

## Аналіз чинників планового та екстреного застосування штучного кровообігу при операціях аортокоронарного шунтування на працюючому серці

Настенко Є.А., Журба О.О., Носовець О.К., Шардукова Ю.В., Руденко А.В.

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

На клінічному матеріалі 1391 операції АКШ на працюючому серці, виконаної в 2009–2013 роках, проаналізовано фактори планового призначення паралельної перфузії та екстреного переходу на допоміжний кровообіг. Показано, що структура значущих чинників в обох випадках є подібною. Проаналізовано фактори, які можуть призвести до помилкових рішень щодо тактики операції. Показано необхідність створення комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень для мінімізації ризику екстреного переходу на допоміжний кровообіг.

**Ключові слова:** аортокоронарне шунтування на працюючому серці, допоміжний штучний кровообіг, зниження ризику гострих розладів кровообігу.

На даний момент операції аортокоронарного шунтування (АКШ) є високоефективним методом лікування ішемічної хвороби серця (ІХС) [1]. У хірургічну практику широко впроваджені операції коронарного шунтування (КШ) на працюючому серці без штучного кровообігу (ШК) з повною реваскуляризацією міокарда у пацієнтів із багатосудинними ураженнями коронарних артерій, які виконуються з використанням пристроїв для необхідної експозиції та стабілізації серця. В цілому ряді клінік реваскуляризація міокарда без ШК посіла провідне місце в хірургічному лікуванні хворих на ІХС. Частка таких втручань серед усіх операцій АКШ становить 20–22%, у Європі – 50%, в Японії – більше 60% [2]. В окремих клініках цей показник перевищує 90% [3]. В Національному інституті серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН протягом останніх 15 років 95–97% операцій АКШ виконується на працюючому серці. Проте останнім часом значну частину хворих на ІХС, направлених до стаціонару для хірургічного лікування, становлять особи похилого віку, з довгостроково існуючою стенокардією, які мають виражені порушення скорочувальної функції міокарда із симптомами недостатності кровообігу, страждають важкими супутніми захворюваннями, а також потребують повторної реваскуляризації міокарда [4]. У таких випадках виконання операції на працюючому серці може супроводжуватися підвищеними складнощами – серцевою слабкістю, труднощами експозиції та іншими, що викликає необхідність зміни методики та переходу на ШК.

Зазначені особливості підвищують ризик операції, значно збільшують ймовірність розвитку післяопераційних ускладнень [5]. Згідно з даними Justin D. Blasberg, летальність при ізольованому КШ з використанням ШК та без ШК склала: серед чоловіків – 1,8%

без ШК, 1,3% з ШК; серед жінок – 1,3% без ШК і 4,1% з ШК [6]. За даними НІССХ ім. М. М. Амосова, летальність при ізольованому коронарному шунтуванні за 2013 рік склала 0,4%.

Екстрений перехід на ШК відмічається багатьма авторами. Т. А. Vassiliades et al. отримали добрі результати більш ніж у 90% пацієнтів, яким для продовження операції КШ був потрібен перехід на ШК у зв'язку з гемодинамічним колапсом. Разом із тим практично всі автори вказують на значно гірші результати при екстреному переході на допоміжний ШК порівняно з хворими, які цього не потребували [7, 8]. Пацієнти, що екстрено переводилися на допоміжний ШК, безперечно, мають більш високу смертність і більшу кількість ускладнень, ніж пацієнти, планово оперовані з допоміжним ШК на працюючому серці [9–11].

Зазвичай плановий ШК при АКШ на працюючому серці (ПС) призначається певною мірою через вплив суб'єктивних факторів. Тому актуальним є завдання аналізу чинників (показань) для планового застосування допоміжного штучного кровообігу (паралельної перфузії) при операціях АКШ на працюючому серці (АКШ ПС) та зменшення частоти випадків екстреного переходу на допоміжний штучний кровообіг.

**Мета роботи** – порівняльний аналіз чинників планового застосування допоміжного ШК і чинників екстреного переходу на підтримку роботи серця за допомогою штучного кровообігу при операціях АКШ на працюючому серці.

