

Оцінка гемодинаміки на різних етапах операції коронарного шунтування на працюючому серці

Іоффе Н. О., Ларіонова О. Б., Хижняк К. А., Мітіюк В. М., Руденко С. А.

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» (Київ)

Післяопераційні ускладнення при операціях ізольованого коронарного шунтування, які виконуються за методикою працюючого серця, найчастіше пов'язані з інтраопераційними чинниками – нестабільною гемодинамікою, порушенням серцевого ритму, ішемією міокарда. Оптимальним шляхом запобігання їх розвитку є удосконалення інтраопераційного моніторингу гемодинаміки шляхом визначення серцевого індексу. Інтраопераційний моніторинг серцевого індексу дає можливість виявити порушення скоротливої здатності міокарда, своєчасно стабілізувати гемодинаміку пацієнта протягом операції та запобігти екстремній конверсії на штучний кровообіг. Методика визначення серцевого індексу була застосована у 78 пацієнтів, прооперованих у відділенні хірургічного лікування ішемічної хвороби серця Національного інституту серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова протягом 2018 року. За допомогою методики імпульсної кардіографії було визначено показники гемодинаміки впродовж операції коронарного шунтування, що виконувалася на працюючому серці.

Ключові слова: коронарне шунтування, імпульсна кардіографія, серцевий індекс, синдром низького серцевого викиду.

Розвиток післяопераційних ускладнень при операціях ізольованого коронарного шунтування, які виконуються за методикою працюючого серця, найчастіше пов'язаний з інтраопераційними чинниками – нестабільною гемодинамікою, порушенням серцевого ритму, ішемією міокарда. Зазначені чинники є причиною конверсії на екстремний штучний кровообіг (ШК) [1]. Літературні дані вказують на те, що екстрена конверсія погіршує результати оперативних втручань [2].

Оптимальним шляхом запобігання розвитку ускладнень є покращення інтраопераційного дослідження гемодинаміки шляхом застосування моніторингу серцевого індексу (СІ). Інтраопераційний моніторинг СІ дає можливість виявити порушення скоротливої здатності міокарда, своєчасно стабілізувати гемодинаміку пацієнта протягом операції та запобігти екстремній конверсії на ШК [3]. За даними літератури, 30–60% пацієнтів після операції коронарного шунтування мають тенденцію до зниження СІ на етапах операції та протягом раннього післяопераційного періоду [6, 7], що може стати причиною виникнення ранніх післяопераційних ускладнень [4]. Найбільш складним післяопераційним ускладненням у цій групі пацієнтів є розвиток синдрому низького серцевого викиду (СНСВ), у разі виникнення якого післяопераційна летальність може досягати 20% [5].

Мета роботи – оцінювання СІ та інших показників гемодинаміки на всіх етапах операції коронарного шунтування на працюючому серці.

Матеріали і методи. Методика визначення серцевого індексу була застосована у 78 пацієнтів, прооперованих у відділенні хірургічного лікування ішемічної хвороби серця Національного інституту серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова протягом 2018 року. За допомогою методики імпульсної кардіографії було визначено показники гемодинаміки впродовж операції коронарного шунтування, що виконувалася на працюючому серці.

Характеристика пацієнтів. Середній вік обстежуваних пацієнтів становив 67 ± 6 років; серед них чоловіків було 63 (81%), жінок – 15 (19%). Середня фракція викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) до операції становила $56 \pm 9,4\%$, ударний об'єм (УО) – $65 \pm 8,5$ см³, кінцево-сistolічний об'єм (КСО) – $76 \pm 8,5$ см³, кінцево-діастолічний об'єм (КДО) – 152 ± 37 см³. За шкалою EuroSCORE2 середнє значення передопераційного ризику дорівнювало $5,4 \pm 2,9$. Середня кількість анастомозів становила $3,4 \pm 0,8$. Усі анастомози було накладено на працюючому серці з використанням компресійного типу стабілізатора.

