

Державна установа «Національний інститут серцево-судинної хірургії
імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України»

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика

ГО «Асоціація серцево-судинних хірургів України»



UKRAINIAN JOURNAL OF CARDIO- VASCULAR SURGERY

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ
СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ХІРУРГІЇ

2025, том 33, No 2

Наукове видання

Засновник і видавець:

Державна установа «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України»

Співзасновники (за договором):

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика
Асоціація «Серцево-судинних хірургів України»

Головний редактор:

В. В. Лазоришинець,
академік НАМН України,
член-кореспондент НАН України,
д-р мед. наук, проф.

Редакційна колегія:

А. В. Руденко, заступник головного редактора (Київ)
Л. В. Кулик, заступник головного редактора (Львів)
О. Д. Бабляк (Київ)
J. Białkowski (Польща)
Р. М. Вітовський (Київ)
О. К. Гогаєва (Київ)
І. М. Ємець (Київ)
А. П. Мазур (Київ)
В. Б. Максименко (Київ)
Є. А. Настенко (Київ)
О. С. Никоненко (Запоріжжя)

W. M. Novick (США)
В. В. Осауленко (Запоріжжя)
І. В. Полівенко (Харків)
В. В. Попов (Київ)
К. В. Руденко (Київ)
Н. М. Руденко (Київ)
С. А. Руденко (Київ)
С. О. Сіромаха (Київ)
М. Ю. Соколов (Київ)
Я. П. Труба (Київ)
P. Ferrazzi (Італія)
A. Weymann (Німеччина)

Редакційна рада:

Є. В. Аксьонов (Київ)
О. А. Береговий (Київ)
Н. М. Верич (Київ)
В. К. Гринь (Київ)
О. М. Довгань (Київ)
В. А. Жовнір (Київ)
В. П. Захарова (Київ)
Ю. І. Карпенко (Одеса)
А. І. Кланца (Хмельницький)
В. І. Кравченко (Київ)

І. М. Кравченко (Київ)
О. А. Крикунов (Київ)
С. В. Максименко (Дніпро)
В. Г. Мішалов (Київ)
Ю. В. Панічкін (Київ)
О. В. Руденко (Київ)
Р. І. Соскида (Ужгород)
О. С. Сточинський (Київ)
О. М. Трембовецька (Київ)
С. М. Фуркало (Київ)

Український журнал серцево-судинної хірургії

Журнал внесений до Реєстру суб'єктів у сфері медіа. Ідентифікатор медіа R30-03697. Рішення Національної ради з питань телебачення і радіомовлення № 1000 від 28.03.2024.

До травня 2019 року виходив під назвою «**Вісник серцево-судинної хірургії**» (Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 20730-10530ПР видано 08.05.2014 р. Державною реєстраційною службою України).

До 2014 року виходив під назвою «**Щорічник наукових праць Асоціації серцево-судинних хірургів України**», атестований Вищою атестаційною комісією (затверджено постановою президії ВАК України від 14 квітня 2010 р. № 1-05/3 «Про внесення періодичних наукових фахових видань до нового переліку наукових фахових видань України»).

Рекомендовано Вченою радою ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України». Протокол № 12 від 11.06.2025.

Журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата наук і доктора філософії спеціальності 0912 Medicine, категорія «А» (затверджено Наказом Міністерства освіти та науки України від 10.10.2022 № 894)

Журнал індексується у наукометричній базі Scopus.

Матеріали публікуються мовою оригіналу (українською або англійською).
Статті, що отримує редакція видання для публікації, проходять внутрішнє та зовнішнє подвійне сліпе рецензування.
Розповсюджується безкоштовно.
Електронну версію видання представлено на сайті www.cvs.org.ua, а також на сайті Національної бібліотеки імені В. І. Вернадського в розділі «Наукова періодика України».
Випусковий редактор: Н. Г. Гноєвая.

Адреса редакції: 03038, Україна, м. Київ, вул. М. Амосова, 6.
e-mail: cvs-herald@ukr.net

Підписано до друку 24.06.2024 р.
Папір крейдовий. Друк офсетний. Формат 70x100/16. Ум. друк. арк. 11,86
Тираж 150 прим.

Додрукарська підготовка та друк: ФОП ЛІВАК УЛЯНА МИХАЙЛІВНА
код ЄДРПО: 2777909568
Місцезнаходження: Україна 58000, м. Чернівці, вул. ГЕРОЇВ МАЙДАНУ
E-mail: bukovinaprint@gmail.com
Телефон: (050) 434 34 79
Свідоцтво ДК №7505 від 08.11.21.

ISSN 2664-5963 (Print)
ISSN 2664-5971 (Online)

© Державна установа «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України»
© Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика
© Асоціація «Серцево-судинних хірургів України»

National M.M. Amosov Institute of Cardiovascular Surgery National Academy
of Medical Sciences of Ukraine
Shupyk National Healthcare University of Ukraine
Association of Cardiovascular Surgeons of Ukraine



UKRAINIAN JOURNAL OF **CARDIO- VASCULAR SURGERY**

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ
СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ХІРУРГІЇ

2025, Volume 33, Number 2

Scientific edition

The founder and publisher:

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

Co-founders (under contract):

Association of Cardiovascular
Surgeons of Ukraine
Shupyk National Healthcare University
of Ukraine

Chief editor:

V.V. Lazoryshynets,
Academician of the National Academy
of Medical Sciences of Ukraine,
Corresponding Member
of the National Academy
of Sciences of Ukraine, prof.

