

УДК: 616.132.2-089.819:616-073.75

DOI: 10.15587/2519-4798.2020.213906

Тактичні та технічні аспекти мініінвазивного мамарно-коронарного шунтування та гібридних коронарних реваскуляризацій на його основі

О. В. Петков, І. В. Полівенок, Ю. М. Скібо, В. В. Бойко

Гібридна коронарна реваскуляризація (ГКР) – один з напрямків мінімізації хірургічної травми при коронарній реваскуляризації.

Мета роботи: *зазначити тактичні та технічні аспекти міні-інвазивного мамарно-коронарного шунтування (міні-МКШ) та ГКР, які дозволяють отримати переваги цих методик реваскуляризації міокарду над традиційними.*

Матеріали та методи. *В період з жовтня 2011 р. по лютий 2019 р. в ДУ «ІЗНХ ім. В. Т. Зайцева НАМНУ» виконано 39 міні-МКШ. Середній вік хворих склав $60,6 \pm 8,2$ років, серед них 5 (13 %) жінок. В дев'ятьох пацієнтів міні-МКШ стало першим (у вісьмох) або другим (в одного) етапом планової ГКР.*

Результати та обговорення. *Шпитальної летальності та периопераційних інфарктів міокарду не відмічено. Медіана терміну спостереження за хворими склала 49,5 [Q1; Q3: 34,3; 70,6] місяців. Один пацієнт помер через 13 місяців після операції. Рецидиви стенокардії відмічені в різні терміни в чотирьох пацієнтів. В статті обговорюються тактичні та технічні аспекти міні-МКШ та ГКР, які дозволяють отримати переваги цих методик реваскуляризації міокарду над традиційними.*

Висновки. *Міні-МКШ та ГКР на її основі є малотравматичною альтернативою традиційному коронарному шунтуванню стернотомним доступом з прийнятними найближчими та віддаленими результатами. Ці методики мають значно кращий косметичний ефект, особливо в жінок, проте більш вибагливі до хірургічної техніки й поводження з тканинами. Описана нами стратегія коронарної реваскуляризації, на відміну від інших малотравматичних мето-*

дик, не потребує коштовних витрат на додаткове оснащення й може бути виконана штатними засобами

Ключові слова: *гібридна коронарна реваскуляризація, міні-інвазивне ма-марно-коронарне шунтування, стентування коронарних артерій, торакотомія*

1. Вступ

Зменшення хірургічної травми – один з очевидних шляхів зниження періопераційних ризиків та вдосконалення хірургічної техніки, [1-3] що також дуже позитивно сприймається пацієнтами. [4,5] В той же час менш травматичні методики приймаються до використання лише за умов ефективного досягнення лікувальної мети з надійним результатом, бажано – віддаленим. [6,7] Останнє – одна з причин того, що коронарне шунтування залишається широко затребуваною операцією, не дивлячись на поширення інтервенційних втручань. [8,9] Це, як відомо, зумовлено двома основними перевагами коронарного шунтування (КШ) над чрезшкірним коронарним втручанням (ЧКВ): безальтернативною довготривалістю функціонування лівої внутрішньої грудної артерії (ЛВГА) в якості шунта в передню міжшлуночкову артерію (ПМЩА) [10,11] та відносною технічною простотою КШ у порівнянні зі складними випадками ЧКВ, особливо високого ризику. [12-14] З часом й КШ як таке стало менш травматичним, хоча зниження ступеню втручання пов'язане з високими вимогами до оснащення та навичок хірургів. [15]

Основні напрямки зниження травми при КШ – зменшення розрізів аж до роботизованих торакоскопічних втручань, [16,17] відмова від штучного кровообігу й маніпуляцій на аорті. [18-20] Сучасні технології вже дозволяють виконувати повну артеріальну реваскуляризацію з мініторакотомії без штучного кровообігу. [21-24]

Останніми роками набирає популярності ще один напрямок мінімізації хірургічної травми при КШ – гібридна коронарна реваскуляризація (ГКР), яка передбачає шунтування передньої міжшлуночкової артерії внутрішньою грудною артерією та виконання ЧКВ на інших уражених коронарних судинах. [25]

Теоретичними передумовами для ГКР є відсутність довгострокових переваг у шунтування не-ПМША територій, особливо венозними графтами, перед стентами з лікувальним покриттям, а також міні-інвазивність процедури. [26]

Сучасна ГКР, яку започаткували в 1996 році G.D.Angelini та співавтори, [27] включає торакокопічне або роботизоване МКШ і активно використовується в світі. [28,29]

Таким чином, клінічне покращення у окремого пацієнта теоретично може бути досягнуто застосуванням різних хірургічних практик, тому повністю виправданим є принцип інформованої згоди пацієнта на втручання, який передбачає участь пацієнта в прийнятті рішень щодо оптимальної хірургічної тактики, видів та обсягів втручань з огляду на його очікування та побажання з одного боку та можливостей конкретної установи – з іншого. Тим не менш, на практиці пацієнту пропонують ту стратегію коронарної реваскуляризації, що склалася в конкретному лікувальному закладі. Зазвичай в Україні це ЧКВ або коронарне шунтування стернотомним доступом з використанням штучного кровообігу або без. [30,31]

Мета роботи: зазначити ті тактичні та технічні аспекти міні-МКШ та ГКР, які дозволяють отримати переваги цих методик реваскуляризації міокарду над традиційними.