Результати та обговорення. Напередодні операції пацієнтам було проведено передопераційну підготовку і призначено премедикацію. Пацієнти отримували бензодіазепіни (сибазон у дозі 10–30 мг) внутрішньом'язово. В умовах операційної до початку операції кожному пацієнту налагоджували ЕКГ-моніторинг у VI стандартних відведеннях з аналізом сегмента ST, контроль сатурації; за потреби пацієнту налагоджували інгаляцію кисню, після чого реестру-

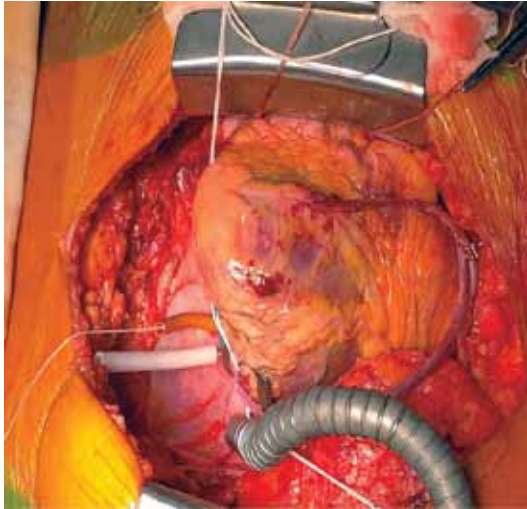


Рис. 1. Накладання дистального анастомозу з використанням компресійного типу стабілізатора

вали моніторинг СІ за методикою імпедансної кардіографії (ІКГ), яка здійснювалася монітором UTAS моделі UM300 з адаптованим до нього модулем ICG.

Пацієнтам встановлювали периферичну венозну лінію, катетер у променеву артерію для інвазивного моніторингу артеріального тиску (АТ). Здійснювали катетеризацію центральної вени для проведення інфузії та контролю центрального венозного тиску (ЦВТ).

Дефіцит рідини на початку операції відновлювали після встановлення внутрішньовенних катетерів шляхом інфузії збалансованих сольових розчинів, а за потреби – розчинів желатину або крохмалю. Швидкість введення рідини регулювалася під контролем ЦВТ.

Операцію коронарного шунтування, що виконувалася на працюючому серці, було розподілено на декілька етапів. Етап 1 – вихідний рівень, під час якого здійснювалася підготовка пацієнта до операції: пацієнту налагоджували моніторинг і катетеризували периферичну вену та артерію для моніторингу інвазивного артеріального тиску. Етап 2 – індукція в анестезію: внутрішньовенно пацієнти отримували пропофол у дозі 2–4 мг/кг і фентаніл у дозі 10–15 мкг/кг/год. Етап 3 – інтубація: релаксацію для інтубації трахеї забезпечували рокуронію бромідом (Есмерон) у дозі 0,6–1 мг/кг. Штучну вентиляцію легень проводили із застосуванням напівзакритого контуру в режимі нормовентиляції з концентрацією кисню (F_{iO_2}) 30–60% із підтримкою нормокапнії. Дихальний об’єм становив 6–8 мл/кг, частота подиху – 8–12 подихів на 1 хв. Параметри вентиляції контролювали шляхом визначення газового складу артеріальної та венозної крові. Етап 4: підтримка анестезії здійснювалася пропофолом і фентанілом, адекватність анестезіологічного забезпечення оцінювалася за показниками BIS-монітора. Етап 5 – накладання дистальних анастомозів. Етап 6 – закінчення операції.

Оцінка гемодинаміки пацієнтів ґрунтувалася на визначенні таких показників: частота серцевих скорочень (ЧСС), систолічний артеріальний тиск (АТс), діастолічний артеріальний тиск (АТд), центральний венозний тиск, серцевий індекс, індекс ударного об’єму (УІ), індекс загального периферичного судинного опору (ІЗПСО), індекс доставки кисню (ДО₂).