Editorial Board:

A. V. Rudenko, deputy chief editor
L. V. Kulyk, deputy chief editor
O. D. Babliak (Kyiv)
J. Bialkowski (Poland)
R. M. Vitovsky (Kyiv)
O. K. Gogayeva (Kyiv)
I. M. Yemets (Kyiv)
A. P. Mazur (Kyiv)
V. B. Maksimenko (Kyiv)
Ye. A. Nastenka (Kyiv)
W. M. Novick (USA)
O. S. Nikonenko (Zaporizhzhia)

V. V. Osaulenko (Zaporizhzhia)
I. V. Polivenok (Kharkiv)
V. V. Popov (Kyiv)
K. V. Rudenko (Kyiv)
N. M. Rudenko (Kyiv)
S. A. Rudenko (Kyiv)
S. O. Siromakha (Kyiv)
M. Yu. Sokolov (Kyiv)
I. P. Truba (Kyiv)
P. Ferrazzi (Italy)
A. Weymann (Germany)

Editorial Committee:

Ye. V. Aksenov (Kyiv)
O. A. Beregovyy (Kyiv)
N. M. Verych (Kyiv)
V. K. Gryn (Kyiv)
O. M. Dovgan (Kyiv)
V. A. Zhovnir (Kyiv)
V. P. Zakharova (Kyiv)
Yu. I. Karpenko (Odesa)
A. I. Klantsa (Khmelnitsky)
V. I. Kravchenko (Kyiv)

I. M. Kravchenko (Kyiv)
O. A. Krykunov (Kyiv)
S. V. Maksimenko (Dnipro)
V. G. Mishalov (Kyiv)
Yu. V. Panichkin (Kyiv)
O. V. Rudenko (Kyiv)
R. I. Sosyda (Uzhgorod)
O. S. Stychynskyi (Kyiv)
O. M. Trembovetska (Kyiv)
S. M. Furkalo (Kyiv)

Ukrainian Journal of Cardiovascular Surgery

The Journal is included in the Register of Subjects in the Field of Media. Media ID R30-03697. Decision of the National Council of Ukraine on Television and Radio Broadcasting No. 1000 of March 28, 2024.

Edited under title "Cardiovascular Surgery Herald" since may 2019 (the registration certificate KB No. 20730-10530 ПП was given in 08.05.2014 by The State Registration Service of Ukraine).

Edited under title "The Yearbook of Scientific Works of Ukrainian Society of Cardiovascular Surgery" since 2014, certified by the Highest Attestation Commission (approved by the decision of the Presidium of the HAC of Ukraine of April 14, 2010 No. 1-05 / 3 "On adding of periodical scientific professional editions to the new list of scientific professional editions of Ukraine").

Recommended by the Scientific Board of National M. M. Amosov Institute of Cardiovascular Surgery National Academy of Medical Science of Ukraine. Protocol No 12 dated June 11, 2025

The Journal was included to the list of Ukrainian Scientific professional editions in which the results of doctoral thesis for PhD achievement for specialty 0912 Medicine, can be published, category «A». (approved by the order of The Ministry Of Education and Sciences of Ukraine from 10.10.2022 № 894)

The journal is indexed in the scientometric database Scopus.

All materials are published by the language of origin (Ukrainian or English).

All submitted articles are undergoing internal and external double-blind peer review.

The journal is free of charge.

Electronic version is presented at www.cvs.org.ua, as well as at the web-site of the Vernadsky National Library in department of «Scientific periodical press of Ukraine». Prepress preparation of edition: N.G. Gnoyevaya.

Address of the editorial office: 6 Amosov Street, Kyiv 03038
e-mail: cvs-herald@ukr.net

Signed for print 24.06.2024.
Offset print. Size 70x100/16. Cond. Print sheets. 11,86
Circulation 150 samples.

Manufacturer of publishing products
Individual Entrepreneur LIVAK ULIANA MYKHAILIVNA
USREOU code: 2777909568
Location: Ukraine 58000, Chernivtsi, Heroiv Maidanu Str.
E-mail: bukovinaprint@gmail.com
Telephone: (050) 434 34 79
Certificate DK No.7505 dated 08.11.21.

ISSN 2664–5963 (Print)
ISSN 2664–5971 (Online)

© National M.M. Amosov Institute of Cardiovascular Surgery National
Academy of Medical Sciences of Ukraine
© Association of Cardiovascular Surgeons of Ukraine
© Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education

ПОДІЇ, ІСТОРІЯ, ЮВІЛЕЇ

- В. В. Лазорышинець* 7
Ювілейний XXX Всеукраїнський з'їзд
серцево-судинних хірургів

ІШЕМІЧНА ХВОРОБА СЕРЦЯ

- Бабляк Д.Є., Бабляк О.Д., Яцук С.В.* 11
Коронарне шунтування в поєднанні з корекцією
мітрального клапана через мініінвазивний доступ.
Опис техніки та представлення результатів
- Evgen V. Aksenov, Artem Yu. Hladun,*
Sviatoslav A. Kalashnikov 18
Coronary Angioplasty with a Drug-Coated Balloon
Catheter in the Treatment of Acute Coronary Syndromes:
Medico-Social Perspectives and Challenges of Use
in the Setting of Diffuse Coronary Artery Lesions –
a Literature Review
- Гогаєва О.К., Руденко М.Л.* 23
Чи є місце хірургічній реваскуляризації
при гострому інфаркті міокарда?
- Калашніков С.А., Сало С.В.* 27
Вибір методики реваскуляризації міокарда
у пацієнтів старших вікових груп з гострим
коронарним синдромом без елевачії сегмента ST
- Parth Bharat Solanki, Nivedita Vadodaria,*
Smit Bharat Solanki, Hitendra Kanzaria 34
Comparative Analysis of In-Situ Left Internal
Mammary Artery and Saphenous Vein
Composite Grafts for Left Anterior Descending
Artery Revascularization:
A Propensity-Matched Study

НАБУТІ ВАДИ СЕРЦЯ

- Сенько О.Г.* 41
Особливості клінічного перебігу інфекційного
ендокардиту у дітей

ВРОДЖЕНІ ВАДИ СЕРЦЯ

- Майстрюк Г.В., Дзюрий І.В., Труба Я.П.* 47
Досвід хірургічного лікування патології
мітрального клапану у дітей

ПАТОЛОГІЯ МІОКАРДА ТА СЕРЦЕВА НЕДОСТАТНІСТЬ

- Чиж М.О., Гладких Ф.В., Лядова Т.І.,*
Матвієнко М.С., Коморовський Р.Р. 53
Метаболічні зрушення у міокарді
при адреналіновому ушкодженні та вплив
кріоекстракту серця на лактатно-піруватний обмін