2. Матеріали та методи

В період з жовтня 2011р по лютий 2019р в ДУ «Інституті загальної та невідкладної хірургії ім.В.Т.Зайцева НАМН України» виконано 39 міні-МКШ. Середній вік хворих склав $60,6 \pm 8,2$ років, серед них було 34 чоловіка (87%), 5 (13%) жінок. З них в дев'ятьох пацієнтів міні-МКШ стало першим (у вісьмох) або другим (в одного) етапом планової ГКР. Середній вік хворих цієї підгрупи склав $62,7 \pm 8,1$ років, серед них було вісім чоловіків, одна жінка. ЧКВ на «не-ПМША» артеріях після міні-МКШ проводилося в строки від двох до дев'яти діб і включало встановлення двох (три випадки) або одного (п'ять випадків) стентів. Під час ЧКВ спершу перевіряли функціонування мамарного шунта

(рис. 1). В одного пацієнта міні-МКШ було виконано на четверту добу гострого інфаркту міокарду без елевації сегменту ST через три доби після стентування.

Дизайн дослідження був розглянутий Комітетом з медичної та біоетики ДУ «ІЗНХ ім.В.Т.Зайцева НАМНУ» на етапі планування дослідження (протокол № 8 від 05.10.2011 р.) та визнаний таким, що відповідає принципам Гельсінської декларації Генеральної асамблеї Всесвітньої медичної асоціації (1964–2000), Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (1997 р.), відповідним положенням ВООЗ, Міжнародної ради медичних наукових товариств, Міжнародному кодексу медичної етики (1983 р.) та законам України. Від пацієнтів, що увійшли у проспективне дослідження отримано інформовану згоду на додаткові дослідження та обробку персональних даних.

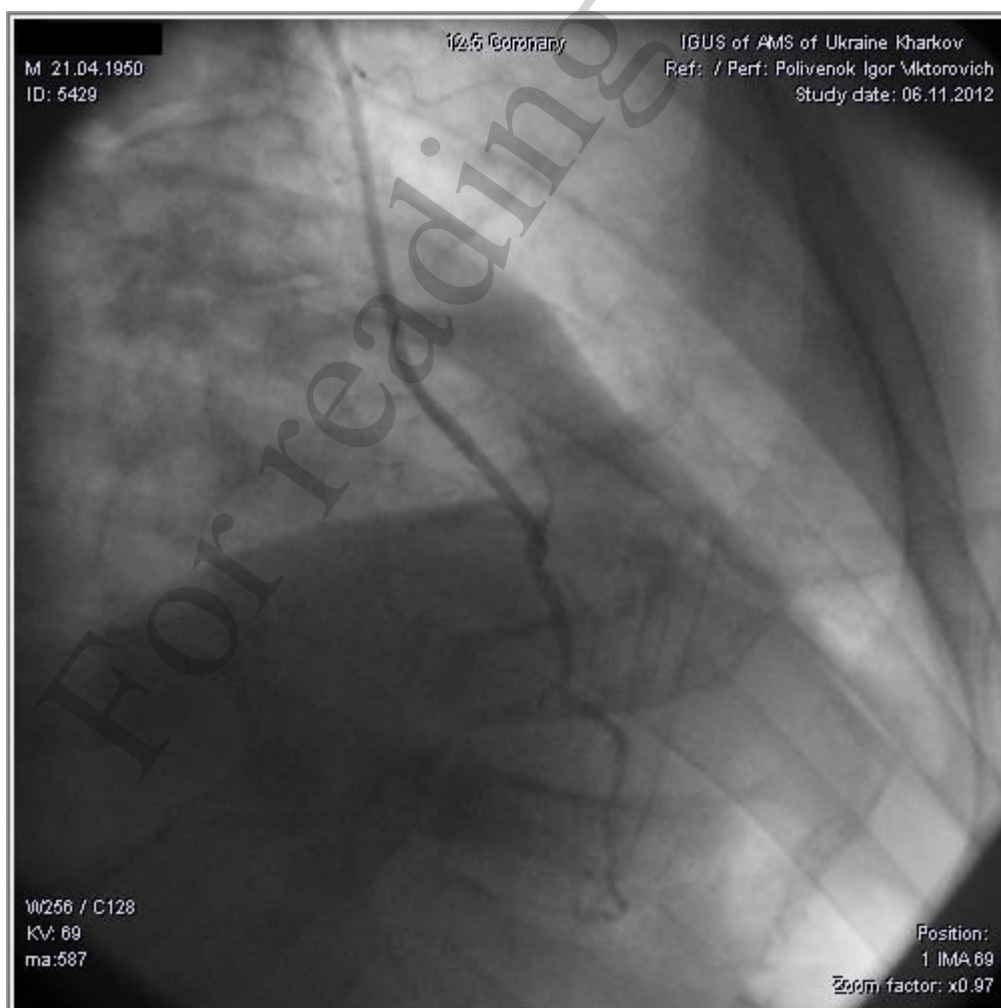


Рис. 1. Перевірка функціонування мамарного шунта на етапі ГКР

Міні-МКШ виконували через передній торакотомний доступ завдовжки 7-9см в 4 міжребір'ї зліва від грудини (рис. 2). ЛВГА виділяли під прямим візуальним контролем штатним інструментарієм (рис. 3). При цьому однобічну легеневу вентиляцію не використовували. Для стабілізації робочої ділянки працюючого серця використовували наявний стабілізатор давлючого типу на стійці, який використовували й на втручаннях стернотомним доступом, та звичайний торакальний ранорозширювач невеликого розміру, до якого фіксували стабілізатор (рис. 4, 5). До штучного кровообігу та конверсій жодного разу не вдавалися. Операцію закінчували дрениванням лівої плевральної порожнини.