**Матеріали і методи.** В Національному інституті серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН за період з 2009 року по 2013 рік було виконано 3958 операцій АКШ. Дані 1391 з них випадковим чином були обрані для дослідження. Пацієнти були поділені на три групи. В I групу ввійшов 1191 (85,6%) хворий, якому

було виконано операції АКШ на працюючому серці, з них 102 (7,3%) хворих (група III) потребували екстреного переходу на допоміжний штучний кровообіг під час операції. Група II – 200 (14,4% загальної кількості) хворих, яким виконували операцію АКШ в умовах планового ШК.

Проаналізовано 67 анамнестичних, клінічних показників хворих і даних інструментальних досліджень на етапах хірургічного лікування.

Для обробки даних застосовано методи описової статистики та кореляційний аналіз ( $\rho$  Спірмена, кореляція Пірсона). Вибір методу розрахунку коефіцієнтів кореляції здійснено після перевірки типу даних та їх розподілу за тестом Колмогорова-Смірнова.

Статистична обробка даних здійснювалася за допомогою пакету статистичних програм IBM SPSS Statistics 21.0.

**Результати та обговорення.** Структура дослідження наведена на рис. 1. На першому етапі проаналізовано статистичну значущість чинників планового та екстреного застосування ШК на противагу АКШ без ШК. Використано критерій Пірсона і точний тест Фішера.

Результати порівняння груп наведені у табл. 1. Згідно з наведеною на рис. 1 блок-схемою, для скорочення розміру таблиць статистичного аналізу без втрати інформативності у табл. 1 ми обмежилися лише наведенням статистичної значущості розбіжностей показників. Привертає увагу те, що структура статистично значущих розбіжностей показників при плановому та екстреному застосуванні ШК порівняно із цими показниками при АКШ ПС без ШК є подібною. Тобто на перший план виступає т. зв. людський фактор при прийнятті медичних рішень щодо тактики хірургічного втручання.

Тому, крім порівняння статистичної значущості розбіжності показників із АКШ ПС без ШК, ми додатково проаналізували розбіжності показників при АКШ з

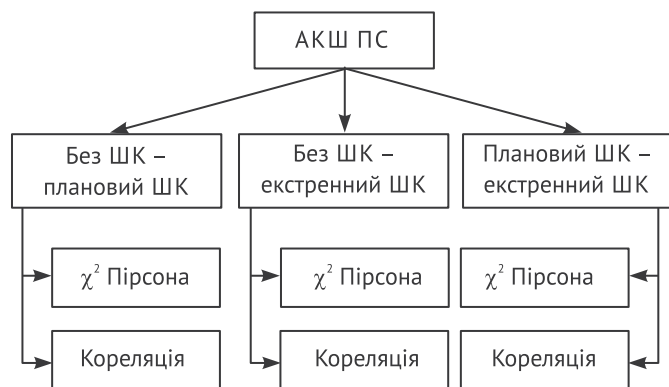


Рис. 1. Блок-схема структури дослідження

Таблиця 1

Статистична значущість  $p$  розбіжності показників при АКШ на працюючому серці в групах без ШК, з плановим та екстреним допоміжним ШК