EVENTS, HISTORY, ANNIVERSARIES

- Vasyl V. Lazoryshynets* 7
Jubilee 30th All-Ukrainian Congress
of Cardiovascular Surgeons

ISCHEMIC HEART DISEASE

- Dmytro Ye. Babliak, Oleksandr D. Babliak,*
Serhii V. Yatsuk 11
Coronary Artery Bypass Grafting Combined
with Mitral Valve Correction via Minimally Invasive
Approach: Technique Description and Results
- Evgen V. Aksenov, Artem Yu. Hladun,*
Sviatoslav A. Kalashnikov 18
Coronary Angioplasty with a Drug-Coated Balloon
Catheter in the Treatment of Acute Coronary Syndromes:
Medico-Social Perspectives and Challenges of Use
in the Setting of Diffuse Coronary Artery Lesions –
a Literature Review
- Olena K. Gogayeva, Mykola L. Rudenko* 23
Is There a Place for Surgical Revascularization
in Acute Myocardial Infarction?
- Sviatoslav A. Kalashnikov, Sergii V. Salo* 27
Choice of Myocardial Revascularization Strategy
in Elderly Patients with Non-ST Elevation Acute
Coronary Syndrome
- Parth Bharat Solanki, Nivedita Vadodaria,*
Smit Bharat Solanki, Hitendra Kanzaria 34
Comparative Analysis of In-Situ Left Internal
Mammary Artery and Saphenous Vein Composite Grafts
for Left Anterior Descending Artery Revascularization:
A Propensity-Matched Study

ACQUIRED HEART DISEASES

- Oleksandr H. Senko* 41
Features of the Clinical Course of Infective
Endocarditis in Children

CONGENITAL HEART DEFECTS

- Hanna V. Maistriuk, Ivan V. Dziuryi, Iaroslav P. Truba* 47
Experience of Surgical Treatment of Mitral
Valve Pathology in Children

MYOCARDIAL PATHOLOGY AND HEART FAILURE

- Mykola O. Chyzh, Fedir Vol. Hladkykh, Tetiana I. Liadova,*
Mariia S. Matvieienko, Roman R. Komorovsky 53
Metabolic Changes in the Myocardium during Adrenaline-
Induced Injury and the Effect of Heart Cryoextract
on Lactate-Pyruvate Metabolism

ПОРУШЕННЯ РИТМУ СЕРЦЯ

*Перепека Є.О., Іщенко М.С., Боднаревська Е.В.,
Кравчук Б.Б.* 62
Оцінка ступеню фіброзування лівого передсердя
у пацієнтів із різними формами
фібриляції передсердь

Тимошенко А.Ю. 70
Функція лівого передсердя. Чи можливо
передбачити результат катетерної абляції
при фібриляції передсердь?

**ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ
ІЗ СЕРЦЕВО-СУДИННОЮ ПАТОЛОГІЄЮ**

*Rizkyastari Onny, Tutik Harjianti, Pendrik Tandean,
Syakib Bakri, Himawan Sanusi, Andi Alfian Zainuddin* 75
Ejection Fraction Decline and Cardiotoxicity Following
Anthracycline Chemotherapy: A Risk-Focused Study
from an Indonesian Tertiary Care Center

*Таран Р.М., Осауленко В.В., Чмуть К.О.,
Воротинцев С.І.* 81
Клінічна ефективність двостороннього
подовженого ESP – block у пацієнтів
кардіохірургічного профілю із серединною
стернотомією в умовах штучного кровообігу

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК

Зелінська А.А., Савчук Т.В. 89
Спадкова дилатаційна кардіоміопатія.
Власне спостереження

Вимоги до публікацій у журналі
«Український журнал серцево-судинної хірургії» 97

RHYTHM DISTURBANCES

*Eugene O. Perepeka, Elina V. Bodnarevska,
Mykhailo S. Ishchenko, Borys B. Kravchuk* 62
Assessment of the Degree of Left Atrial Fibrosis
in Patients with Different Forms
of Atrial Fibrillation

Alina Yu. Tymoshenko 70
Left Atrium Function: Can We Really
Predict Outcomes after Catheter Ablation
for Atrial Fibrillation?

**GENERAL ISSUES OF TREATMENT OF PATIENTS
WITH CARDIOVASCULAR PATHOLOGY**

*Rizkyastari Onny, Tutik Harjianti, Pendrik Tandean,
Syakib Bakri, Himawan Sanusi, Andi Alfian Zainuddin* 75
Ejection Fraction Decline and Cardiotoxicity Following
Anthracycline Chemotherapy: A Risk-Focused Study
from an Indonesian Tertiary Care Center

*Serhii I. Vorotyntsev, Ruslan M. Taran,
Vyacheslav V. Osaulyenko, Karina O. Chmul* 81
Clinical Effectiveness of Bilateral Extended ESP Block
in Cardiac Surgery Patients
with Median Sternotomy under Conditions
of Artificial Blood Circulation

CASE REPORT

Anna A. Zelinska, Tetiana V. Savchuk 89
Hereditary Dilated Cardiomyopathy:
A Case Report

Requirements for publication
in the Ukrainian Journal of Cardiovascular Surgery 97

Ювілейний XXX Всеукраїнський з'їзд серцево-судинних хірургів

Захід відбувся 29–30 травня у м. Черкаси. Серед учасників – представники з 52 кардіохірургічних центрів України, а також колеги з Німеччини, США, Італії та Польщі. Всього були присутні понад 250 учасників та 1300 приєдналися онлайн.