Категоріальні дані представлені у вигляді n (%), тобто абсолютної та відсоткової частоти зустрічальності ознаки. Кількісні показники, що розподілені за нормальним законом, були представлені у вигляді $M \pm SD$ (де M – середнє арифметичне значення, SD – стандартне відхилення); ті показники, що розподілені не за нормальним законом – у вигляді $Me (Q1-Q3)$, де Me – медіана, $Q1-Q3$ – інтерквартильна широта. Нормальність розподілення перевіряли тестом Шапіро-Уїлкса. Статистичний аналіз проведений в статистичному пакеті SPSS v 22.0 for Windows.



Рис. 2. Вигляд шкірного шва після передньої торакотомії в 4 міжребір'ї

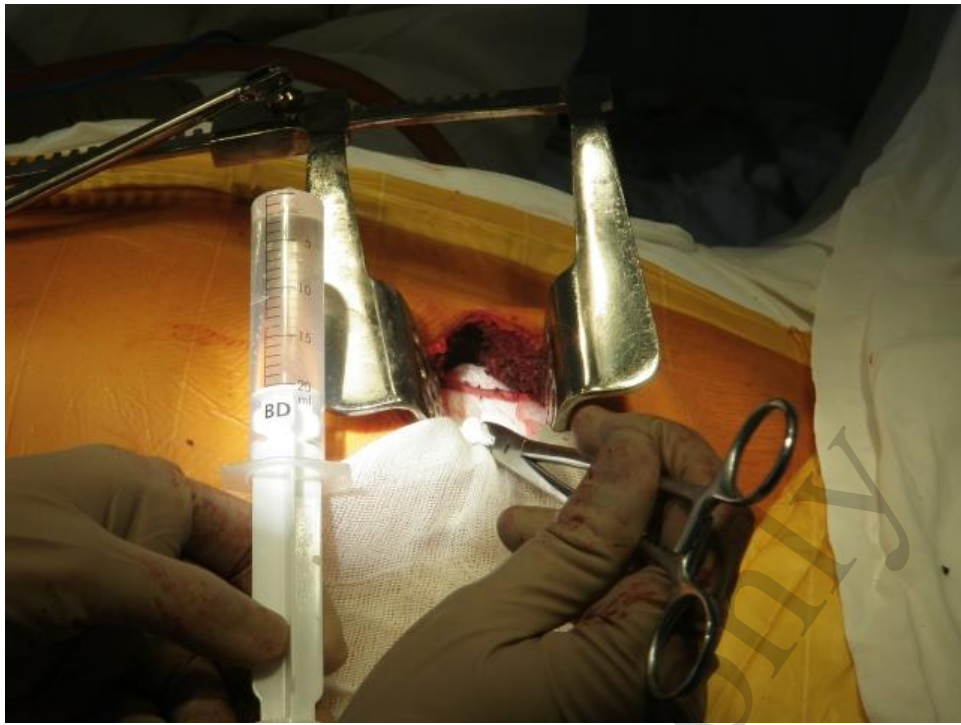


Рис. 3. ЛВГА на етапі виділення

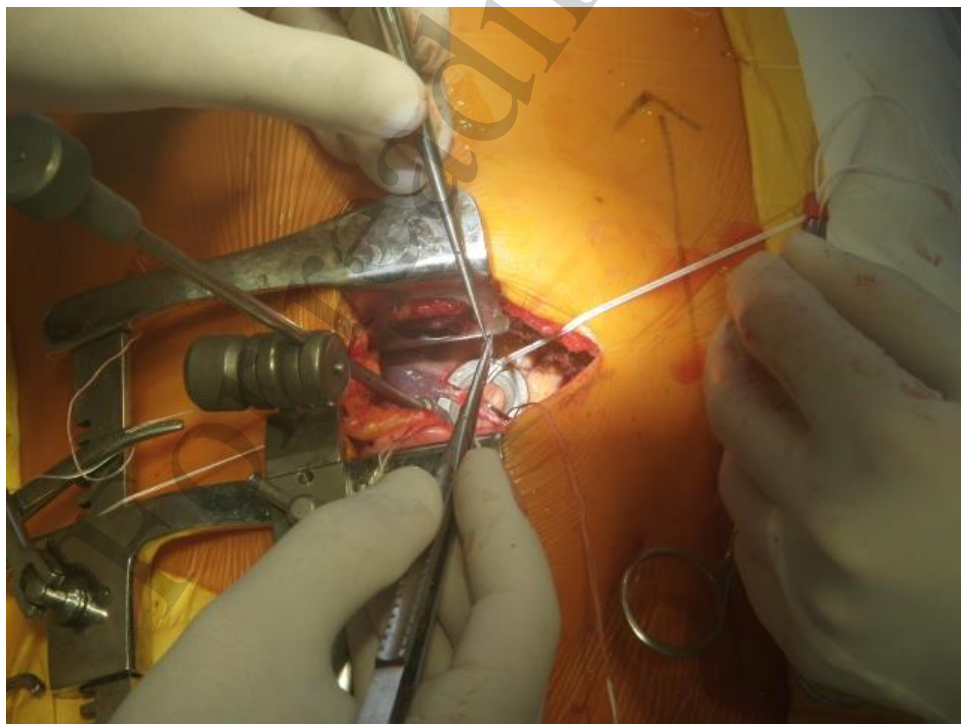


Рис. 4. Розташування ранорозширювача та стабілізатора під час накладання мамарно-коронарного анастомозу