Фактор ризику	Без ШК – плановий ШК, $p$	Без ШК – екстрений ШК, $p$	Плановий ШК – екстрений ШК, $p$
Стать (чол., жін.)	>0,05	0,048**	0,041**
Хроніч. захвор. легень (ні, легкі, середн. тяжк., тяжкі)	0,015*	>0,05	0,005*
Гіпертонічна хвороба (ні, так)	<0,001*	0,005*	>0,05
Захворювання периферичних судин (ні, так)	0,038*	>0,05	>0,05
Втручання на серці (ні, КШ, стент)	0,013*	>0,05	>0,05
Задишка (ні, так)	<0,001*	0,001*	>0,05
Хронічна недостатність кровообігу (1, 2, 2А, 2Б, 3)	<0,001*	<0,001*	<0,001*
NYHA (I, II, III, IV)	<0,001*	<0,001*	>0,05
Стенокардія (ні, напруги, спокою+напруги)	<0,001*	<0,001*	0,047*
Характер стенокардії (ні, нестабільна, стабільна)	<0,001*	<0,001*	>0,05
ФК (I, II, III, IV)	<0,001*	<0,001*	>0,05
Кількість ІМ (анамнез)	<0,001*	<0,001*	>0,05
Характер ІМ (ні, дрібновогнищевий, крупновогнищевий, трансмуральний)	<0,001*	<0,001*	>0,05
Час після ІМ	<0,001*	<0,001*	>0,05
Антиагреганти до операції (так, ні)	0,025*	>0,05	>0,05
Статини (ні, так)	>0,05	0,014**	0,002**
Кардіосклероз (ні, так)	<0,001**	<0,001**	>0,05
Гіпертрофія ЛШ (ні, асиметрична, симетрична)	<0,001*	<0,001*	>0,05
Скоротливість (норма, знижена, кардіопатія)	0,004*	0,004*	>0,05
Недостатність МК (мінімальна, незначна, виражена)	<0,001*	<0,001*	>0,05
Гіпокінезія (так, ні)	0,007**	0,044**	>0,05
Тип коронарного кровообігу (L, R, B)	<0,001*	0,005*	>0,05
Кількість венозних шунтів (0–7)	<0,001*	<0,001*	>0,05
Кількість мамарних шунтів (0–4)	<0,001*	>0,05	0,015*

\*) статистична значущість показників обчислена за критерієм  $\chi^2$  Пірсона;

\*\*) статистична значущість показників обчислена із застосуванням точного тесту Фішера

плановим ШК із АКШ з екстремим переходом на ШК. Результати цього фрагменту дослідження ми інтерпретували як вказівку на те, що вплив цих показників може недооцінюватися при прийнятті рішень щодо застосування ШК. Значущі розбіжності спостерігалися за статтю хворих; наявністю хронічних захворювань легень; наявністю хронічної недостатності кровообігу (ХНК); застосуванням статинів, кількість яких зазвичай відповідає тяжкості стану хворого, оскільки відображує дозу і тривалість прийому препарату для стабілізації його стану; кількістю мамарокоронарних шунтів (МКШ).

Крім того, наявність розбіжностей показників при порівнянні операцій без ШК із АКШ з екстремим переходом на ШК (табл. 1) може вказувати на ті показники, недооцінка яких може призвести до помилкового заниження показань до планового застосування ШК. Такими показниками є тяжкість гіпертонічної хвороби, задишка, ХНК, функціональний клас за Стражеско, наявність і характер стенокардії, тяжкість пере-

несеного інфаркту міокарда, наявність гіпертрофії, рівень скоротливості лівого шлуночка, а також обсяг хірургічного втручання (кількість венозних і мамарокоронарних шунтів).

На другому етапі дослідження, для визначення напрямку відхилення показників у розглянутих групах спостережень, було проведено аналогічне порівняння кореляційних зв'язків чинників у групах із плановим та екстремим застосуванням допоміжного ШК (табл. 2–6). У таблиці ввійшли чинники, які показали статистично значущий взаємозв'язок із типом проведеного ШК.

Порівняння статистично значущо корелюючих показників (табл. 2–6) показало, що їх групи при плановому та екстремому застосуванні ШК, у зіставленні з групою АКШ без ШК, також є подібними. Їх можна об'єднати у групи, які відображують тяжкість стану, ступінь декомпенсації хворого, а також обсяг хірургічного втручання.

Таблиця 2

Величина та статистична значущість кореляційних зв'язків анамнестичних показників хворих у групах спостережень

Показник	Без ШК – плановий ШК		Без ШК – екстремий ШК		Плановий ШК – екстремий ШК	
	Коеф. корел.	p	Коеф. корел.	p	Коеф. корел.	p
Зріст (см)	-0,099	0,001	-0,002	>0,05	0,139	0,022
Індекс маси тіла	0,065	0,024	-0,066	0,028	-0,120	0,047
Захворювання легень (ні, так)	-0,088	0,002	0,041	>0,05	0,209	<0,001
Гіпертонічна хвороба (ні, так)	-0,114	<0,001	-0,075	0,013	0,023	>0,05
Задишка (так, ні)	-0,122	<0,001	-0,106	<0,001	-0,027	>0,05