Серед найяскравіших доповідей:

- Місце хірургії в лікуванні пізнього ускладненого інфаркту міокарда (Олег Сергійчук, м. Вінниця);
- Використання гомографтів в хірургії вроджених вад серця (Олександр Романюк, м. Київ);
- Повторна пластика мітрального клапана (Любомир Кулик, м. Львів);
- Коронарне шунтування в поєднанні з корекцією вади мітрального клапана через мініінвазивний доступ. Опис техніки та представлення результатів, (Сергій Яцук, м. Київ);
- Віддалені результати хірургічного лікування інфекційного ендокардиту мітрального клапана (Сюзанна Солтані, м. Київ);
- Трансплантація серця як метод лікування термінальної серцевої недостатності. Наш досвід (Роман Домашич і колеги, м. Львів);
- Гостре розшарування аорти ні А ні В типу – основні критерії вибору хірургічної тактики (Дмитро Бешлей і колеги, м. Львів);
- Сепсис: роль змін мікроциркуляторного русла міокарду у розвитку серцевої недостатності при хірургічних операціях із штучним кровообігом (Ганна Колтунова, м. Київ);
- Клінічні прояви та хірургічне лікування інфекційного ендокардиту після бойової травми (Костянтин Бабич, м. Київ);
- Клінічні прояви, ризики та підхід до лікування тромбоемболії легеневої артерії після бойової травми (Андрій Балабуха, м. Київ).

Абляція імпульсним електричним полем – новітня технологія катетерного лікування пацієнтів із фібриляцією передсердь (Борис Кравчук, м. Київ).

Закордонні гості представили доповіді:

- What happens with aorta when it dissect (Robert Bosch Kranhaus, Prof. Dr. med. Bartosz Rylki);
- What happens with aorta when it dissect (Robert Bosch Kranhaus Prof. Dr. med. Bartosz Rylki);
- Organ Recovery for the 21st Century (Ashish S. Shah MD Professor of Cardiac Surgery, Surgical Director, Heart Transplant Program Vanderbilt Health);
- Pediatric lung transplantation in a high risk patient 10 minutes (Yuriy Stukov, Florida, USA);
- Вроджені вади серця (Dr. Stefano M. Marianeschi Milan, Italy).

Традиційно цього дня відзначили найкращих фахівців галузі. Цінними подарунками від Прем'єр-міністра України – лікаря інвазивної електрофізіології ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова» НАМН України Євгена



Перепеку, завідувача відділення хірургічного лікування патології міокарда та трансплантації органів і тканин людини, лікаря – трансплантолога ДНП «Інститут серця МОЗ України» Гаврила Ковтуна, директору КНП «Черкаський обласний кардіологічний центр Черкаської обласної ради» Світлану Журбу, завідувача відділення анестезіології та інтенсивної терапії КНП «Хмельницький обласний серцево-судинний центр» Юрія Гордєєва та завідувача відділення набуті патології серця та судин ДУ «Центр кардіології та кардіохірургії МОЗ України» Сергія Варбанця.

Подяками від Міністра охорони здоров'я України відзначили завідувача кардіохірургічного відділення КНП «Волинська обласна клінічна лікарня» Володимира Пецентія, завідувача відділення анестезіології та інтенсивної терапії № 2 КНП «Львівська обласна клінічна лікарня» Любомира Соловоя, завідувача відділення кардіохірургії КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» В'ячеслава Осауленка, завідувача відділення реанімації та інтенсивної терапії для новонароджених та дітей молодшого віку ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України» Сергія Бойка, виконавчого директора ГО «Асоціація серцево-судинних хірургів України» Світлану Лозінську.

Почесними грамотами НАМН України відзначили завідувача відділу хірургічного лікування ішемічної хвороби серця ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України» Миколу Руденка, завідувача відділу трансплантації та хірургії серця ДУ «Національний науковий центр хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова НАМН України» Артура Габрієляна, медичного директора ДУ «Центр кардіології та кардіохірургії МОЗ України» Георгія Маньковського, лікаря – хірурга відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених ДУ «НІССХ

ім. М.М. Амосова НАМН України» Івана Дзюрія, лікаря-трансплантолога ДНП «Інститут Серця МОЗ України» Софію Чайковську.

У межах з'їзду пройшов симпозиум «Швидко, ефективно та безпечно», під час якого розглядалися сучасні тренди у катетерному лікуванні фібриляції передсердь.

Також відбулося завершення навчального Курсу № 2 у фаховій школі прогресивної кардіології Cardio

Academy. Навчання пройшли 50 лікарів. Спікерами другого курсу виступили фахівці Інституту Амосова: Ольга Уніцька, Віталій Кравченко, Борис Кравчук, Дмитро Тимошенко, Михайло Іщенко, Аліна Тимошенко, Сергій Сало, Лідія Невмержицька, Андрій Гаврилишин та Микола Деркач.

Важливою частиною професійного заходу було обговорення співпраці з Національною службою охорони здоров'я України.

Спеціалізована допомога у межах Програми медичних гарантій: перші підсумки, надбання та виклики

З 1 січня 2025 року усі наукові установи НАМН України приєдналися до Програми державних медичних гарантій (ПМГ). Деякі установи розпочали пілотну співпрацю з Національною службою здоров'я України з 1 січня 2024 за ПМГ «Лікування дорослих та дітей методом трансплантації органів».

На 1 травня цього року 4 наукові установи НАМН України законтрактували з НСЗУ за програмою медичних гарантій більше 10 пакетів медичних послуг, 7-9 пакетів – 5 установ, 4-6 пакетів – 10 установ, дві установи – жодного пакету.

Найбільше коштів за ПМГ отримали ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О.О. Шалимова» та ДУ «Інститут травматології та ортопедії» – на рівні 70 % від мінімальної потреби, ДУ «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М.Д. Стражеска» – 62 %, ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М. Амосова» – 53 %, 7 установ не отримали фінансування взагалі. В середньому частка стабілізаційного пакету складає 78 % надходжень установ, у 18 відсотків установ ця частка складає від 81 до 100 %. У середньому видатки на заробітну плату складають 64 %, на медикаменти та вироби медичного призначення – 17 %.

Щоб не втратити клінічний та науковий потенціал установ, які з будь-яких причин не можуть заробляти і освоювати кошти, варто об'єднувати з більш потужними. І цей процес вже розпочався.