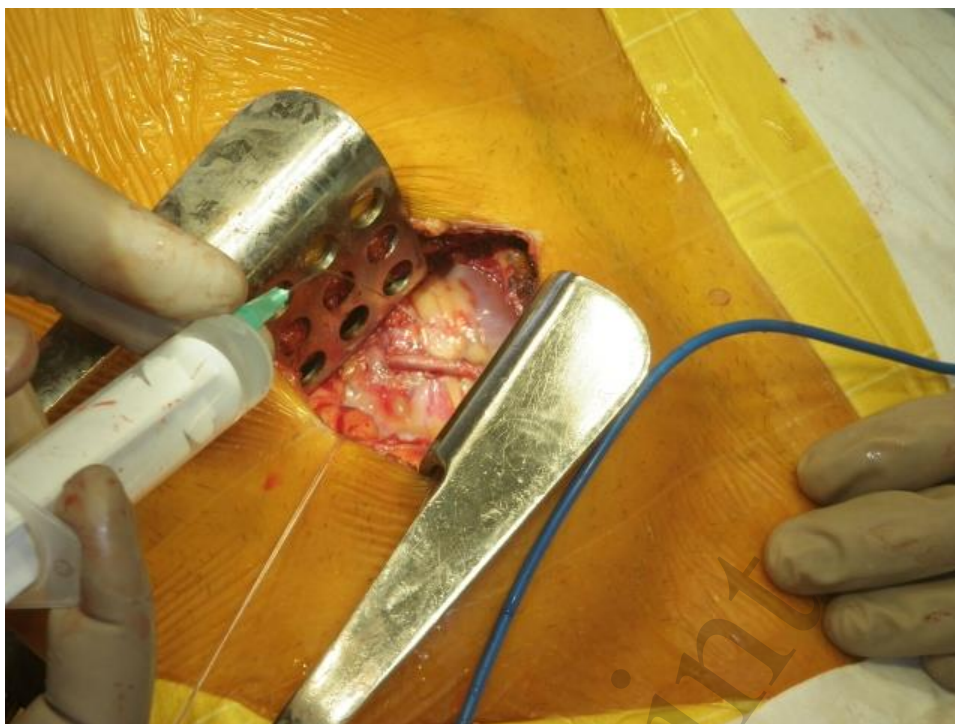


Рис. 5. Кінцевий вигляд мамарно-коронарного анастомозу

3. Результати дослідження

Шпитальної летальності та периопераційних інфарктів міокарду не відмічено. Медіана терміну спостереження за хворими склала 49,5 [Q1;Q3: 34,3; 70,6] місяців. Спостерігався один летальний випадок через 13 місяців з після міні-МКШ з невідомих причин. Рецидиви стенокардії відмічені в різні терміни в чотирьох пацієнтів: в одного хворого – через чотири роки після ГКР внаслідок оклюзії стента; в двох хворих – через 6 місяців і в найближчому періоді після операції відповідно з причини неадекватного функціонування мамарного шунта; один хворий скаржився на стенокардію під час звернення до судинного хірурга з приводу патології черевної аорти через 6 років після ГКР, але від коронаршунтографії відмовився.

Основним ускладненням в післяопераційному періоді виявилось погане загоювання торакотомної рани – 10 (26%) випадків, проте без подальших ускладнень та віддалених наслідків. Серед цих пацієнтів вісім мали цукровий діабет або ожиріння. В одного пацієнта на третю добу після операції спостерігався лівобічний гемоторакс (800мл) – проведене редренування плевральної порожнини.

Тактичні аспекти.

Найчастішим показанням до виконання міні-МКШ було таке ураження ПМША, яке було асоційоване з високими потенційними технічними труднощами при виконанні ЧКВ або незадовільним очікуваним віддаленим результатом (хронічна оклюзія, різкий кальциноз). В такій ситуації цілком виправданим є використання ЛВГА для реваскуляризації ПМША як «ідеального шунта», але виконання стернотомії для накладання одного анастомозу виглядає занадто травматичним втручанням, особливо в очах пацієнта. Відсутність альтернатив до стернотомії може схилити пацієнта і лікаря до виконання марних або ризикованих спроб ЧКВ, що може призвести до невиправданих витрат ресурсів та значно погіршити ситуацію. Зовсім по-іншому в цій ситуації виглядає пропозиція виконання міні-торакотомії довжиною 7-8 см без підключення ШК. Наш досвід спілкування з пацієнтами вказує на те, що необхідність розпилу кістки (грудини) є суттєвим психологічним бар'єром, а торакотомія сприймається значно легше.

Досить екзотичним, але цілком реальним у рутинній клінічній практиці, показанням до міні-МКШ може бути недоступність спеціального обладнання для складного стентування. Витратні матеріали на виконання міні-КШ обмежені декількома одиницями звичайного шовного матеріалу та засобами проведення загального знеболення при інших рівнях порівняно до ЧКВ, тому в Україні міні-МКШ не виглядає більш витратним за ЧКВ сучасним стентом з лікувальним покриттям.