Таблиця 3

Величина та статистична значущість кореляційних зв'язків показників функціонального стану хворих у групах спостережень

Показник	Без ШК – плановий ШК		Без ШК – екстремий ШК		Плановий ШК – екстремий ШК	
	Коеф. корел.	p	Коеф. корел.	p	Коеф. корел.	p
Хронічна недостатність кровообігу (1, 2, 2А, 2Б, 3)	0,207	<0,001	0,256	<0,001	0,307	<0,001
НУНА (I, II, III, IV)	0,370	<0,001	0,239	<0,001	-0,07	>0,05
Стенокардія (ні, напруги, спокою+напруги)	-0,353	<0,001	-0,242	<0,001	0,022	>0,05
Характер стенокардії (ні, нестабільна, стабільна)	-0,355	<0,001	-0,278	<0,001	0,011	>0,05
ФК (I, II, III, IV)	0,330	<0,001	0,250	<0,001	<0,001	>0,05
Кількість ІМ (анамнез)	-0,210	<0,001	-0,179	<0,001	-0,025	>0,05
Характер ІМ (ні, дрібновогнищевий, крупновогнищевий, трансмуральний)	-0,182	<0,001	-0,139	<0,001	-0,002	>0,05
Час після ІМ	-0,217	<0,001	-0,192	<0,001	-0,039	>0,05
Нітрати (ні, рідко, часто)	-0,025	>0,05	-0,011	>0,05	0,014	>0,05

Таблиця 4

Величина та статистична значущість кореляційних зв'язків показників проведеного лікування хворих у групах спостережень

Показник	Без ШК – плановий ШК		Без ШК – екстрений ШК		Плановий ШК – екстрений ШК	
	Коеф. корел.	р	Коеф. корел.	р	Коеф. корел.	р
Антиагреганти до операції (ні, так)	-0,056	> 0,05	0,034	> 0,05	0,132	0,03
Статини (ні, так)	-0,044	> 0,05	0,079	0,009	0,192	0,001
Рівень холестерину	-0,005	> 0,05	-0,045	> 0,05	-0,147	0,015

Таблиця 5

Величина та статистична значущість кореляційних зв'язків показників інструментального дослідження хворих у групах спостережень

Показник	Без ШК – плановий ШК		Без ШК – екстрений ШК		Плановий ШК – екстрений ШК	
	Коеф. корел.	р	Коеф. корел.	р	Коеф. корел.	р
Кардіосклероз (ні, так)	-0,141	<0,001	-0,108	<0,001	-0,002	>0,05
Гіпертрофія ЛШ (ні, асиметрична, симетрична)	-0,243	<0,001	-0,243	<0,001	-0,071	>0,05
КДІ, мл/м <sup>2</sup>	0,180	<0,001	-0,121	<0,001	-0,376	<0,001
КСІ, мл/м <sup>2</sup>	0,177	<0,001	-0,144	<0,001	-0,338	<0,001
СІ, л/хв/м <sup>2</sup>	0,129	<0,001	-0,125	<0,001	-0,365	<0,001
ФВ, %	-0,074	0,01	0,062	0,038	0,250	<0,001
Скоротливість (норма, знижена, кардіопатія)	-0,080	0,005	-0,100	0,001	-0,073	>0,05
МК (недостатність: мінімальна, незначна, виражена)	-0,168	<0,001	-0,158	<0,001	-0,064	>0,05
Гіпокінезія (ні, так)	-0,079	0,007	-0,054	>0,05	0,011	>0,05
Тип коронарного кровообігу (L, R, B)	-0,142	<0,001	-0,098	0,001	0,018	>0,05

Таблиця 6

Величина та статистична значущість кореляційних зв'язків показників операції у групах спостережень

Показник	Без ШК – плановий ШК		Без ШК – екстрений ШК		Плановий ШК – екстрений ШК	
	Коеф. корел.	р	Коеф. корел.	р	Коеф. корел.	р
Кількість венозних шунтів	0,148	<0,001	0,125	<0,001	0,006	>0,05
Кількість мамарних шунтів	-0,210	<0,001	-0,066	0,031	0,155	0,011

