

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ: КЛІНІЧНІ НАУКИ

ORIGINAL RESEARCH: CLINICAL SCIENCES

Праці НТШ Медичні науки
2019, Том 55, № 1
ISSN 1563-3950

Proc Shevchenko Sci Soc Med Sci
2019, Vol. 55, 1
ISSN 1563-3950

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2019.01.06

Для листування:
м.Київ, вул. М. Мишина, буд. 3, 03151
E-пошта: olexba@gmail.com

Стаття надійшла: 03.05.2019
Прийнята до друку: 23.05.2019
Опублікована онлайн: 26.06.2019



© Олександр Бабляк,
Володимир Дем'яненко,
Дмитро Бабляк,
Олександр Стогов,
Євгеній Мельник,
Катерина Ревенко, 2019

ORCID IDs
Олександр Бабляк,
<https://orcid.org/0000-0001-7698-1034>

Конфлікт інтересів: Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Внесок авторів:
Ідея – О. Бабляк.
Дослідження – В. Дем'яненко, Є. Мельник,
К.Ревенко, О. Стогов.
Написання статті: О. Бабляк,
В. Дем'яненко.
Статистичне опрацювання даних –
Д. Бабляк.
Редагування тексту – К. Ревенко.
Редагування і затвердження остаточного
варіанту рукопису – О. Бабляк.

УДК 616.132.2-089.819:616-0.73.75

Інноваційний підхід – мініінвазивне багатосудинне коронарне шунтування в умовах передньої торакотомії

Олександр Бабляк, Володимир Дем'яненко,
Дмитро Бабляк, Олександр Стогов, Євгеній Мельник,
Катерина Ревенко

Кардіохірургічний центр ММ «Добробут», Київ, Україна

Вступ. Представлено досвід мініінвазивного багатосудинного коронарного шунтування в умовах передньої торакотомії в хірургії ішемічної хвороби серця. Ми рутинно використовуємо розроблену нами методику незалежно від кількості шунтів, якості та локації коронарних артерій, скоротливої здатності лівого шлуночка, віку, ваги та статі пацієнта.

Мета роботи. Описано розроблену нами методику мініінвазивного багатосудинного коронарного шунтування в умовах передньої мініторакотомії з використанням штучного кровообігу та кров'яної кардіоплегії.

Матеріали і методи. Метод використано в 220 пацієнтів.

Всім пацієнтам виконали повну реваскуляризацію міокарда. Кількість шунтів – від 2 до 5, в середньому – $3,37 \pm 0,68$ на пацієнта. Ліва внутрішня мамарна артерія була використана у 206 пацієнтів, права внутрішня мамарна артерія – у 4 пацієнтів, променева артерія – у 37 пацієнтів, венозні кондуїти використовували – у 193 пацієнтів, повна артеріальна реваскуляризація виконана 29 пацієнтам.

Результат. Летальних випадків не було. Час перетиснення аорти становив від 31 хв до 146 хв, у середньому $70,7 \pm 18,7$ хв. Загальний час штучного кровообігу становив від 71 хв до 339 хв, у середньому $137,5 \pm 31,9$ хв. Загальний час операції – від 145 хв до 590 хв, у середньому $261 \pm 50,26$. Об'єм ексудату протягом перших 12 годин після операції становив $376,7 \pm 205,4$ мл. Післяопераційні дренажі залишалися в середньому протягом 48 годин. Час штучної вентиляції легень у середньому становив 2.6 ± 1.4 годин. Перебування в палаті інтенсивної терапії – 2.3 ± 1.2 доби.

Висновки. Мініінвазивне коронарне шунтування в умовах передньо-латеральної торакотомії – ефективний і безпечний метод хірургічної реваскуляризації міокарда. Методика дає змогу провести повну реваскуляризацію міокарда незалежно від кількості шунтів, фракції викиду лівого шлуночка, якості та розміру коронарних судин, віку пацієнтів.

Ключові слова: ішемічна хвороба серця, коронарне шунтування, мініінвазивне коронарне шунтування.

Innovative approach – minimally invasive multivessel coronary grafting through a left anterior thoracotomy

Babliak O., Demianenko V., Babliak D., Melnyk E.,
Revenko K., Stohov O.

*Diagnostic and Treatment Center For Children And Adults Of
The Dobrobut Medical Network, Kyiv, Ukraine*

Introduction. Personal experience with minimally invasive multivessel coronary grafting through left anterior thoracotomy is described. Currently, we use this technique routinely, regardless of the number of grafts, quality, and location of coronary targets, left ventricular ejection fraction, age, gender, body mass index.

Our aim was to develop minimally invasive coronary artery bypass grafting technique, which would be equally effective and safe as compared to the conventional coronary grafting technique; would be reproducible and be applied for every patient with isolated coronary artery disease.

Material and methods. 220 patients were operated and then analyzed. In all patients, complete revascularization was performed. Mean number of grafts was 3.37 ± 0.68 per patient (range 2-5). Left internal mammary artery was used in 206 patients, right internal mammary artery - in 4 patients, radial artery - in 37 patients, vein grafts - in 193 patients. Complete arterial revascularization was performed in 29 patients.

We had no mortality. Mean aortic cross-clamp time was 70.7 ± 18.7 min (range 31 - 146 min). Mean cardiopulmonary bypass time was 137.5 ± 31.9 min (range 71 - 339 min). Postoperatively, total drainage in the first 12 hours was 376.7 ± 205.4 ml, ventilation time was 2.6 ± 1.4 hours, ICU stay was 2.3 ± 1.2 days.

Conclusion. Minimally invasive coronary bypass grafting is an effective and safe surgical method. Complete revascularization could be performed regardless of the number of grafts, left ventricle ejection fraction, quality and size of coronary vessels, or age of the patient.

Key words: Ischemic heart disease, coronary grafting, minimally invasive coronary grafting.