Тарифна диспропорція на старті

На старті Програми медичних гарантій у 2020 році існувала величезна диспропорція у тарифах НСЗУ та приватної практики. Так, наприклад, середній тариф НСЗУ на операції з шунтування коронарних артерій складав 23298 грн, а приватних клініках – 88628 грн. Для порівняння на той самий час середній тариф на аортокоронарне шунтування в Індії становив 3400 USD (139 тис. грн), в Ірландії – 22000–40000 EURO (1,0–1,9 млн грн). Найбільша диспропорція у державних і приватних тарифах відмічалася на протезуванні клапанів серця – майже 11 разів.

Основні переваги та виклики

Співпраця з НСЗУ спонукає установи активізувати зусилля на таких перспективних у сучасному житті напрямках, які сприятимуть подальшому розвитку:

- диджиталізація;
- інтеграція установ НАМН в єдину ЕСОЗ;
- активізація пошуку додаткових джерел фінансування (платних послуг, благодійної та гуманітарної допомоги);
- об'єктивізація ефективності установ;
- об'єктивізація завантаженості персоналу.

Однак перехід на новий формат роботи супроводжується низкою проблем, що пов'язані не стільки з неготовністю установ працювати по-новому, скільки з недосконалістю самої програми — особливо для вузькоспеціалізованих монопрофільних установ.

1. Проблеми із постачанням високовартісних лікарських засобів та виробів медичного призначення призводять до:

- унеможливлення планування власних закупівельну та призводить до створення черги пацієнтів на безоплатну спеціалізовану медичну допомогу або до співфінансування пацієнта на значну суму;
- відсутності частини високовартісних лікарських засобів та виробів медичного призначення у постанові КМУ від 7 березня 2022 р. № 216;
- додаткових фінансових втрат через не оптимальну якість виробів медичного призначення.

2. Відсутність додаткового фінансування на програму розвитку, підтримки та стимулювання, на відміну від комунальних некомерційних підприємств (дофінансування за рахунок бюджетів громад), створює нерівні умови функціонування та оновлення матеріально-технічної бази.

3. Невідповідність тарифів пакетів послуг ПМГ у 2025 році собівартості медичних послуг, що унеможливує покриття фінансових витрат установ у повному обсязі, а згодом призведе до погіршення якості надання послуг або унеможливлення лікування складних коморбідних пацієнтів (штучна селекція випадків).

4. Відсутність підвищених («спеціалізованих») коефіцієнтів, водночас із застосуванням понижуючих коригувальних коефіцієнтів:

- (0,6) при «короткостроковій» госпіталізації – менше 5 діб – для деяких високотехнологічних інтервенцій такі терміни стаціонарного лікування є недоцільними;
- (0,8) при плановій госпіталізації в «Хірургічному» пакеті.

Досить жорсткі персональні штрафні санкції з боку НСЗУ не завжди відповідають ступеню провини працівника, не враховують об'єктивні технічні проблеми.

Шляхи адаптації та пошук конструктивних рішень

Невідповідність тарифів ПМГ реальній вартості послуг – наслідок обмежених фінансових ресурсів держави.

Для вирішення цієї проблеми варто посилити:

- навчання ефективному кодуванню послуг;
- залучення гуманітарної допомоги;
- залучення благодійної допомоги;
- активізацію системи надання платних послуг;
- пошук грантових та комерційних програм розвитку.

Роль професійних асоціацій у роботі з державними програмами

У межах співпраці з МОЗ та ДП «Медичні закупівлі» відбувається активний діалог щодо поставок високовартісних виробів медичного призначення.

Що стосується саме серцево-судинної хірургії, при обробці заявок центрів та НЕМОЖЛИВОСТІ повного їх забезпечення пропонується узгоджувати з Асоціацією серцево-судинних хірургів України пріоритетність закупівель тих чи інших виробів на основі оцінки медичних технологій.

Якість ВМП має бути визначальним (принаймні не останнім) критерієм – узгоджено участь членів АССХ у формуванні медико-технічних вимог. Важливим є забезпечення представництва членів Асоціації в групах експертів МОЗ для визначення видів виробів, розмірів імплантів тощо.

Порахувати та скласти єдині тарифи в розрізі діагностично-споріднених груп (ДСГ) є некоректним, бо групи сформовані неоднорідно – вартість інтервенцій може відрізнятися в рази. Кожна інтервенція потребує ретельного розрахунку витрат на одноразові ВМП, лабораторні дослідження, фонд оплати праці тощо.

Окремою проблемою є ресурсне забезпечення складних коморбідних випадків. Пацієнти із поєднаними/конкуруючими захворюваннями, мультиорганним ураженням потребують симультанної допомоги або комбінації декількох інтервенцій в одну госпіталізацію. Існуючі ДСГ неадекватно відображають складність таких клінічних випадків, що призводить до формування необґрунтовано низьких тарифів. Рішенням проблеми має стати:

- проведення аналізу складних коморбідних випадків,
- формування складних та поєднаних ДСГ,
- введення рівнів складності (PCLL) в межах існуючих ДСГ із застосуванням відповідних коригувальних коефіцієнтів.

Тому нам потрібно ще більше посилити участь фахівців АССХ України та НАМН України у коригуванні тарифів Програми медичних гарантій спільно з НСЗУ та прийнятті адекватних рішень.

Шляхи вирішення проблеми «доступності» медичної допомоги за відсутності достатніх ресурсів з боку Держави

Першочерговим є квотування високовартісних інтервенцій та формування прозорої черги з визначенням певного «соціального» спектру інтервенцій. При цьому не можна допустити втрати або суттєвого зниження кількості високотехнологічних інтервенцій, які на сьогодні є нерентабельними. Одним з виходів може бути запровадження системи змішаного фінансування – співоплати пацієнта та залучення інших джерел оплати в межах законодавства.

До питання черги на спеціалізовану допомогу

Середній час очікування планового АКШ після КВГ у Великобританії складає більше 129 діб, в Україні – 1–2 дні. Середній час очікування ургентного АКШ після КВГ у Великобританії – 13 днів, в Україні – 1–3 години.

Пропозицією НСЗУ є обґрунтоване пріоритетування (клінічні маршрути з пріоритезацією), за яким пацієнти високого ризику мають першочерговість. При цьому необхідно визначити верхній ліміт очікуваного обсягу операцій на рік (бюджетний прогноз).