Аналіз кореляційних зв'язків показників у групах планового та екстреного застосування ШК (табл. 2–6), разом із даними статистичної значущості, наведеними у табл. 1, також дав можливість отримати цінну інформацію щодо впливу чинників на тактику застосування допоміжного ШК. Додатний коефіцієнт кореляції може свідчити про недооцінку даного показника, від'ємний – про те, що його низький рівень не зменшує ризик екстреного переходу на ШК. Так, недооцінка тяжкості хронічних захворювань легень, ступеня ХНК, зниження ФВ, обсягу втручання (кількість шунтів) збільшує ризик екстреного застосування ШК, про що свідчить додатний коефіцієнт кореляції.

При аналізі показників, наведених у табл. 1–6, ми також звернули увагу на те, що ряд показників, які об'єктивно збільшують ризик виникнення розладів кровообігу та можуть викликати потребу екстреного переходу на ШК, взагалі не були статистично значущими. Наприклад, наявність цукрового діабету не була значущим чинником збільшення ризику екстреного застосування ШК. Це може вказувати на те, що цей чинник нівелюється технологією застосованого лікувального процесу, що мінімізує його вплив на перебіг хірургічного втручання.

Згідно з проведеним аналізом, чинники призначення планового ШК при АКШ ПС та пере-

ходу до екстреного ШК можна розділити на такі категорії:

- 1) чинники, вплив яких знівелювано технологією лікувального процесу і які не впливають на процес прийняття рішень щодо планового застосування ШК та на частоту виникнення ситуацій екстреного застосування ШК;
- 2) чинники, які безпосередньо впливають на призначення планового ШК, але:
  - зазвичай недооцінюються при прийнятті рішень (вплив т. зв. «людського фактору»);
  - зазвичай не враховуються (не беруться до уваги) при призначенні планового ШК, тобто взагалі лишаються поза увагою.

Проаналізовані в роботі чинники планового застосування допоміжного ШК можуть бути підґрунтям для внесення змін у технологію кардіохірургічного лікування та корекції протоколів ведення хворих на всіх етапах лікувального процесу.

Проведений аналіз дає підстави вважати, що однією з причин переходу на екстрений ШК є т. зв. «людський фактор», тобто схильність осіб, які приймають рішення, до невиправданого ризику.

Враховуючи велику кількість даних, з якими доводиться мати справу при прийнятті рішень щодо виду оперативного втручання, видається доцільним створення комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень про призначення планової підтримки (паралельної перфузії) при операціях аортокоронарного шунтування на працюючому серці для зменшення впливу людського фактору та зменшення частоти випадків переходу на екстрений ШК, що дозволить зменшити витрати на лікування ускладнень і поліпшити віддалені результати хірургічного лікування ІХС.

#### Висновки

- Чинники, які впливають на призначення планової підтримки операції АКШ штучним кровообігом, і чинники, які впливають на екстрений перехід на допоміжний ШК, в цілому є подібними та відображують ступінь тяжкості хворого та обсяг хірургічного втручання.
- Чинниками, які можуть враховуватися недостатньо, але збільшують ризик екстреного застосування допоміжного ШК, є тяжкість хронічних захворювань легень, ступінь ХНК, вид і характер стенокардії, характер перенесеного інфаркту міокарда, тип коронарного кровопостачання, а також гіпертрофія, рівень скоротливості та наявність гіпокінезії лівого шлуночка.
- Ряд об'єктивних факторів ризику розвитку гострих порушень кровообігу під час та після операцій АКШ на працюючому серці, які є скомпенсованими технологією (протоколом) лікувального процесу, можуть не виступати в якості факторів ризику (наприклад, наявність цукрового діабету).

- Однією з причин екстреного переходу на ПП при АКШ ПС є т. зв. «людський», суб'єктивний фактор. Велика кількість показників, на основі яких приймається рішення щодо тактики хірургічного втручання, слабко корелюють із тактикою хірургічного втручання, тому необхідне створення комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень із застосуванням алгоритмів прогнозування.
- Використані в роботі методи аналізу чинників можуть застосовуватися для корекції технології лікувального процесу.