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2019.01.06

For correspondence:

3, M. Mishina St., Kyiv, 03151
E-пошта: olexba@gmail.com

Received: May 3, 2019

Accepted: May 23, 2019

Published online: Jun 7, 2019



© O. Babliak,
V. Demianenko,
D. Babliak,
E. Melnyk,
K. Revenko,
O. Stohov, 2019

ORCID IDs

O. Babliak,
<https://orcid.org/0000-0001-7698-1034>

Disclosures. The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Author Contributions:

Conceptualization: O. Babliak.
Data curation: V. Demianenko, E. Melnyk,
K. Revenko, O. Stohov.
Statistic analysis: D. Babliak.
Writing - original draft: O. Stohov.
Writing - review: K. Revenko.
Editing: O. Babliak.

Вступ

Серединна стернотомія – це стандартний хірургічний доступ для більшості операцій на серці, в тім числі і для операції коронарного шунтування [1]. Менш інвазивні методики проведення коронарного шунтування через торакотомію не отримали широкого розповсюдження серед кардіохірургів [2,3,4]. Основними перешкодами вважають технічну складність запропонованих методик, більшу тривалість процедур, складні технології, довга навчальна крива та необхідність селекції пацієнтів для безпечного виконання процедури [5,6,7,8].

Постійний прогрес різних напрямів мініінвазивної кардіохірургії пропонує нові можливості для вдосконалення мініінвазивного багатосудинного коронарного шунтування [9,10,11,12], що і використали під час розробки методу, який описано. Ми рутинно використовуємо розроблену нами методику незалежно від кількості шунтів, якості та локації коронарних артерій, скоротливої здатності лівого шлуночка, віку, ваги та статі пацієнта.

Тому метою роботи стало описати розроблену нами методику мініінвазивного багатосудинного коронарного шунтування в умовах передньої мініторакотомії з використанням штучного кровообігу та кров'яної кардіоплегії.

Матеріали та методи

З 06.07.2017 до 01.04.2019 ми прооперували 220 послідовних пацієнтів, яким провели багатосудинне коронарне шунтування в умовах передньої мініторакотомії з використанням штучного кровообігу та кров'яної кардіоплегії.

Цю методику використовували для всіх пацієнтів, які потребували ізольованого коронарного шунтування, за винятком пацієнтів з раніше перенесеними операціями на серці та пацієнтів з тотальним кальцинозом висхідної аорти (порцеляною аортою).

Загальна характеристика пацієнтів, у яких було проведено мініінвазивне багатосудинне коронарне шунтування: 193 (87,7%) чоловіків і 27 (12,3%) жінок, середній вік оперованих становив $62 \pm 9,9$ (від 31 до 86) років. Середній індекс маси тіла - $30,1 \pm 4,2$ (від 19,8 до 47,8). Фракція викиду лівого шлуночка становила $51,3 \pm 9,5\%$ (від 15 до 70). Всього було 17 па-

Introduction

Median sternotomy is a standard surgical approach for the most cardiac operations including coronary artery bypass surgery [1]. Less invasive methods of coronary bypass surgery through thoracotomy did not receive widespread use among cardiac surgeons [2,3,4]. The main obstacles are the technical complexity of the proposed methods, longevity of procedures, complex technologies, long learning curve and the need for selection of patients [5,6,7,8].

Continuous progress in the various directions of minimally invasive cardiac surgery offers new opportunities for the improvement of minimally invasive multivessel coronary artery bypass [9,10,11,12], which were used during the development of the described method. We routinely use the technique we developed, regardless of the number of shunts, the quality and location of the coronary arteries, the ejection fraction of the left ventricle, the age, weight and gender of the patient. Thus, the aim is to describe our technique of minimally invasive multivessel coronary artery bypass grafting through the left anterior minithoracotomy using cardiopulmonary bypass and blood cardioplegia.

Materials and methods

From 6 July 2017 to 1 April 2019, we operated 220 consecutive patients from Diagnostic and Treatment Center For Children And Adults Of The Dobrobut Medical Network (Kyiv, Ukraine) (approval by an bioethics committee # 2, 26.07.2018) in whom we performed minimally invasive multivessel coronary artery bypass grafting via left anterior minithoracotomy using cardiopulmonary bypass and blood cardioplegia.

This technique was used for all patients who required isolated coronary artery bypass grafting, with the exception of patients with previous cardiac surgery and patients with total ascending aortic calcinosis (porcelain aorta).

There were 193 (87.7%) men and 27 (12.3%) women, with an average age of 62 ± 9.9 (31 to 86 years). The average body mass index is 30.1 ± 4.2 (from 19.8 to 47.8). The left ventricular ejection fraction was $51.3 \pm 9.5\%$ (15 to 70). A total of 17 patients with an ejection fraction of less than 30%. Informed consent was obtained from each patient.

Таблиця 1. Доопераційні показники пацієнтів (n=220)

Вік, роки	62 ± 9.9 (31 - 86)*
Чоловік / Жінок, n (%) / n (%)	193 (87.7%) / 27 (12.3%)
Вага, кг	88.9 ± 14.9 (54 - 160)*
Двосудинне коронарне ураження, n (%)	61 (27.7%)
Трисудинне коронарне ураження, n (%)	159 (72.3%)
Цукровий діабет, n (%)	68 (30.9%)
Фракція викиду лівого шлуночка, %	51.7 ± 9.1 (15 - 70)

*Дані представлені як mean ± SD (min - max).

цієнтів з фракцією викиду менше 30%. Інформовану згоду отрималт у кожного пацієнта.

Передопераційні показники наведені в табл. 1.

Передопераційна підготовка – стандартний для кардіохірургічного втручання набір обстежень та аналізів. Додатково, комп'ютерна томографія (Toshiba Astelion CT) всієї аорти та магістральних гілок планово проводили для кожного пацієнта. За даними комп'ютерної томографії планувався спосіб підключення штучного кровообігу. Аорта та магістральні артерії оцінювали щодо атеросклерозу. Венозні судини оцінювали щодо вроджених аномалій і тромбозів.

Всім пацієнтам в післяопераційному періоді були надані рекомендації пройти планові огляди кардіолога в шестимісячному терміні (велоергометрію та КТ-шунтографію).