Під час виконання другого етапу ГКР – ЧКВ на «не-ПМША» артеріях необхідно обов'язково перевіряти функціонування мамарно-коронарного шунта, оскільки це може суттєво вплинути на подальшу тактику: неадекватне функціонування анастомозу може затребувати стернотомії. І навпаки, при задовільній функції шунта при необхідності втручання на стовбурі ЛКА можуть бути виконані зі значно меншими ризиками («захищений стовбур»).

Зворотній порядок ГКР, коли спочатку проводять ЧКВ, виправданий у випадках гострого інфаркту міокарда та при нестабільній стенокардії, коли важливо швидко та з найменшими ризиками відновити кровоток в кульпритній артерії. При наявності ураження ПМША, яке впливає на перебіг захворювання,

але не підлягає стентуванню, цілком виправдано проведення міні-МКШ. Ми спостерігали один такий випадок. Загалом більш виправданим є виконання першим етапом міні-МКШ, оскільки в цьому випадку операції не заважає подвійна антиагрегантна терапія, а під час другого етапу – ЧКВ – перевіряється функціонування шунта. Вельми привабливим виглядає симультанне виконання обох етапів під час однієї процедури, проте такий підхід вимагає наявності кошовної гібридної операційної.

В літературі досі не існує єдиної думки відносно черговості виконання хірургічного та інтервенційного етапу ГКР, оскільки різні комбінації, які зустрічаються на практиці, дають однаковий результат, і вибір черговості визначається переважно можливостями команди та конкретною клінічною ситуацією. [32]

При наявності граничних уражень ПКА чи ОА може бути застосована так звана «відстрочено гібридна» стратегія реваскуляризації, під якою ми розуміємо виконання першого етапу - міні-МКШ, та відкладене на невизначений строк (до появи клінічної значущості) ЧКВ, якщо після першого етапу відмічене зникання стенокардії і ішемічних явищ, що може бути підкріплене тестом з фізичним навантаженням. Такий підхід дозволяє уникнути втручання надмірного обсягу (шунтування двох чи більше артерій) або кошовних додаткових досліджень (FFR).

Окремі питання хірургічної тактики стосуються рідких випадків порушення функціонування мамарного шунта у періоді спостереження. Ми спостерігали два таких випадки. Один з них був пов'язаний з неадекватною укладкою ЛВГА на підході до ПМША, що призвело до деформації як ЛВГА на підході до анастомозу, так и анастомозу. Спроби стентування зони анастомозу не виявилися ефективними внаслідок швидкого розвитку рестенозу в зоні стентування. Була виконана стернотомія і аорто-коронарне шунтування з накладанням двох дистальних анастомозів з ПМША – проксимальніше і дистальніше від попереднього і зони встановлення стенту.

Технічні аспекти.

При виконанні МКШ з передньої міні-торакотомії необхідно чітко розуміти просторове розташування ділянки уявного анастомозу. Зазвичай для цього

достатньо ознайомлення з рентгенівським знімком грудної клітини в прямій проекції та коронарографією та огляду хворого. Передня торакотомія в четвертому міжребір'ї зліва як правило виводить хірурга на відрізок ПМША приблизно в зоні відходження другої діагональної гілки (при її наявності) і дозволяє накласти анастомоз трохи вище (що зручніше) або трохи нижче неї. При накладанні анастомозу на працюючому серці задля створення надійної стабілізації ділянка анастомозу повинна бути розташована приблизно в проекції середини рани. Цю особливість слід враховувати під час аналізу коронарограм та уражень ПМША, оскільки місця для маневру під час операції майже не буде. Це стосується насамперед багаторівневих уражень ПМША, коли доцільно накладати секвенційний шунт, та оклюзійних уражень ПМША, коли аналіз стану ПМША утруднений її слабким ретроградним наповненням.

Так, другий з двох випадків порушення функціонування мамарного шунта пов'язаний з недооцінкою ураження ПМША в середній і частково дистальній частині при її оклюзії в проксимальній. Внаслідок обмеженого простору в рані ЛВГА була анастомозована до ділянки ПМША з малим діаметром (близько 1мм) і явищами ущільнення і фіброзу стінки. Явища стенокардії у пацієнта не регресували, а на контрольній шунтографії через два місяці після операції мамарний шунт виглядав таким, що дуже поступово звужується до зони анастомозу і в ній, а ПМША звужена в тій же мірі на протязі біля 8-10мм дистальніше анастомозу. Причому балонною ангіопластиком не вдалося збільшити ні діаметр зони анастомозу, ані просвіт ПМША дистальніше від неї навіть під максимальним тиском. Пацієнт був реперований стернотомним доступом, виділений вільний сегмент ПВГА анастомозований до проксимального відділу ЛВГА «кінець в кінець», і за ходом шунта секвенційно – до інтермедіальної гілки (яку планували стентувати) «бік в бік» і в дистальну частину ПМША «кінець в бік»; стенокардія регресувала.

Слід зазначити, що в двох випадках коронарних рещунтувань після міні-МКШ ми, як і очікували, не відчули складнощів і перешкод під час виконання

стернотомій і виконували її звичайно. В той же час кардіоліз, ідентифікація ходу ПМША та виділення блоку ЛВГА-ПМША складала певних технічних труднощів.