#### Література

1. Inflammatory response and myocardial injury following coronary artery bypass grafting with or without cardiopulmonary bypass / Czerny M., Baurmer H., Kilo J. et al. // *Eur. J. Cardio-thorac. Surg.* – 2000. – Vol. 17 (6). – P. 737–742.
2. Puskas J. Presidential Address, 2009. ISMICS Means Innovation. *Innovations.* – 2009. – Vol. 4. – № 5. – P. 240–247.
3. Off-pump coronary surgery in selected patients: better early outcome but more recurrence of angina? / Caus T., Serjic Y., Marin P., Khairi M., Bakkali A., Guillen J. C., Bonnet J. L., Mitrans D. // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2005. – Vol. 4 (4). – P. 322–326.
4. On-pump versus off-pump coronary revascularization: evaluation of renal function / Ascione R., Lloyd C. T., Underwood M. J., Gomes W. J., Angelini G. D. // *Ann Thorac Surg.* – 1999. – Vol. 68 (2). – P. 493–498.
5. Операции на коронарных артериях на работающем сердце без искусственного кровообращения у больных ишемической болезнью сердца / Михеев А. А., Клюжев В. М., Кариун Н. А. [и др.]. – М.: Медпрактика-М, 2001. – 80 с.
6. The role of gender in coronary surgery / [Justin D. Blasberg] // *European Journal of Cardio-thoracic Surgery.* – 2011. – Vol. 40. – P. 715–721.
7. Vassiliades T. A. Hemodynamic collapse during off-pump coronary artery bypass grafting / T. A. Vassiliades, J. L. Nielsen, J. L. Lonquist // *Ann Thorac Surg.* – 2002 Jun. – Vol. 73. – № 6. – P. 1874–1879.
8. Off or on bypass: what is the safety threshold? / A. L'Iaco [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 1999 Oct. – Vol. 68, № 4. – P. 1486–1489.
9. Chowdhury R. Risk factors for conversion to cardiopulmonary bypass during off-pump coronary artery bypass surgery / R. Chowdhury [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2012 Jun. – Vol. 93, № 6. – P. 1936–1941.
10. Predictors of emergency conversion to on-pump during off-pump coronary surgery / A. Hovakimyan [et al.] // *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* – 2008 Jun. – Vol. 16, № 3. – P. 226–230.
11. Morbidity and mortality following conversion from off-pump to on-pump coronary surgery / B. C. Reeves [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2006 Jun. – Vol. 26. – № 6. – P. 941–947.

### **Анализ факторов планового и экстренного использования искусственного кровообращения при операциях аортокоронарного шунтирования на работающем сердце**

Настенко Е.А., Журба А.А., Носовец Е.К., Шардукова Ю.В., Руденко А.В.

На клиническом материале 1391 операции аортокоронарного шунтирования на работающем сердце, выполненной в 2009–2013 гг., проанализированы факторы планового назначения параллельной перфузии и экстренного перехода на вспомогательное кровообращение. Показано, что структура значимых факторов в обоих случаях является подобной. Проанализированы факторы, которые могут привести к ошибочным решениям относительно тактики операции. Показана необходимость создания компьютерных систем поддержки принятия решений для минимизации риска экстренного перехода на вспомогательное кровообращение.

**Ключевые слова:** аортокоронарное шунтирование на работающем сердце, искусственное вспомогательное кровообращение, снижение риска острых расстройств кровообращения.

### **Analysis of the factors of planned and emergent use of cardiopulmonary bypass assistance in beating heart coronary artery bypass grafting operations**

Nastenko Ie.A., Zhurba O.O., Nosovets O.K., Shardukova Yu.V., Rudenko A.V.

With the clinical material of 3958 beating heart CABG, made in 2009–2013, the factors, associated with use of planned and emergent cardiopulmonary bypass (CPB) assistance were considered. It was shown, that the structures of the significant factors in both cases are similar. The factors that may cause the erroneous decisions concerning to operation tactic were established. The necessity of development of computer decision support systems to minimize the risk of emergent use of CPB assistance use was shown.

**Key words:** coronary artery bypass grafting on the beating heart, cardiopulmonary bypass assistance, reducing the risk of acute circulatory disorders.