Цифрові дані в тексті та таблицях представлені як середнє арифметичне ± одне стандартне відхилення (мінімальне, максимальне значення) або як кількість (відсотки).

Методика операції

Операції виконували в умовах стандартної для кардіохірургічних втручань загальної анестезії. Вентиляцію легень проводили за допомогою наркозно-дихального апарата (Heinen Lovenstein Leon plus). Однолегенева вентиляція легень забезпечувалася використанням двопробитної ендобронхіальної трубки або однопробитної трубки в поєднанні з бронхоблокатором. У всіх пацієнтів проводилася черезстравохідна ехокардіографія. Всі катетеризації центральних вен виконували в умовах ультразвукової візуалізації (апарат УЗД GE Vivid IQ). У пацієнтів з площею поверхні тіла понад 2.0 м² додатково до катете-

ризації внутрішньої яремної вени виконувалася її канюляція канюлею Medtronic (USA) DLP Femoral Arterial Cannula 17 Fr для забезпечення адекватного венозного дренажу під час штучного кровообігу.

Позиція пацієнта на операційному столі була лежачи на спині з ротацією верхньої частини корпусу вправо на 30 градусів. Для цього використовували надувний валик з розміщенням під лівою частиною грудної клітки.

Зазвичай для підключення штучного кровообігу використовувалися праві стегнові артерія та вена. Через невеликий 2,5 см розріз проводили експозицію передніх поверхней артерії та вени, та накладалися кисетні шви з допомогою поліпропіленової нитки 5-0. В зв'язку з наявністю вираженого атеросклерозу черевної аорти з пристінковими тромбами в чотирьох випадках була канюльована права аксиллярна артерія. У п'яти випадках для артеріальної канюляції була використана ліва стегнова артерія при незадовільній якості правої стегнової артерії. Вводився гепарин (300 U/kg) з досягненням цільового значення АКТ більше 400с.

Для канюляції за методом Сельдінгера використовували артеріальні канюлі EOPA 18-20 Fr (Medtronic) або Fem-Flex II 16 Fr (Edwards) та венозні канюлі Bio-Medicus multi-stage femoral venous cannula 25 Fr або Bio-Medicus One-Piece femoral venous cannula 21 Fr (Medtronic). Проведення провідників в праве передсердя при венозній канюляції контролювали за допомогою апарату УЗД GE Vivid IQ та черезстравохідного датчика GE 6Tc-RS Probe (TEE).

У всіх пацієнтів доступом до серця була передня торакотомія зліва в четвертому міжреберному проміжку з довжиною шкірного розрізу 5 – 8 см (рис. 1). У жінок розріз шкіри проводили під молочною залозою зліва. В

Table 1. Patient preoperative characteristics (n = 220)

Age, years	62 ± 9.9 (31 - 86)*
Male / Female, n (%) / n (%)	193 (87.7%) / 27 (12.3%)
Weight kg	88.9 ± 14.9 (54 - 160)*
Double-vessel coronary lesion, n (%)	61 (27.7%)
Triple-vessel coronary lesion, n (%)	159 (72.3%)
Diabetes mellitus, n (%)	68 (30.9%)
Fraction of left ventricular ejection, %	51.7 ± 9.1 (15 - 70)

* mean ± SD (min - max).

Patient preoperative characteristics are shown in Table. 1

Preoperative investigations were done as for standard cardiac surgery intervention. Additionally, a computer tomography scanning (Toshiba Astelion CT) of the whole aorta and major branches was performed for each patient. According to the CT imaging data, a site for peripheral cannulation was planned. Aorta and major arteries were evaluated for atherosclerosis. Veins were evaluated for congenital anomalies and thrombosis.

All patients were advised to undergo planned cardiologist examinations in a six-month period (bicycle ergometry and CT shuntography).

The digital data in the text and tables is presented as arithmetic mean ± one standard deviation (minimum, maximum value) or as the number (percent).

Surgical methods

Standard general anesthesia for cardiac surgery was performed. Lung ventilation was performed using anesthetic respiratory apparatus (Heinen Lovenstein Leon plus). Single-pulmonary ventilation was provided by the use of a double-lumen endobronchial tube or a single-lumen tube in conjunction with an endobronchial blocker. All patients had transesophageal echocardiography. All central vein catheterization was performed with ultrasound imaging (GE Vivid IQ). An additional cannulation of the internal jugular vein with Medtronic (USA) DLP Femoral Arterial Cannula 17 Fr was done to provide adequate venous drainage in patients with a body surface area of more than 2.0 m².

Patients were placed in supine position and the upper body was rotated at 30° to the right

by inflatable roller placed under the left part of the chest.

Usually the right femoral artery and vein were used for cardiopulmonary bypass. Small 2.5 cm incision in the groin was made. Anterior surfaces of the femoral artery and veins were exposed, and the purse-string sutures were done using polypropylene filament 5-0. The right axillary artery was cannulated in four cases because of severe atherosclerosis with thrombosis of the abdominal aorta. In five cases, the left femoral artery was used due to poor quality of the right femoral artery. The activated clotting time was kept > 400 sec after systemic heparinization (300 U/kg).

Arterial cannula EOPA 18-20 Fr (Medtronic) or Fem-Flex II 16 Fr (Edwards) and venous cannula Bio-Medicus multi-stage femoral venous cannula 25 Fr or Bio-Medicus One-Piece femoral venous cannula 21 Fr (Medtronic) were used for cardiopulmonary bypass. The location of the guidewires and cannulas in the right atrium during venous cannulation was controlled by GE Vivid IQ ultrasound and the GE 6Tc-RS Probe (TEE) transducer.