Під час індукції в анестезію відмічалася статистично значуще зниження показників гемодинаміки порівняно з вихідними даними: АТс – із $142,25 \pm 12,4$ до $92,45 \pm 6,7$ мм рт. ст. ($p=0,001$), АТд – із $68,3 \pm 3,17$ до $60,15 \pm 2,3$ мм рт. ст. ($p=0,039$), СІ – від $3,97 \pm 0,38$

Таблиця 1

Показники системної гемодинаміки та функціонального стану серця на різних етапах операції коронарного шунтування ($n=78$)

Показник	Вихідні дані	Індукція	Інтубація	Підтримка анестезії	Етап дистальних анастомозів	Закінчення операції
ЧСС (уд./хв)	69,5±7,6	82,25±2,39	97,69±3,42*	78,34±2,39	84,25±5,45	76,52±6,51
АТс (мм рт. ст.)	142,25±12,4	92,45±6,7*	113,14±8,17	129,17±2,17	98,64±6,35*	113,14±7,10*
АТд (мм рт. ст.)	68,3±3,17	60,15±2,3*	74,3±5,34	70,1±3,25	57,15±3,4*	73,3±5,16
ЦВТ (мм вод. ст.)	45,3±6,7	52,3±9,8	61,3±7,4	58,3±6,3	70,1±5,4*	65,3±7,8
СІ (л/хв./м ²)	3,97±0,38	2,46±0,32*	3,48±0,94	3,22±0,11	2,83±0,32*	3,14±0,97
УІ (мл/м ²)	47,28±4,35	34,50±3,45*	45,05±4,34	42,86±5,64	37,62±3,26	41,25±4,26
ІЗПСО (дин×с×см ⁻⁵ ×м ²)	2467,3±89,5	2150,5±97,8*	2385,4±163,5	2619,5±154,2	2876,2±185*	2265,3±148,5
ДО ₂ мл/хв./м ²	620	570	600	640	530	700

* – статистично значущі зміни показника відносно вихідного рівня, $p<0,05$ (оцінка за критерієм Вілкоксона)