Розташування ходу ПМША по відношенню до ЛВГА значно варіює та прогнозується складніше. Найбільш незручним варіантом є значне латеральне відхилення ходу ПМША по відношенню до ходу ЛВГА – таке розташування потребує виділення ЛВГА на значному проміжку у проксимальному напрямку. Спроба полегшити цю процедуру за рахунок розведення ранорозширювача очікувано призводить до небажаного перелому ребра, особливо в пацієнтів старших вікових груп. Причому збільшення довжини рани незначно впливає на візуалізацію ЛВГА та зручність її виділення. В таких випадках найменш травматичним виглядає мобілізація вищерозташованого ребра (зазвичай четвертого), що досягається розсіченням грудино-реберного з'єднання, з наступним підтягуванням ребра доверху – цей прийом дозволяє добре візуалізувати відрізок проксимальної ЛВГА віще ребра та до наступного міжребір'я, чого в більшості випадків достатньо.

Ще одним важливим моментом є взаємне розташування мамарного шунта і легені, особливо при латеральному розташуванні ПМША, коли після накладання анастомозу відмічається й значне вимушене латеральне відхилення ЛВГА. Наповнена повітрям ліва легеня може значно натягувати шунт в такий ситуації. Щоб цього уникнути достатньо вільний латеральний край розсіченого вздовж перикарду підшити до вищерозташованого ребра, що перешкоджає руху легені в бік шунта й деформації останнього.

4. Обговорення результатів дослідження

Досвід нагляду за загоюванням ран після міні-МКШ показав, що ці рани надто чутливі до хірургічної техніки і пошкоджень, оскільки залишаються без основного джерела кровопостачання – ЛВГА та в значній мірі міжреберної артерії. Тому слід не тільки уникати переломів ребер та травмування тканин, а й користуватися технікою ушивання, що максимально зберігає кровообіг в зоні швів. Так, з часом ми відмовились від безперервних швів будь-де окрім шкіри.

Щодо інтервенційного етапу, то з технічної точки зору він не відрізняється від звичайного стентування басейну правої чи огинаючої артерій, яке включає ретельну підготовку бляшки, використання нових генерацій стентів з лікувальним покриттям і внутрішньокоронарну візуалізацію для оптимізації стентування. [33] Довготривала подвійна антиагрегантна терапія, яка необхідна після стентування, також потенційно може сприяти покращенню віддаленої прохідності мамарного шунта. [34]

В заключенні зазначимо, що ГКР, на відміну від методики повної коронарної реваскуляризації з мінідоступу, яка успішно розвивається в Україні, [35,36] не передбачає використання штучного кровообігу та додаткових втручань поза зоною мінідоступу; невідомі віддалені результати останніх. Найближчою сучасною альтернативою ГКР є повна артеріальна реваскуляризація з мінідоступу на працюючому серці, але ця методика використовується лише поодинокими хірургами в світі й не присутня в Україні. На наш погляд основними чинниками, які заважають більш широкому застосуванню міні-МКШ та ГКР в Україні є перебільшена оцінка співвідношення витрати/користь, недостатнє розуміння місця цих методик в клінічній практиці й сфери їх застосування, недооцінка їх переваг над традиційними методиками та переоцінка складності виконання.

Обмеження дослідження. Описаний нами підхід до реваскуляризації міокарду сповідує принцип максимального співвідношення користь/витрати (де під користю ми розуміємо найповнішу та довговічнішу реваскуляризацію міокарду з мінімальними медичними ризиками для хворого, а під витратами – загальне забезпечення втручань). Цей підхід є затребуваним в умовах обмежених ресурсів, що стосується більшості клінік України. Але він не може бути універсальним, оскільки в добре оснащених кардіохірургічних центрах розвинених країн існує можливість як ефективної реваскуляризації інтервенційними методами при складних ураженнях коронарних артерій, так і тотальної артеріальної реваскуляризації міокарду в умовах штучного кровообігу торакоскопично та за допомогою робототехніки, і навіть без штучного кровообігу мініінвазивно. Ці методики очікувано потребують коштовного обладнання, високої кваліфікації

та підготовки операторів, але, з рештою, їх застосування зумовлене доступністю для хворого, а також його уподобаннями. Головне, на нашу думку, в цій ситуації з боку лікаря – максимальне інформування хворого та реальна оцінка можливостей центру.

Перспективи подальших досліджень. В світлі постійного розвитку інтервенційних технологій й вдосконалення коронарних стентів актуальним є дослідження віддалених результатів втручань за різними стратегіями реваскуляризації: міні-МКШ у порівнянні із стентуванням ПМША, а також ГКР на основі міні-МКШ у порівнянні з традиційним КШ.

5. Висновки

Міні-МКШ та ГКР на її основі є малотравматичною альтернативою традиційному коронарному шунтуванню стернотомним доступом з прийнятними найближчими та віддаленими результатами.

Міні-МКШ та ГКР мають значно кращий косметичний ефект, особливо в жінок, проте більш вибагливі до хірургічної техніки й поводження з тканинами.

Описана нами стратегія коронарної реваскуляризації, на відміну від інших малотравматичних методик, не потребує коштовних витрат на додаткове оснащення й може бути виконана штатними засобами.