Left anterior thoracotomy with a length of skin incision of 5 to 8 cm was performed in all patients (Fig. 1). In women, skin incision was carried out under the left mammary gland. The left internal thoracic artery was harvested through the thoracotomy approach, using the Delacroix Chevalier or TSI retractor and the long instruments (DeBakey 35 cm tweezers and Bowa ARC 303 diathermic scalpel with blunt attachment of 15 cm) (Fig. 2). Cardiopulmonary bypass began during the left mammary artery proximal segment harvesting. Heart decompression facilitated visualization of the artery. Under conditions of the same access and retractors, but with the help of longer

Таблиця 2. Операційні та післяопераційні показники (n=220)

Середня кількість дистальних анастомозів	3.37 ± 0.68 (2 - 5)*
Ліва внутрішня мамарна артерія, n (%)	206 (93,6%)
Права внутрішня мамарна артерія, n (%)	4 (1,8%)
Променева артерія, n (%)	37 (16,8%)
Вени, n (%)	193 (87,7%)
Час перетиснення аорти, хв, mean ± SD	70,7 ± 18,7 (31 - 146)*
Час штучного кровообігу, хв, mean ± SD	137,5 ± 31,9 (71 - 339)*
Загальний час операції, хв, mean ± SD	261 ± 50,26 (145 - 590)*
Перебування в палаті інтенсивної терапії, дні	2.3 ± 1.2 (1-5)*
Перебування в лікарні, дні	6 ± 1,5 (3 - 12)*

* mean ± SD (min - max).

умовах торакотомного доступу за допомогою ретрактора Delacroix Chevalier або TSI та довгих інструментів (пінцет DeVakey 35 cm та діатермічний скальпель Wova ARC 303 з тупою насадкою 15 cm) виділяли ліву внутрішню мамарну артерію (рис. 2). Штучний кровообіг розпочинався під час виділення проксимального сегмента лівої мамарної артерії, оскільки декомпресія серця полегшувала візуалізацію артерії. В умовах цього ж доступу та ретракторів, але з допомогою довгих інструментів виділяли за потреби праву внутрішню мамарну артерію (чотири випадки).

Одночасно з канюляцією стегових судин, торакотомією та виділенням лівої мамарної артерії проводили виділення венозних кондуїтів і/або радіальної артерії.

Розріз перикарда проводили від верхівки серця до брахіоцефального стовбура. В ділянці верхівки перикард розрізали Т-подібно. Висхідну аорту мобілізували циркулярно в місті перетиснення аортальним затискачем Chitwood (Geister Medizintechnik GmbH), який вводили в операційну рану через окремий порт в 2 міжребер'ї посередині між передньою аксилярною лінією та середньою підключковою лінією.

У всіх пацієнтів використовували антеградну кров'яну гіперкаліємічну холодову кардіоплегію. В умовах кардіоплегованого серця нашивали дистальні коронарні анастомози, використовуючи стандартну техніку коронарних анастомозів і стандартні коронарні інструменти.

Щоб поліпшити експозиції коронарних артерій у місці нашиття анастомозів, використовували три тасьми, які підводили під нижню порожнисту вену, під ліві легеневі вени та під аорту.

Середня дистанція від шкіри до зони дистальних анастомозів становила 6 см (від 4 до 9 см).

Проксимальні анастомози між висхідною аортою та венозними кондуїтами нашивали в умовах паралельної перфузії. При використанні радіальної артерії або двох мамарних артерій використовували методику Т-шунта.

Штучний кровообіг відключали після контролю гемостазу та в умовах дволегеневої вентиляції. Місце порта для затискача на аорту використовували для проведення дренажу.

Результати

В це дослідження ввійшли всі пацієнти, яких оперували за методикою мініінвазивного коронарного шунтування в нашій інституції. Всього було прооперовано 220 послідовних пацієнтів. Один хірург провів всі операції. Операційні та післяопераційні показники наведені в табл. 2. Всім пацієнтам була виконана повна реваскуляризація міокарда. Конверсій до серединної стернотомії не було. Кількість шунтів становила від 2 до 5, в середньому - $3 \pm 0,66$ на пацієнта. Для шунтування використовували такі кондуїти: ліва внутрішня мамарна артерія була використана у 206 (93,6%) пацієнтів, права внутрішня мамарна артерія – у 4 пацієнтів (1,8%), радіальна артерія – у 37 (16,8%) пацієнтів, венозні кондуїти використовувались – у 193 (87,7%) пацієнтів, повна артеріальна реваскуляризація виконана 29 (13,2%) пацієнтам.

Час перетиснення аорти становив від 31 хв до 146 хв, у середньому $70,7 \pm 18,7$ хв. Загальний час штучного кровообігу становив від 71 хв до 339 хв, у середньому $137,5 \pm 31,9$ хв. Загальний час операції – від 145 хв до 590 хв, у середньому $261 \pm 50,26$ хв.

Table 2. Operative and Postoperative indicators (n = 220)

Average number of distal anastomosis	3.37 ± 0.68 (2 - 5)*
Left internal mammary artery, n (%)	206 (93,6%)
Right internal mammary artery, n (%)	4 (1,8%)
Radial artery, n (%)	37 (16,8%)
Vein, n (%)	193 (87,7%)
Cross clamp time, min, mean ± SD	70,7 ± 18,7 (31 - 146)*
Time of artificial blood circulation, min, mean ± SD	137,5 ± 31,9 (71 - 339)*
Total operation time, min, mean ± SD	261 ± 50,26 (145 - 590)*
Stay in the intensive care room, days	2.3 ± 1.2 (1-5)*
In-hospital days (mean ± std)	6 ± 1,5 (3 - 12)*

* mean ± SD (min – max).

instruments in selected patients right internal thoracic artery was harvested (four cases).

The venous conduits and/or radial artery were harvested simultaneously.

The pericardial incision was performed from the heart apex to the brachiocephalic trunk and T-shaped cut was made in the apical part of the pericardium. The ascending aorta was mobilized circularly in the place of Chitwood-clamp application (Geister Medizintechnik GmbH), which was inserted into the surgical wound through a separate port in the 2nd intercostal space in the middle between the midclavicular and anterior axial line.

Antegrade high-potassium cold blood cardioplegia was performed in all patients. Distal coronary anastomosis were performed using standard anastomotic techniques and standard coronary instruments.

To improve coronary artery exposures at the site of anastomosis, three tapes which encircled the inferior vena cava, left pulmonary veins and the aorta were used. The average distance from the skin to the area of distal anastomosis was 6 cm (from 4 to 9 cm).