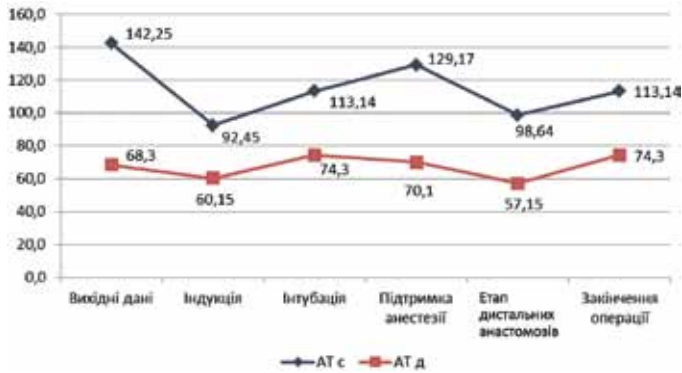


Рис. 2. Динаміка АТс (мм рт. ст.) та АТд (мм рт. ст.) на етапах операції

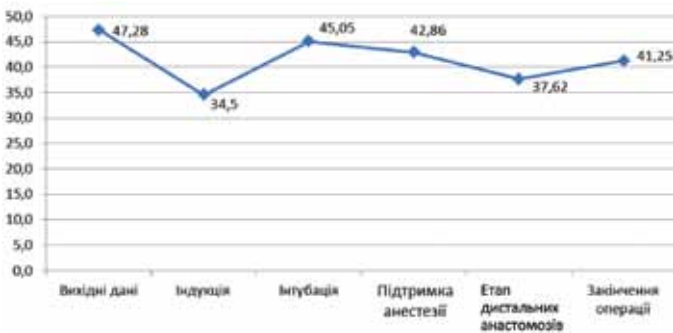


Рис. 4. УІ (мл/м²) протягом операції



Рис. 3. Динаміка СІ (л/хв./м²) на етапах операції

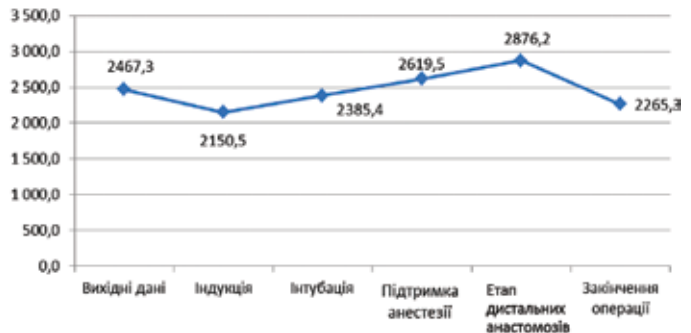


Рис. 5. ІЗПСО (дин×с×см⁻⁵×м²) протягом операції

до $2,46 \pm 0,32$ л/хв./м² ($p=0,003$), УІ – з $47,28 \pm 4,35$ до $34,50 \pm 3,45$ мл/м² ($p=0,023$); ІЗПСО на цьому етапі операції мав негативну динаміку – знизився з $2467,3 \pm 89,5$ до $2150,5 \pm 97,8$ дин×с×см⁻⁵×м² ($p=0,018$).

Виявлено достовірне зниження гемодинамічних показників на етапі накладання дистальних анастомозів порівняно з вихідними даними: АТс – із $142,25 \pm 12,4$ до $98,64 \pm 6,35$ мм рт. ст. ($p=0,002$), АТд – із $68,3 \pm 3,17$ до $57,15 \pm 3,4$ мм рт. ст. ($p=0,018$), СІ – від $3,97 \pm 0,38$ до $2,83 \pm 0,32$ л/хв./м² ($p=0,023$). На відміну від попередніх даних, ІЗПСО на цьому етапі операції мав позитивну динаміку – зріс від $2467,3 \pm 89,5$ до $2876,2 \pm 185$ дин×с×см⁻⁵×м² ($p=0,048$). Зазначені вище гемодинамічні зміни на цьому етапі операції вказують на порушення скоротливої здатності міокарда.

Найбільш суттєві зміни гемодинаміки, що потребували терапевтичних заходів, було зафіксовано на етапі індукції та на етапі накладання дистальних анастомозів. Протягом етапу накладання дистальних анастомозів пацієнту надавалося положення тіла з опущеним униз головним кінцем, що забезпечувало оптимальне переднавантаження; у разі незадовільних показників гемодинаміки здійснювалася корекція волемічно-

го статусу розчинами кристалоїдів, а при подальшому зниженні СІ та УІ застосовувались вазопресори та симпатоміметики. Динаміку змін СІ на різних етапах операції показано на рис. 3.

Слід зазначити, що статистично значуще зниження СІ було відмічено протягом індукції в анестезію – із $3,97 \pm 0,38$ до $2,46 \pm 0,32$ ($p < 0,05$); після інтубації було відмічено зростання серцевого індексу з $2,46 \pm 0,32$ до $3,48 \pm 0,94$. Суттєве зниження СІ відмічалось також протягом етапу накладання дистальних анастомозів – до $2,83 \pm 0,32$ ($p < 0,05$). У цілому відмічено негативну динаміку, яка зберігалася при порівнянні вихідного значення СІ ($3,97 \pm 0,38$) з рівнем СІ ($3,14 \pm 0,97$) ($p > 0,05$) на етапі закінчення операції: значення СІ в кінці операції було на 21% менше, ніж до її початку.

Зниження СІ на етапі накладання дистальних анастомозів супроводжувалося зниженням УІ та збільшенням ІЗПСО (рис. 3 і 4), що вказує на зменшення скоротливої здатності міокарда на цьому етапі операції.

Рівень ІЗПСО був зворотно пропорційним до СІ та УІ, як показано на рис. 5.

Висновки

1. Встановлено достовірне зниження СІ на етапі індукції в анестезію та на етапі накладання дистальних анастомозів.
2. Порівняльний аналіз динаміки показника СІ на початку та в кінці операції мав негативну динаміку, СІ зменшився на 21%.
3. Зниження СІ на етапі накладання дистальних анастомозів супроводжувалося зниженням УІ та збільшенням ІЗПСО, що вказує на порушення скоротливої здатності міокарда.
4. Визначення СІ та оцінка його динаміки протягом операції коронарного шунтування на працюючому серці дає можливість забезпечити адекватне переднавантаження, передбачити і вчасно попередити виникнення СНСВ та уникнути екстреного переведення пацієнта на штучний кровообіг.
5. Наше дослідження доводить доцільність рутинного застосування вимірювання СІ при операціях коронарного шунтування на працюючому серці.