Конфлікт інтересів

Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Література

1. Doenst, T., Diab, M., Sponholz, C., Bauer, M., Färber, G. (2017). The Opportunities and Limitations of Minimally Invasive Cardiac Surgery. *Deutsches Ärzteblatt International*, 114 (46), 777–784. doi: <http://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0777>

2. Hua, K., Zhao, Y., Dong, R., Liu, T. (2018). Minimally Invasive Cardiac Surgery in China: Multi-Center Experience. *Medical Science Monitor*, 24, 421–426. doi: <http://doi.org/10.12659/msm.905408>
3. D'Onofrio, A., Gerosa, G. (2015). Shifting a Paradigm of Cardiac Surgery: From Minimally Invasive to Micro-Invasive. *The Journal of Heart Valve Disease*, 24 (5), 528–530.
4. Gallego-Poveda, J., Guerra, N. C., Gonzalez-Rivas, D., Carneiro, C., Ferreira, H., Sena, A. et. al. (2017). Cardiac surgery using a single thoracic port – current status and future directions. *Journal of Thoracic Disease*, 9 (4), 898–902. doi: <http://doi.org/10.21037/jtd.2017.02.07>
5. Langer, N. B., Argenziano, M. (2016). Minimally Invasive Cardiovascular Surgery: Incisions and Approaches. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*, 12 (1), 4–9. doi: <http://doi.org/10.14797/mdcj-12-1-4>
6. Doenst, T., Lamelas, J. (2017). Do we have enough evidence for minimally-invasive cardiac surgery? A critical review of scientific and non-scientific information. *The Journal of Cardiovascular Surgery*, 58 (4), 613–623. doi: <http://doi.org/10.23736/S0021-9509.16.09446-5>
7. Easterwood, R. M., Bostock, I. C., Nammalwar, S., McCullough, J. N., Iribarne, A. (2018). The evolution of minimally invasive cardiac surgery: from minimal access to transcatheter approaches. *Future Cardiology*, 14 (1), 75–87. doi: <http://doi.org/10.2217/fca-2017-0048>
8. Melly, L., Torregrossa, G., Lee, T., Jansens, J.-L., Puskas, J. D. (2018). Fifty years of coronary artery bypass grafting. *Journal of Thoracic Disease*, 10 (3), 1960–1967. doi: <http://doi.org/10.21037/jtd.2018.02.43>
9. Diodato, M., Chedrawy, E. G. (2014). Coronary Artery Bypass Graft Surgery: The Past, Present, and Future of Myocardial Revascularisation. *Surgery Research and Practice*, 2014, 1–6. doi: <http://doi.org/10.1155/2014/726158>
10. Tatoulis, J., Buxton, B. F., Fuller, J. A. (2004). Patencies of 2,127 arterial to coronary conduits over 15 years. *The Annals of Thoracic Surgery*, 77 (1), 93–101. doi: [http://doi.org/10.1016/s0003-4975\(03\)01331-6](http://doi.org/10.1016/s0003-4975(03)01331-6)

11. Otsuka, F., Yahagi, K., Sakakura, K., Virmani, R. (2013). Why is the mammary artery so special and what protects it from atherosclerosis? *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 2 (4), 519–526. doi: <http://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.07.06>
12. Ahn, J.-M., Park, D.-W., Lee, C. W., Chang, M., Cavalcante, R., Sotomi, Y. et. al. (2017). Comparison of Stenting Versus Bypass Surgery According to the Completeness of Revascularization in Severe Coronary Artery Disease. *JACC: Cardiovascular Interventions*, 10 (14), 1415–1424. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.04.037>
13. Head, S. J., Milojevic, M., Daemen, J., Ahn, J.-M., Boersma, E., Christiansen, E. H. et. al. (2018). Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data. *The Lancet*, 391 (10124), 939–948. doi: [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)30423-9](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30423-9)
14. Iqbal, M. B., Ilsley, C., De Robertis, F., Lane, R., Kabir, T., Bahrami, T. et. al. (2017). Comparison of Outcomes of Coronary Artery Bypass Grafting Using Internal Mammary Graft Versus Percutaneous Coronary Intervention for Isolated Proximal Left Anterior Descending Narrowing. *The American Journal of Cardiology*, 119 (5), 719–726. doi: <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.11.031>
15. Itagaki, S., Reddy, R. C. (2013). Options for left internal mammary harvest in minimal access coronary surgery. *Journal of Thoracic Disease*, 5 (6), 638–640. doi: <http://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2013.11.02>
16. Gong, W., Cai, J., Wang, Z., Chen, A., Ye, X., Li, H., Zhao, Q. (2016). Robot-assisted coronary artery bypass grafting improves short-term outcomes compared with minimally invasive direct coronary artery bypass grafting. *Journal of Thoracic Disease*, 8 (3), 459–468. doi: <http://doi.org/10.21037/jtd.2016.02.67>
17. Sabashnikov, A., Patil, N. P., Weymann, A., Mohite, P. N., Zych, B., García Sáez, D. et. al. (2014). Outcomes after different non-sternotomy approaches to left single-vessel revascularization: a comparative study with up to 10-year follow-

up. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 46 (4), e48–e55. doi: <http://doi.org/10.1093/ejcts/ezu287>

18. Yuh, D. D., Vricella, L. A., Baumgartner, W. A. (Eds.) (2007). *The Johns Hopkins Manual of Cardiothoracic Surgery*. New York: McGraw Hill, 449–467.