Proximal anastomosis between the ascending aorta and venous conduits were stitched using side-biting aortic clamp during cardiopulmonary bypass. Radial artery or right mammary artery were always connected to left mammary artery using T-shunt technique.

The pump was disconnected as usual. The aortic clamp port was used for drainage tube insertion.

Results

This study included all patients who were operated with method of minimally invasive coronary artery bypass surgery in our institution within the above mentioned period. A total of 220 consecutive patients were operated. All the operations were performed by one surgeon. Operative and postoperative characteristics are outlined in Table 2. All patients had complete coronary revascularization. There was no conversion to median sternotomy. The number of grafts ranged from 2 to 5, on average - 3 ± 0.66 per patient. Different conduits were used for grafting: the left internal mammary artery was applied in 206 (93.6%) patients, right internal mammary artery - in 4 patients (1.8%), radial artery - in 37 (16.8%) patients, venous conduits were used - in 193 (87.7%) patients, complete arterial revascularization was performed in 29 (13.2%) patients.

The time of aortic clamping ranged from 31 minutes to 146 minutes, on average 70.7 ± 18.7 minutes. The total time of cardiopulmonary bypass ranged from 71 minutes to 339 minutes, on average 137.5 ± 31.9 minutes. Total time of operation - from 145 minutes to 590 minutes, on average $261 \pm 50,26$ minutes.

There was no hospital and 30-day mortality. No postoperative myocardial infarcts were diagnosed. No infectious wound complications were observed. Postoperative bleeding required reoperation was performed in two patients. One case of seroma was observed in the area of femoral cannulation, healed conservatively. Two postoperative strokes have been diagnosed without residual neurological deficits. The time for cardiopulmonary bypass was 2.6 ± 1.4 hours

Не було госпітальної та 30-денної летальності. Не було діагностовано післяопераційних інфарктів. Не спостерігалось інфекційних раневих ускладнень. З приводу післяопераційної кровотечі проводили ревізію рани у двох пацієнтів. Спостерігали один випадок сероми в ділянці канюляції стегнових судин, купований консервативним шляхом. Діагностовано два післяопераційні інсульти без залишкових неврологічних дефіцитів. Час штучної вентиляції легень у середньому становив 2.6 ± 1.4 годин. Перебування в палаті інтенсивної терапії становило 2.3 ± 1.2 доби. Загальний час перебування пацієнтів у клініці становив 6 ± 1.54 доби. Загальний час перебування пацієнтів у клініці зменшився з 7.0 ± 1.4 (від 4 до 11) днів в перших 30 пацієнтів до 5.9 ± 1.5 днів (від 3 до 7) днів в останніх 190 пацієнтів ($p=0.009$).

Обговорення

Розроблена нами методика мініінвазивного коронарного шунтування [13,14] дає змогу проводити повну реваскуляризацію міокарда в умовах лівої передньої торакотомії практично у всіх пацієнтів з мультисудинним ураженням коронарних артерій. Це є найголовнішою перевагою описаної методики порівняно з іншими методиками мініінвазивного коронарного шунтування, які були розроблені та впроваджені раніше [3,4,6,15,16].

Починаючи з кінця 90-х років, було розроблено та впроваджено декілька методик багатосудинного мініінвазивного коронарного шунтування. Найвідомішими з них є методика PORT ACCESS CABG [3], впроваджена в 1996 році розробниками Станфордського університету, та методика MICS CABG [6], впроваджена J.McGinn в 2005 році. Представлені методики, незважаючи на ранній ентузіазм хірургів, не отримали широкого розповсюдження через високу технічну складність і велику тривалість операції. Важливими лімітуючими чинниками стали специфічні судинні та емболічні ускладнення при використанні системи PORT ACCESS [3,6]. Відносними чи абсолютними протипоказаннями до застосування вищезгаданих методик були: серцева недостатність, ургентна операція, низька скоротлива функція лівого шлуночка, погана якість коронарних судин, надлишкова вага та ін. [1,3,6]. Високі вимоги до селекції пацієнтів зменшила ентузіазм хірургів до впровадження цих методик. Згідно з опублікованими даними, лише

декілька клінік у світі сьогодні проводять мініінвазивне багатосудинне коронарне шунтування [6]. Сумарний опублікований світовий досвід проведених операцій не перевищує 2 000 випадків за останні 10 років [6,17]. Для порівняння, тільки в Європі проводиться щороку близько 500 000 операцій коронарного шунтування [9]. Очевидно, що мініінвазивне багатосудинне коронарне шунтування за описаними методиками [3, 4, 6] має значні недоліки або обмеження методу. Нашим завданням було розробити методику, яка доступна до застосування у більшості хворих, що потребують коронарного шунтування. Також нова методика має дотримуватися основних сучасних принципів коронарної хірургії, якими є: повна реваскуляризація міокарда, використання артеріальних кондуїтів, безпечність процедури, мінімальний ризик ускладнень.

Отже, порівняно з методикою PORT ACCESS CABG [3] ми не використовуємо складні технологічні пристрої для забезпечення штучного кровообігу і для перетиснення аорти (ендобалон), що робить операцію більш контрольованою і не перешкоджає маніпуляціям з висхідною аортою. Ми не відмовляємо при ураженнях стегнових артерій чи черевної аорти, оскільки в нашій методиці можливе використання аксиллярної артерії для підключення штучного кровообігу.

На відміну від методики J.McGinn MICS CABG [6] – коронарного шунтування на працюючому серці у умовах передньо-латеральної торакотомії в 5-му міжребер'ї, ми оперуємо на кардіоплегованому серці через 4-те міжребер'я. Кардіомегалія та знижена фракція викиду лівого шлуночка не є протипоказанням до нашої операції, оскільки серце не наповнене. Також нашиття анастомозів на зупиненому серці – це технічно легше завдання, тому артерії поганої якості не є протипоказанням до нашої методики.