Список використаних джерел

1. Журба ОО. Передопераційне планування допоміжного штучного кровообігу під час коронарного шунтування на серці, яке працює, на підставі прогнозування інтраопераційних ускладнень. Серце і судини. 2018;2:46
2. Руденко АВ, Журба ОО. Аортокоронарне шунтування на працюючому серці: плановий та екстрений перехід на штучний кровообіг. Вісник серцево-судинної хірургії. 2015;23:210
3. Руденко АВ, Настенко ЕА, Журба ОА, Носовец ОК, Шардукова ЮВ, Лазоришинец ВВ. Оценка факторов риска при операциях аорто-коронарного шунтирования на работающем сердце. Кибернетика и вычислительная техника. 2017;2(188):75
4. Sá MP, Nogueira JR, Ferraz PE, Figueiredo OJ, Cavalcante WC, Cavalcante TC, Silva HT, Santos CA, Lima RO, Vasconcelos FP, Lima Rde C. Risk factors for low cardiac output syndrome after coronary artery bypass grafting surgery. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2012 Apr-Jun;27(2):217–
5. Ding W, Ji Q, Shi Y, Ma R. Predictors of low cardiac output syndrome after isolated coronary artery bypass grafting. Int Heart J. 2015;56(2):144
6. Trinkmann F, Schneider C, Michels JD, Stach K, Doesch C, Schoenberg SO, Borggreffe M, Saur J, Papavassiliu T. Comparison of bioimpedance non-invasive cardiac output measurements with cardiac magnetic resonance imaging. Anaesth Intensive Care. 2016 Nov;44(6):769
7. Ebrahim M, Hegde S, Printz B, Abcede M, Proudfoot JA, Davis C. Evaluation of Impedance Cardiography for Measurement of Stroke Volume in Congenital Heart Disease. Pediatr Cardiol. 2016 Dec;37(8):1453

Evaluation of Hemodynamics at Various Stages of Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery

Ioffe N., Larionova E., Khyzhniak K., Mityuk V., Rudenko S.

National M. M. Amosov Institute of Cardiovascular Surgery National Academy of Medical Sciences of Ukraine (Kyiv)

At the National Institute of Cardiovascular Surgery in 2018, we used impedance cardiography in 78 off-pump coronary artery bypass grafting (CABG) procedures. We used impedance cardiography for the cardiac index (CI), stroke volume index (SVI), oxygen delivery index and systemic vascular resistance index (SVRI) monitoring. We implemented the “beating heart” surgery technique using compression-type stabilizer. This technique requires extensive monitoring of the patient’s hemodynamics at all stages of the intervention. CI decrease was found at the stage of anastomosis placement (from 3.22 ± 0.11 to 2.83 ± 0.32 , $p=0.251$) accompanied by the SVI decrease (from 42.86 ± 5.64 to 37.62 ± 3.26) and SVRI increase (from 2619.5 ± 154.2 to 2876.2 ± 185 , $p=0.288$). CI decrease was found at the stage of induction of anaesthesia from 3.97 ± 0.38 to 2.46 ± 0.32 ($p=0.003$). SVI changes from 42.86 ± 5.64 to 37.62 ± 3.26 ($p=0.422$) at the stage of distal anastomosis placement and from 47.28 ± 4.35 to 34.50 ± 3.45 ($p=0.023$) at the stage of induction of anaesthesia were directly proportional to that of CI. During the CI decrease, we found that SVRI increased at the same stages of the surgical intervention.

Conclusion. Impedance cardiography is a good opportunity to study hemodynamics, to manage volemic load and trends and to detect hemodynamic changes during off-pump CABG; it helps to avoid complications and urgent switch to cardiopulmonary bypass. Impedance cardiography is useful for prediction of low cardiac output syndrome. Cardiac output monitoring helps to maintain hemodynamic stability in patients during dislocation of the heart for grafting of the distal ends of the coronary anastomoses in off-pump CABG surgery. Our study shows usefulness of routine use of cardiac output monitoring in all cases of off-pump CABG.

Key words: *off-pump coronary artery bypass grafting, impedance cardiography, cardiac index.*