19. Zhao, D. F., Edelman, J. J., Seco, M., Bannon, P. G., Wilson, M. K., Byrom, M. J. et. al. (2017). Coronary Artery Bypass Grafting With and Without Manipulation of the Ascending Aorta. *Journal of the American College of Cardiology*, 69 (8), 924–936. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.11.071>

20. Albert, A., Ennker, J., Hegazy, Y., Ullrich, S., Petrov, G., Akhyari, P. et. al. (2018). Implementation of the aortic no-touch technique to reduce stroke after off-pump coronary surgery. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 156 (2), 544–554. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.02.111>

21. McGinn, J. T., Usman, S., Lapierre, H., Pothula, V. R., Mesana, T. G., Ruel, M. (2009). Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting: Dual-Center Experience in 450 Consecutive Patients. *Circulation*, 120(11_suppl_1), S78–S84. doi: <http://doi.org/10.1161/circulationaha.108.840041>

22. Nambiar, P., Mittal, C. (2013). Minimally Invasive Coronary Bypass Using Internal Thoracic Arteries via a Left Minithoracotomy. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*, 8 (6), 420–426. doi: <http://doi.org/10.1177/155698451300800607>

23. Ziankou, A., Ostrovsky, Y. (2015). Early and Midterm Results of No-Touch Aorta Multivessel Small Thoracotomy Coronary Artery Bypass Grafting: A Propensity Score-Matched Study. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*, 10 (4), 258–267. doi: <http://doi.org/10.1097/imi.0000000000000185>

24. Nambiar, P., Kumar, S., Mittal, C. M., Saksena, K. (2018). Minimally invasive coronary artery bypass grafting with bilateral internal thoracic arteries: Will this be the future? *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 155 (1), 190–197. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.07.088>

25. Harskamp, R. E., Bonatti, J. O., Zhao, D. X., Puskas, J. D., de Winter, R. J., Alexander, J. H., Halkos, M. E. (2014). Standardizing definitions for hybrid coronary revascularization. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 147 (2), 556–560. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.10.019>
26. Leacche, M., Zhao, D. X., Umakanthan, R., Byrne, J. G. (2012). Do hybrid procedures have proven clinical utility and are they the wave of the future?: hybrid procedures have no proven clinical utility and are not the wave of the future. *Circulation*, 125 (20), 2504–2510. doi: <http://doi.org/10.1161/circulationaha.111.031138>
27. Angelini, G., Wilde, P., Salerno, T., Bosco, G., Calafiore, A. (1996). Integrated left small thoracotomy and angioplasty for multivessel coronary artery revascularisation. *The Lancet*, 347 (9003), 757–758. doi: [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(96\)90107-5](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(96)90107-5)
28. Puskas, J. D., Halkos, M. E., DeRose, J. J., Bagiella, E., Miller, M. A., Overbey, J. et. al. (2016). Hybrid Coronary Revascularization for the Treatment of Multivessel Coronary Artery Disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 68 (4), 356–365. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.05.032>
29. Tajstra, M., Hrapkowicz, T., Hawranek, M., Filipiak, K., Gierlotka, M., Zembala, M. et. al. (2018). Hybrid Coronary Revascularization in Selected Patients With Multivessel Disease. *JACC: Cardiovascular Interventions*, 11 (9), 847–852. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.01.271>
30. Zhurba, O. O., Rudenko, A. V. (2018). Predictors of intraoperative complications and on-pump conversions of isolated coronary artery bypass grafting in patients with coronary artery disease. *Emergency medicine*, 7 (94), 19–25. doi: <http://doi.org/10.22141/2224-0586.7.94.2018.150815>
31. Mankovskyi, H. B. (2019). Viddaleni rezultaty revaskuliarizatsii miokarda u patsientiv z ishemichnoiu khvoroboiu sertsia ta porushenniam vuhlevodnoho obminu. Kyiv: DU «NISSKh im. M. M. Amosova NAMN Ukrainy», 19.
32. Harskamp, R. E., Brennan, J. M., Xian, Y., Halkos, M. E., Puskas, J. D., Thourani, V. H. et. al. (2014). Practice Patterns and Clinical Outcomes After Hybrid

Coronary Revascularization in the United States. *Circulation*, 130 (11), 872–879. doi: <http://doi.org/10.1161/circulationaha.114.009479>

33. Neumann, F.-J., Sousa-Uva, M., Ahlsson, A., Alfonso, F., Banning, A. P., Benedetto, U. et. al. (2018). 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*, 40 (2), 87–165. doi: <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>

34. Chakos, A., Jbara, D., Singh, K., Yan, T. D., Tian, D. H. (2018). Network meta-analysis of antiplatelet therapy following coronary artery bypass grafting (CABG): none versus one versus two antiplatelet agents. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 7 (5), 577–585. doi: <http://doi.org/10.21037/acs.2018.09.02>

35. Babliak, O. D., Demianenko, V. M., Melnyk, Ye. A., Revenko, K. A., Pidhaina, L. V., Stohov, O. S. (2018). Maloinvazyvne bahatosudynne koronarne shuntuvannia v umovakh perednolateralnoi torakotomii. *Sertse i sudyny*. 1 (61), 65–69.

36. Babliak, O. D., Demianenko, V. M., Melnyk, Ye. A., Revenko, K. A., Pidhaina, L. V., Stohov, O. S. (2018). Mini-invazyvne bahatosudynne koronarne shuntuvannia v umovakh shtuchnoho krovoobihu: analiz rannikh rezultativ ta opanuvannia metodyky. *Visnyk sertsevo-sudynnoi khirurgii*, 4 (33), 18–21.