Згідно з методикою V.Gulielmos et al. [4], торакотомію проводить у 3 міжребер'ї з резекцією ребра, що є косметологічним дефектом, а також доступ в 3 міжребер'ї незастосовний у жінок. В умовах цього доступу є обмеження щодо можливості шунтування артерій задньої стінки лівого шлуночка, що є обмеженням методу і причиною селекції пацієнтів, чого немає у нашій методиці.

in average. Staying in the intensive care unit was 2.3 ± 1.2 days. The total hospital time was 6 ± 1.54 days. The total hospital stay decrease from 7.0 ± 1.4 (from 4 to 11) days in the first 30 patients to 5.9 ± 1.5 days (3 to 7) days in the last 190 patients ($p = 0.009$).

Discussion

The technique of minimally invasive coronary bypass surgery developed by us [13,14] makes it possible to perform a complete coronary revascularization through the left anterior thoracotomy for almost all patients with multi-vessel coronary artery disease. This is the main advantage of the described method in comparison with other techniques of minimally invasive coronary artery bypass surgery, which were developed and implemented earlier [3,4,6,15,16].

Since the late 1990s, several techniques have been developed and implemented for minimally invasive multivessel coronary artery bypass grafting. The most famous of them is the PORT ACCESS CABG [3] method, introduced in 1996 by developers from Stanford University, and the MICS CABG [6] method, introduced by J.McGinn in 2005. Despite the early enthusiasm of surgeons, presented techniques had not become widespread because of the high technical complexity and long duration of the operation. The important limiting factors were specific vascular and embolic complications when using the PORT ACCESS system [3,6]. Relative or absolute contraindications of these methods were: heart failure, urgent surgery, low contractile left ventricular function, poor quality of coronary vessels, overweight, etc. [1,3,6]. Most patients were considered not appropriate for these procedure, so high selection of patients further reduced the enthusiasm of surgeons for the implementation of these techniques. According to published data, only a few clinics in the world today carry out minimally invasive multivessel coronary artery bypass surgery [6]. The total published world experience of performed operations does not exceed 2 000 cases in the last 10 years [6,17]. For comparison, only in Europe there are about 500,000 coronary bypass surgery each year [9]. It is obvious that minimally invasive multivessel coronary artery grafting by described methods [3, 4, 6] has significant drawbacks and limitations. Our task was to develop a method that is available for

use in most patients requiring coronary bypass surgery. Also, the new technique should adhere to the basic modern principles of coronary surgery, which are: complete revascularization, use of arterial conduits, safety of procedure, minimal risk of complications.

Compared to PORT ACCESS CABG [3], we do not use complicated technological devices to provide cardiopulmonary bypass. We don't use endoballoon for clamping the aorta, because it interferes with aortic manipulations. We do not exclude patients with disease of the femoral arteries or abdominal aorta, since in our method, axillary artery inflow can be used for cardiopulmonary bypass.

In contrast to J.McGinn MICS CABG [6] technique, which is coronary bypass surgery on the working heart through anterior-lateral thoracotomy in the 5th intercostal space, we operate on the cardioplegic heart through the 4th intercostal space. Cardiomegaly and decrease left ventricular ejection fraction are not contraindications to our operation, because the heart is empty. Also, sewing of anastomoses on a stopped heart is a technically easier process, therefore, poor quality arteries are not a contraindication to our methodology.

According to the method of V.Gulielmos et al. [4], thoracotomy is carried out in the 3 intercostal space with resection of the rib, which is a cosmetic defect. As well, access to the 3 intercostal space is not applicable in women. Also, with V.Gulielmos method there is a limitation in the possibility of bypassing the arteries of the posterior wall of the left ventricle. All this limitations of the method require the selection of patients.

The most important advantage of the technique of minimally invasive multivessel coronary artery bypass grafting compared to standard techniques through sternotomy is, of course, the absence of a sternum wound and associated complications - osteomyelitis of the sternum and aseptic divergence of the sternum [10]. The lack of sternotomy makes it possible to conduct more early postoperative rehabilitation, which involves patient mobilization and active respiratory gymnastics using the "Triflo" breathing simulator. We did not advise the limitation the movements of the upper limbs,

Найважливіша перевага методики мініінвазивного багатосудинного коронарного шунтування порівняно зі стандартними методиками з використанням стернотомії – це, звичайно, відсутність розрізу грудини та пов'язаних з розрізом грудини ускладнень – остеомієліт грудини й асептичне розходження грудини [10]. Відсутність стернотомії дає змогу активніше проводити ранню післяопераційну реабілітацію, яка охоплює мобілізацію пацієнта й активну дихальну гімнастику з використанням дихального тренажеру Triflo. У післяопераційних рекомендаціях нашим пацієнтам, які рутинно вручаємо їм як пам'ятку після завершення лікування в стаціонарі, ми не надавали застереження щодо обмеження рухів верхніх кінцівок, тулуба та плечового поясу. Також немає обмеження щодо підйому тяжких предметів протягом перших двох місяців, як ми це звично робимо при використанні серединної стернотомії.

Будь-яка нова хірургічна методика має пройти оцінку безпечності та ефективності порівняно з загальноприйнятими методиками. Існує порівняльна оцінка окремих видів мініінвазивних коронарних втручань з операціями в умовах серединної стернотомії. Однакова ефективність методів доведена в роботах Diegeler [2] і Lapiere et al. [5]. Ми розділяємо таку позицію. В нашій серії послідовних пацієнтів не зафіксовано післяопераційних інфарктів міокарда чи ускладнень ішемічного генезу.

Прикінцеві зауваження

Це дослідження є дослідженням одного кардіохірургічного центру з ретроспективним

аналізом процедур на основі проспективного ведення бази даних всіх пацієнтів, яким провели мініінвазивне коронарне шунтування. Враховуючи, що це досвід одного хірурга, результати роботи є важливими з погляду дотримання технічних моментів виконання операції. Разом з тим узагальнення з висновків можуть мати обмежене застосування. Впровадження цієї методики в інших кардіохірургічних центрах і проведення мультицентрового дослідження дадуть відповідь на питання реального внеску мініінвазивного коронарного шунтування в розвиток коронарної хірургії. Головна ціль такого дослідження – оцінити безпосередні результати та безпечності застосованої й описаної методики коронарного шунтування, яка розширює можливості хірургічної реваскуляризації міокарда в умовах лівої передньої торакотомії.