Важливою складовою є визначення та затвердження оптимального (з точки зору пацієнтоорієнтованості) маршруту пацієнта. Часто складні коморбідні пацієнти опиняються в лікувальних закладах, які не мають кардіохірургічної/реперфузійної допомоги, ресурсів та фахівців для повноцінної діагностики та лікування. І тільки через деякий час такий пацієнт потрапляє до спеціалізованого закладу (якщо вижив) із ускладненнями.

Перенаправлення пацієнта, який потребує спеціалізованої допомоги, має відбуватися в найкоротший термін – одразу після постановки попереднього діагнозу-підозри. Для цього необхідно упорядкувати місцеві маршрути пацієнта, особливо в складних коморбідних клінічних випадках. Покази до госпіталізації на спеціалізований рівень необхідно внести в усі маршрути по країні (у співпраці з МОЗ).

Для проведення експертизи якості надання кардіохірургічної та інтервенційної допомоги доцільно створити при Асоціації відповідний орган і визначити формат його співпраці з МОЗ.

Спеціалізована допомога та практична підтримка інших ЗОЗ

Фахівці кардіохірургічних закладів активно залучені до лікувальної та консультативної роботи по всій країні. Доцільною є пропозиція відновити систему санітарної авіації, а також сформувати окремий пакет медичних гарантій щодо надання експертної хірургічної та медикаментозної консультативної допомоги на виїзді, а також пакет/коефіцієнти для симультанної допомоги.

Шляхи адаптації спеціалізованих установ до поточних умов фінансування

Пропозиції АССХ України та НАМН України:

- проведення навчання та формування відділів співпраці з НСЗУ при закладах;
- об'єднання деяких установ НАМН із закладами МОЗ у межах формування єдиного науково-практичного та освітнього простору;
- формування науково-клінічних кластерів в залежності від географії інститутів та їхнього статутного завдання;
- поєднання клінічної, наукової та освітньої компетенцій закладів НАМН України та науково-практичні установи МОЗ України;
- запровадження додаткових коефіцієнтів за «експертність» для закладів НАМН/МОЗ.

Подальші тактичні та стратегічні кроки

Монопрофільні спеціалізовані установи мають суттєвіші труднощі в адаптації до вимог та специфікацій ПМГ, оскільки вони лише частково враховують монопрофільність. Для вирішення проблеми доцільно включення фахівців АССХ України та НАМН України до робочої групи підготовки специфікацій за ПМГ на 2026 рік. Спільна робота НАМН та НСЗУ над переглядом специфікацій вже ведеться.

Активна робота Асоціації ведеться в наступних напрямках:

- впровадження пілотної програми повноцінного фінансування наукоємних та актуальних галузей сьогодення – кардіохірургія/інтервенційна кардіологія/електрофізіологія, трансплантологія, реабілітація;
- отримання від держави довгострокового фінансового плану щодо капітальних видатків для кардіохірургічних центрів;
- інтеграція фахівців Асоціації у методичну та клінічну співпрацю з НСЗУ на основі доказової медицини;
- інтеграція фахівців Асоціації у освітню (дипломну та післядипломну) активність – спільно з МОЗ України;
- воєнна та післявоєнна медицина – окрема галузь – спільно з НАМН України;
- аудит залишків ВМП та їхньої якості;
- визначення кола осіб з членів АССХ для «Держзакупівлі» для перегляду медико-технічних вимог;
- розробка та впровадження індикаторів якості роботи галузі;
- масштабування on-line аналітики та ШІ на галузь;
- відродження системи кардіореабілітації.

Василь ЛАЗОРИШИНЕЦЬ,

академік НАМН України,

член-кореспондент НАН України,

голова правління Асоціації

серцево-судинних хірургів України,

президент Національної академії

медичних наук України,

директор ДУ «Національний інститут

серцево-судинної хірургії

імені М. М. Амосова НАМН України»,

завідувач кафедри хірургії серця

та магістральних судин Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика

Бабляк Д.Є., кардіохірург, відлення кардіохірургії діагностично-лікувального центру для дітей та дорослих медичної мережі «Добробут», <https://orcid.org/0000-0001-6119-4425>

Бабляк О.Д., д-р мед. наук, завідувач відлення кардіохірургії діагностично-лікувального центру для дітей та дорослих медичної мережі «Добробут», <https://orcid.org/0000-0001-7698-1034>

Яцук С.В., хірург-інтерн, відлення кардіохірургії діагностично-лікувального центру для дітей та дорослих медичної мережі «Добробут», <https://orcid.org/0009-0006-9986-1311>

Діагностично-лікувальний центр для дітей та дорослих медичної мережі «Добробут», м. Київ, Україна

Коронарне шунтування в поєднанні з корекцією мітрального клапана через мініінвазивний доступ. Опис техніки та представлення результатів

Резюме

Мета. Представити та проаналізувати техніку одномоментного коронарного шунтування та пластики або протезування мітрального клапана через мініінвазивний доступ – ліву передню торакотомію в 4-му міжреберному проміжку.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на базі кардіохірургічного центру ТОВ «Медичний центр «Добробут – Поліклініка»». За період з жовтня 2020 року по березень 2024 року було прооперовано 50 пацієнтів із комбінованим ураженням мітрального клапана та коронарних артерій через ліву передню торакотомію в 4-му міжребер'ї. Операція була проведена в умовах штучного кровообігу, периферичної канюляції та з використанням трансторакального аортального затискача і кров'яної кардіоплегії.

Результати. Всі 50 пацієнтів були включені в дослідження. Середній вік у групі становив $65,1 \pm 8,8$, клас NYHA III–IV мали 16 (34,0 %) пацієнтів. За час дослідження не було летальних випадків, великих післяопераційних серцевих ускладнень, конверсій до серединної стернотомії, ревізій післяопераційної рани з приводу кровотечі. Середня кількість дистальних анастомозів склала $2,4 \pm 0,9$ на пацієнта, з них артеріальних – $1 \pm 0,2$ та венозних – $1,7 \pm 0,6$. Час операції, час перетиснення аорти та час штучного кровообігу склав $335,8 \pm 49,3$ хв, $125,7 \pm 24,7$ хв та $222,04 \pm 38,3$ хв відповідно. Тривалість перебування в ПІТ – $1,5 \pm 0,6$ днів.

