раннє використання механічної підтримки кровообігу за допомогою ВАБК є дієвим способом профілактики поліорганної недостатності в умовах низького серцевого викиду.

Ключові слова: синдром низького серцевого викиду, внутрішньоаортальна балонна контрпульсація, енцефалопатія, гостре ушкодження нирок, реінтубація.

ЛІТЕРАТУРА

1. Impact of intra-aortic balloon pump on short-term clinical outcomes in ST-elevation myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: A “real life” single center experience / R. de la Espriella-Juan et al. *Med Intensiva*. 2017. Vol. 41, № 2. P. 86–93. doi: 10.1016/j.medin.2016.06.009.
2. Intra-aortic balloon pump combined with mechanical ventilation for treating patients aged > 60 years in cardiogenic shock: Retrospective analysis / H. Liu et al. *J Int Med Res*. 2016. Vol. 44, № 3. P. 433–434. doi: 10.1177/0300060515621443.
3. The need for intra aortic balloon pump support following open heart surgery: risk analysis and outcome / H. Parissis et al. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2010. Vol. 20, № 5. P. 223–231. doi: 10.1186/17498090520.
4. Intra-aortic balloon pumping increases renal blood flow in patients with low left ventricular ejection fraction / E. Sloth et al. *Perfusion*. 2008. Vol. 23, № 4. P. 223–226. doi: 10.1177/0267659108100457.
5. Intra-aortic balloon pump use does not affect the renal function in patients undergoing off pump coronary artery bypass surgery / G. Muniraju et al. *Ann Card Anaesth*. 2011. Vol. 14, № 3. P. 188–191. doi: 10.4103/0971-9784.83996.
6. Increased cerebral blood flow during intra-aortic counterpulsation in cardiac patients: A-370 / M. Schmidt et al. *European Journal of Anaesthesiology*. 2006. Vol. 23. P. 98.
7. Intra-aortic balloon pump (IABP) counterpulsation improves cerebral perfusion in patients with decreased left ventricular function / C. Pfluecke et al. *Perfusion*. 2014. Vol. 29, № 3. P. 511–516. doi: 10.1177/0267659114525218.

8. Intraaortic Balloon Pump Counterpulsation and Cerebral Autoregulation: an observational study / J. Bellapart et al. *BMC Anesthesiol.* 2010. Vol. 12, № 10. P. 3. doi: 10.1186/1471-2253-10-3.

9. Influence of intra-aortic balloon pumping on cerebral blood flow pattern in patients after cardiac surgery / A. Schachtrupp et al. *European Journal of Anaesthesiology.* 2005. Vol. 22, № 3. P. 165–170.

REFERENCES

1. R. de la Espriella-Juan A., Valls-Serral A., Trejo-Velasco B., Berenguer-Jofresa A., Fabregat-Andres O., Perdomo-Londono D., Albiach-Montanana C., Vilar-Herrero J. V., Sanmiguel-Cervera D., Rumiz-Gonzalez E., Morell-Cabedo S. Impact of intra-aortic balloon pump on short-term clinical outcomes in ST-elevation myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: A “real life” single center experience. *Med Intensiva*, 2017, vol. 41, no. 2, pp. 86-93. doi: 10.1016/j.medin.2016.06.009.

2. Hongwei Liu, Xueping Wu, Xiaoning Zhao, Ping Zhu, and Lina. Intra-aortic balloon pump combined with mechanical ventilation for treating patients aged > 60 years in cardiogenic shock: Retrospective analysis. *J Int Med Res.*, 2016, vol. 44, no. 3, pp. 433-34. doi: 10.1177/0300060515621443.

3. Parissis H., Leotsinidis M., Akbar M.T., Apostolakis E., Dougenis D. The need for intra aortic balloon pump support following open heart surgery: risk analysis and outcome. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 2010, vol. 20, no. 5, pp. 223-231. doi: 10.1186/17498090520.

4. Sloth E., Sprogø P., Lindskov C., Horlyck A., Solvig J., Jakobsen C. Intra-aortic balloon pumping increases renal blood flow in patients with low left ventricular ejection fraction. *Perfusion*, 2008, vol. 23, no. 4, pp. 223-6. doi: 10.1177/0267659108100457.

5. Muniraju G., Pandey S., Chakravarthy M., Krishnamoorthy J., Narayan S., Jawali V. Intra-aortic balloon pump use does not affect the renal function in patients undergoing off pump coronary artery bypass surgery. *Ann Card Anaesth.*, 2011, vol. 14, no. 3, pp. 188-91. doi: 10.4103/0971-9784.83996.

6. Schmidt M., Balci M., Gulbins H., Hannekum A., Pritisanac A. Increased cerebral blood flow during intra-aortic counterpulsation in cardiac patients: A-370. *European Journal of Anaesthesiology*, 2006, vol. 23, p. 98.

7. Pfluecke C., Christoph M., Kolschmann S., Tarnowski D., Forkmann M., Jellinghaus S., Poitz D.M., Wunderlich C., Strasser R.H., Schoen S., Ibrahim K. Intra-aortic balloon pump (IABP) counterpulsation improves cerebral perfusion in patients with decreased left ventricular function. *Perfusion*, 2014, vol. 29, no. 3, pp. 511-6. doi: 10.1177/0267659114525218.

8. Bellapart J., Geng Sh., Dunster K., Timms D., Barnett A. G., Boots R., Fraser J. F. Intraaortic Balloon Pump Counterpulsation and Cerebral Autoregulation: an observational study. *BMC Anesthesiol.*, 2010, vol. 12, no. 10, p. 3. doi: 10.1186/1471-2253-10-3.

9. Schachtrupp A., Wrigge H., Busch T., Buhre W., Weyland A. Influence of intra-aortic balloon pumping on cerebral blood flow pattern in patients after cardiac surgery. *European Journal of Anaesthesiology*, 2005, vol. 22, no. 3, pp. 165-70.

Надійшла до редакції 16.09.2018

Рецензент д-р мед. наук, проф. Ю. І. Карпенко, дата рецензії 18.09.2018