Отримані результати дозволяють дійти висновків: мініінвазивне коронарне шунтування в умовах передньої торакотомії – ефективний і безпечний методом хірургічної реваскуляризації міокарда. Методика дає змогу провести повну реваскуляризацію міокарда незалежно від кількості шунтів, фракції викиду лівого шлуночка, якості та розміру коронарних судин, віку пацієнтів. Як кондуїти можуть використовуватися обидві мамарні артерії, променева артерія, вени нижніх кінцівок.

Література/References

1. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. Oxford University Press (OUP); 2014 Aug 29;35(37):2541–619. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehu278>.
2. Diegeler A. The revival of surgical treatment for isolated proximal high grade LAD lesions by minimally invasive coronary artery bypass grafting. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. Oxford University Press (OUP); 2000 May 1;17(5):501–4. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s1010-7940\(00\)00400-0](http://dx.doi.org/10.1016/s1010-7940(00)00400-0).
3. Groh M.A., Sutherland S.E., Burton H.G., Johnson A.M., Ely S.W. Port-access coronary artery bypass grafting: technique and comparative results. *The Annals of Thoracic Surgery*. Elsevier BV; 1999 Oct;68(4):1506–8. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0003-4975\(99\)00949-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0003-4975(99)00949-2).
4. Gulielmos V., Brandt M., Knaut M., Cichon R., Wagner F.M., Kappert U., et al. The Dresden approach for complete multivessel revascularization. *The Annals of Thoracic Surgery*. Elsevier BV; 1999 Oct;68(4):1502–5. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0003-4975\(99\)01032-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0003-4975(99)01032-2).
5. Lapiere H., Chan V., Sohmer B., Mesana T.G., Ruel M. Minimally invasive coronary artery bypass grafting via a small thoracotomy versus off-pump: a case-matched study. *European Journal of Cardio-Thoracic*

trunk and shoulders in the postoperative recommendations to our patients. There is also no limit to the lifting of heavy objects during the first two months, as we usually do with median sternotomy.

Any new surgical technique should be evaluated for safety and efficacy in comparison with generally accepted techniques. There is a comparative evaluation of some types of minimally invasive coronary interventions with operations through median sternotomy. Equivalence of methods is proved in Diegeler [2] and Lapierre et al. [5]. We share this position. In our series of non-selected consecutive patients, no postoperative myocardial infarction or ischemic complications have been reported.

Study limitations

This study is research of a single cardiac surgery center with a retrospective analysis of procedures based on a prospective database of all patients undergoing minimally invasive multivessel coronary bypass surgery. This is the experience of one surgeon. The introduction of this technique in other cardiac surgery centers

and providing of a multicentre study will answer the question of the real contribution of minimally invasive coronary artery bypass surgery in the progress of coronary surgery. The main objective of this study is to evaluate the immediate results and safety of the applied and described technique of coronary artery bypass surgery, which expands the possibilities of surgical revascularization through the left anterior thoracotomy.

Conclusions

Minimally invasive coronary artery bypass grafting through the left anterior thoracotomy is an effective and safe method of surgical revascularization of the myocardium. The method allows to perform the complete coronary revascularization regardless of the number of grafts, the left ventricular ejection fraction, the quality and size of the coronary vessels and the age of the patients. Different conduits may be used with this method including both mammary arteries, radial artery, veins of the lower extremities.

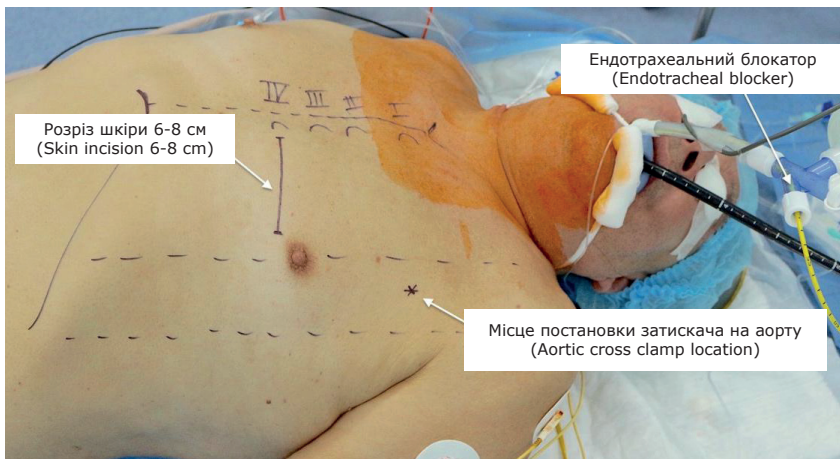


Рис.1. Положення пацієнта на операційному столі та планування місця доступу
Fig.1. Patient position and planning of the surgical approach

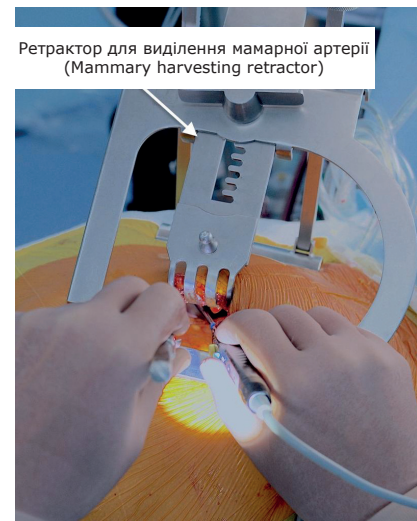


Рис. 2. Виділення лівої мамарної артерії.
Fig. 2. Left internal mammary artery harvesting.