Висновки. Дана методика дозволяє одномоментно провести коронарне шунтування та корекцію мітральної вади в умовах єдиної лівої передньої мініторакотомії. Безпосередні результати, отримані на серії перших послідовних 50 пацієнтів, свідчать про безпечність даної кардіохірургічної методики. Клінічну ефективність даної методики доцільно оцінювати в порівнянні з аналогічними симультанними операціями в умовах серединної стернотомії.

Ключові слова: ішемічна хвороба серця, виражена мітральна недостатність, хірургія мітрального клапана, ліва передня торакотомія, комбіновані кардіохірургічні операції.

Вступ. Стандартним доступом для проведення коронарного шунтування в поєднанні з корекцією вади мітрального клапана є серединна стернотомія. Незважаючи на численні переваги серединної стернотомії, її травматичність для пацієнта спонукає хірургів до пошуку різних методів стернозберігаючих мініінвазивних втручань. Протягом останніх десятиліть запропоновано декілька підходів для проведення комбінованих операцій мініінвазивними техніками [1–6].

Із жовтня 2020 року в нашій установі розроблена та впроваджена методика мініінвазивного втручан-

ня при комбінованій операції коронарного шунтування з корекцією вади мітрального клапана в умовах штучного кровообігу. Дана методика наразі є методом вибору при плануванні одномоментних операцій на коронарних артеріях і мітральному клапані.

Мета. Представити та проаналізувати методику одномоментного коронарного шунтування та пластики або протезування мітрального клапана через ліву передню мініторакотомію.

Матеріали та методи

Пацієнти. З жовтня 2020 року по березень 2024 року було прооперовано 68 пацієнтів із комбінованим ураженням мітрального клапана та багатосудинним ураженням коронарних артерій через мініінвазивний доступ. Усім пацієнтам було проведено роз'яснення плану операції та отримано згоду на її проведення.

Ліва мініторакотомія в 4-му міжребер'ї була використана у 50 (73,5 %) пацієнтів. Ця група стала об'єктом дослідження. У решти 18 (26,4 %) пацієнтів були використані інші мініторакотомні доступи (білатеральна мініторакотомія – 15 (22,1 %) пацієнтів, права передня торакотомія – 3 (4,4 %) пацієнти), і ці пацієнти не були включені в дослідження.

У всіх 50 пацієнтів дослідної групи проведено коронарне шунтування в поєднанні з корекцією мітрального клапана через ліву передню торакотомію в 4-му міжребер'ї з використанням апарату штучного кровообігу, периферичної канюляції та в умовах кров'яної кардіоплегії [7]. Загальна характеристика пацієнтів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Загальна характеристика групи пацієнтів

	Мініінвазивна техніка (n=50)
Вік, роки	65,1 ± 8,8 (40;80)
Вага, кг	82,2 ± 14,0 (54;117)
Зріст, см	168,9 ± 8,2 (151; 188)
BSA, м ²	1,92 ± 0,18 (1,55; 2,31)
ІМТ, кг/м ²	28,8 ± 4,4 (20,4; 40,3)
Жіноча стать	12 (24,0 %)
NYHA III-IV	16 (34,0 %)

Показання для втручань на коронарному руслі та мітральному клапані відповідали керівним принципам рекомендацій ESC/EACTS 2018 і 2024 років та визначалися на основі клінічних, ангіографічних та ехокардіографічних даних [8,9].

Перед- та інтраопераційне обстеження. Перед оперативним втручанням, окрім загальноприйнятих методів доопераційного обстеження, усім пацієнтам проводили комп'ютерну томографію (Toshiba Astelion CT) аорти та магістральних гілок з внутрішньовенним підсиленням. За даними цього дослідження оцінювалася наявність атеросклеротичного ураження артеріального русла з метою планування безпечного периферичного штучного кровообігу та безпечного перетиснення висхідної аорти трансторакальним аортальним затискачем.

Інтраопераційно всім пацієнтам проводили транссезофагеальну ехокардіографію, оцінювали особливості вади мітрального клапана до корекції та результат після корекції. Проводився контроль периферичної канюляції для штучного кровообігу, що включав визначення позиції провідника та канюлі в правому передсерді під час венозної канюляції та визначення провідника в низхідній аорті під час артеріальної канюляції.

Анестезіологічне забезпечення. Оперативні втручання виконували під загальною анестезією, відповідно до стандартних кардіохірургічних протоколів. Штучну вентиляцію легень здійснювали

за допомогою анестезіологічного апарата (Heinen Lovenstein Leon Plus). Для забезпечення однолегеневої вентиляції використовували однопросвітну ендобронхіальну трубку у поєднанні з бронхоблокатором, який під контролем бронхоскопа вводили у лівий головний бронх. Катетеризацію центральних вен виконували під візуальним контролем за допомогою ультразвукового апарата (GE Vivid IQ).

Окрім встановлення центрального венозного катетера у внутрішню яремну вену, додатково проводили канюляцію верхньої порожнистої вени за допомогою 17 Fr канюлі (Medtronic) для забезпечення ефективного венозного дренажу.

Оперативна техніка. Пацієнта укладали на операційний стіл у положенні на спині, підклавши під ліву сторону грудної клітки надувну подушку. Така позиція сприяє кращій візуалізації операційного поля, полегшує виділення лівої внутрішньої грудної артерії (ЛВГА) та забезпечує оптимальний доступ до серця. При плануванні виділення променевої артерії в якості кондуїта ліву руку укладали, відводячи її від тіла на 90°.