- Surgery. Oxford University Press (OUP); 2011 Mar 9; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2011.01.066>.
6. McGinn J.T., Usman S., Lapierre H., Pothula V.R., Mesana T.G., Ruel M. Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting: Dual-Center Experience in 450 Consecutive Patients. *Circulation*. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health); 2009 Sep 14;120(11_suppl_1):S78–S84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.108.840041>.
 7. Raja S.G., Benedetto U., Alkizwini E., Gupta S., Amrani M. Propensity Score Adjusted Comparison of MIDCAB Versus Full Sternotomy Left Anterior Descending Artery Revascularization. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*. SAGE Publications; 2015;10(3):174–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/imi.0000000000000162>.
 8. Rogers C.A., Pike K., Angelini G.D., Reeves B.C., Glauber M., Ferrarini M., et al. An open randomized controlled trial of median sternotomy versus anterolateral left thoracotomy on morbidity and health care resource use in patients having off-pump coronary artery bypass surgery: The Sternotomy Versus Thoracotomy (STET) trial. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Elsevier BV; 2013 Aug;146(2):306–316.e9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.04.020>.
 9. Head S.J., Kieser T.M., Falk V., Huysmans H.A., Kappetein A.P. Coronary artery bypass grafting: Part 1--the evolution over the first 50 years. *European Heart Journal*. Oxford University Press (OUP); 2013 Oct 1;34(37):2862–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/eh330>.
 10. Head S.J., Borgermann J., Osnabrugge R.L.J., Kieser T.M., Falk V., Taggart D.P., et al. Coronary artery bypass grafting: Part 2--optimizing outcomes and future prospects. *European Heart Journal*. Oxford University Press (OUP); 2013 Oct 1;34(37):2873–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/eh284>.
 11. Kikuchi K., Mori M. Less-invasive coronary artery bypass grafting international landscape and progress. *Current Opinion in Cardiology*. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health); 2017 Nov;32(6):715–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/hco.0000000000000461>.
 12. Culler S.D., Kugelmass A.D., Brown P.P., Reynolds M.R., Simon A.W. Trends in Coronary Revascularization Procedures Among Medicare Beneficiaries Between 2008 and 2012. *Circulation*. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health); 2015 Jan 27;131(4):362–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.114.012485>.
 13. Babliak O.D., Demianenko V.M., Melnyk E.A., Revenko K.A., Pidhayna L.V., Stohov O.S. Miniinvasive multivessel coronary grafting through left anterior thoracotomy. *UMJ Heart & Vessels*. Publishing Company VIT-A-POL; 2018 May 18;0(1):65–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.30978/hv2018165>.
 14. Babliak O.D., Demianenko V.M., Melnyk E.A., Revenko K.A., Pidhayna L.V., Stohov O.S. Minimally invasive multivessel coronary artery bypass grafting: analysis of early results and mastery of technique. *Herald of Cardiovascular Surgery*; 2018 Nov 30; 4(33):18–21.
 15. Guo M.H., Rodriguez M.L., Ruel M. Minimally invasive cardiac surgery coronary artery bypass grafting (MICS CABG): a review of technique and literature. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Springer Nature; 2017 Nov 20;34(S2):86–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s12055-017-0614-y>.
 16. Puskas J.D., Halkos M.E., DeRose J.J., et al. Hybrid coronary revascularization for the treatment of multivessel coronary artery disease: a multicenter observational study. *J Am Coll Cardiol* 2016; 68:356–365.
 17. Rodriguez, M., Lapierre, H., Sohmer, B. and Ruel, M. Repeat Revascularization After Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*;2017 Jul/Aug; 12(4);269-274.

УДК 616.127-06:616.124.2-007.63

Left ventricular non-compaction cardiomyopathy

Oryshchyn N., Ivaniv Yu.

*Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv,
Ukraine*

Introduction. Left ventricular non-compaction (LVNC) is a rare form of cardiomyopathy, congenital defect of the intrauterine process of ventricular embryogenesis. The main feature of this pathology is an existence of prominent trabeculations in the left ventricle and deep intertrabecular recesses. The pathological structure of the myocardium leads to its dilatation and dysfunction, heart failure symptoms, embolic episodes and arrhythmia.

The aim of the manuscript is to present a spectrum of clinical manifestations of left ventricular non-compaction (LVNC).

Materials and methods Patients were diagnosed and treated in The Lviv Centre of Cardiology. Two of them were admitted for heart failure symptoms, in one patient with dysrhythmia and left bundle brunch block (LBBB); and one patient had non-specific chest pain. Cardiac imaging with echocardiography and MRI were performed.

Results. Echocardiography revealed criteria of LVNC in all patient, in two of them the diagnosis was confirmed by cardiac MRI. Patients with heart failure symptoms were managed with optimal medical therapy, CRT-D has been implanted in patient with LBBB. Asymptomatic patient is under follow-up.

Conclusions. LVNC is a cardiomyopathy with distinct echocardiographic and MRI-features and wide spectrum of clinical presentations. The prognosis in case of LVNC is serious due to systolic LV dysfunction, cardiac arrhythmia and embolic events. Echocardiography is a diagnostic tool to identify LVNC, cardiac MRI confirms the diagnosis of LVNC if echocardiography data is insufficient.

Disclosures. No conflicts of interest, financial or otherwise, are declared by the authors.

Author contribution. Nelya Oryshchyn drafted manuscript; Yuriy Ivaniv edited and revised manuscript.

Key words: Cardiac MRI, compaction, echocardiography, heart chambers, myocardial layers, noncompaction cardiomyopathy, systolic dysfunction

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2019.01.07

For correspondence:

69, Pekarska St., Lviv, 79010
E-пoштa: oryshchyn_n@yahoo.com

Received: Feb 2, 2019

Accepted: Mar 12, 2019

Published online: Jun 7, 2019



© Nelya Oryshchyn,
Yuriy Ivaniv, 2019

ORCID IDs

Nelya Oryshchyn

<https://orcid.org/0000-0003-3758-9181>

Yuriy Ivaniv

<https://orcid.org/0000-0002-2153-9262>

Disclosures. The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Author Contributions:

Conceptualization: *N. Oryshchyn.*

Data curation: *N. Oryshchyn.*

Writing - original draft: *N. Oryshchyn.*

Writing - review & editing: *Yu. Ivaniv.*