Для забезпечення штучного кровообігу використовували периферичну канюляцію. Основним доступом при виборі периферичної канюляції були права стегнова артерія та вена. Через невеликий розріз (до 2,5 см) на 1 см вище пахової складки в зоні проекції магістральних судин проводили експозицію передньої поверхні стегнової артерії та вени й накладали повздовжній кисетний шов поліпропіленовою ниткою 5-0. У 3 (6,0 %) пацієнтів виконували канюляцію лівої стегнової артерії та вени у зв'язку з вираженими атеросклеротичними змінами правої стегнової артерії, згідно з даними передопераційної КТ. В 1 (2,0 %) пацієнта у зв'язку з біфеморальними стенозами для підключення штучного кровообігу використали праву аксілярну артерію та праву стегнову вену. Перед канюляцією пацієнту вводили гепарин у дозуванні 300 Од/кг, забезпечуючи досягнення активованого часу згортання понад 400 секунд. Канюляцію стегнових судин здійснювали за методикою Сельдінгера, використовуючи артеріальні канюлі 16–20 Fr (Medtronic/Edwards). Для венозного доступу застосовували багатоступеневі стегнові венозні канюлі 21 Fr або 25 Fr (Medtronic). Шкірний розріз довжиною 6–8 см виконували в передній ділянці лівого четвертого міжреберного проміжку у чоловіків або під лівою грудною залозою у жінок, простягаючись від парастернальної до середньоключичної лінії. Великий грудний м'яз розсікали вздовж напрямку його волокон. У всіх пацієнтів доступ до грудної порожнини здійснювали через четвертий міжреберний простір, що забезпечувало оптимальну візуалізацію мітрального клапана, коронарних артерій, висхідної аорти, а також верхньої та нижньої порожнистих вен. На цьому етапі переходили до режиму однолегеневої вентиляції.

Ліву внутрішню грудну артерію виділяли за допомогою напівскелетованої техніки, використовую-

ючи подовжені стандартні хірургічні інструменти, зокрема пінцет DeBakey (35 см) та діатермію з подовжувальним лезом (15 см). Візуалізацію ЛВГА покращували за допомогою ретрактора Babliak IMA Lifting System (Idol Company, Antalya, Turkey). Штучний кровообіг запускали на завершальному етапі виділення ЛВГА, що сприяло кращій експозиції проксимальної частини кондуїту. Одночасно з цим здійснювали виділення додаткових судинних кондуїтів, зокрема лівої променевої артерії або великої підшкірної вени нижніх кінцівок. Перикард розсікали вздовж передньої поверхні серця, починаючи від верхівки до висхідної аорти, з подальшим розширенням розрізу в бокові напрямки. Між висхідною аортою та легеневою артерією створювали канал, через який аорту обводили тасьмою. Нижню та верхню порожнисті вени обводили тасьмами. Трансторакальний аортальний затискач вводили через окремий 1 см розріз у другому міжребер'ї, між середньоключичною та передньою пахвовою лініями. Через цей же доступ проводили тасьму аорти. Після перетиснення аорти безпосередньо в корінь аорти вводили гіперкаліємічну кров'яну кардіоплегію впродовж 3 хв із подальшим повторенням впродовж 1 хв через кожні 20–30 хвилин. Після завершення введення кардіоплегічного розчину та після декомпресії серця через вент (кардіоплегічна канюля) аорти підводилася окрема тасьма під ліві легеневі вени. Всі тасьми використовувалися нами для покращення експозиції коронарних артерій та мітрального клапана.

Етапність хірургії. Першим етапом виконували шунтування системи правої та огинаючих коронарних артерій. Наступним етапом проводили корекцію вади мітрального клапана. Останнім етапом, під час перетиснення аорти, виконували шунтування передньої міжшлуночкової артерії лівою мамарною артерією. Після зняття затискача аорти, в умовах працюючого серця, за допомогою бокового аортального затискача нашивали проксимальні анастомози.

Дистальні коронарні анастомози. Експозиція всіх коронарних артерій забезпечувалася двома тасьмами: навколо нижньої порожнистої вени та навколо лівих легеневих вен. Дана методика експозиції та нашиття коронарних анастомозів через мініінвазивний доступ описана як повна коронарна реваскуляризація через ліву передню торакотомію (Totally coronary revascularization via left anterior thoracotomy) [10].

Для створення коронарних анастомозів застосовували стандартний набір коронарних інструментів, дотримуючись загальноприйнятої техніки анастомозування з використанням поліпропіленового шва 7-0.

Експозиція та корекція мітрального клапана. Доступ до мітрального клапана здійснювали через праве передсердя та міжпередсердну перегородку. Щоб покращити доступ до правого передсердя, міжпередсердної перегородки та мітрального клапана, поводитися хірургічні маневри, які зміщували середостіння і серце вліво: 1) тасьми навколо верхньої та

нижньої порожнистих вен відтягувалися вліво через операційну рану; 2) тасьма аорти разом з аортальним затискачем відтягувалася вліво через порт трансторакального аортального затискача (рисунок 1). В результаті праве передсердя позиціонувалося в центрі операційної рани, проводився розріз правого передсердя і міжпередсердної перегородки, яка відводилася низькопрофільними гачками або серцевими лопатками (рисунок 2).

Етап втручання на мітральному клапані супроводжувався постійною інфузією CO₂ в операційне поле.

Після завершення корекції вади мітрального клапана проводили корекцію вади трикуспідального клапана і зашивали камери серця.

Етап втручання на мітральному клапані супроводжувався постійною інфузією CO₂ в операційне поле. Після завершення корекції вади мітрального клапана проводили корекцію вади трикуспідального клапана та зашивали камери серця.

Завершення операції. Гемостаз у місці хірургічного втручання проводили до відключення ШК.

Планово нашивали електроди для тимчасової електрокардіостимуляції. У всіх пацієнтів встановлювали один дренаж і розміщували його в лівому плевральному синусі. Плевральний дренаж зазвичай видаляли через 24 години після операції. Ребра торакотомного доступу зводили одним швом ниткою Ethibond 5 через суміжні міжреберні проміжки.

Результати. У дослідженні взяли участь пацієнти, яким було проведено комбіноване втручання на коронарному руслі та мітральному клапані з мініінвазивного доступу. Усього в дослідження було включе-

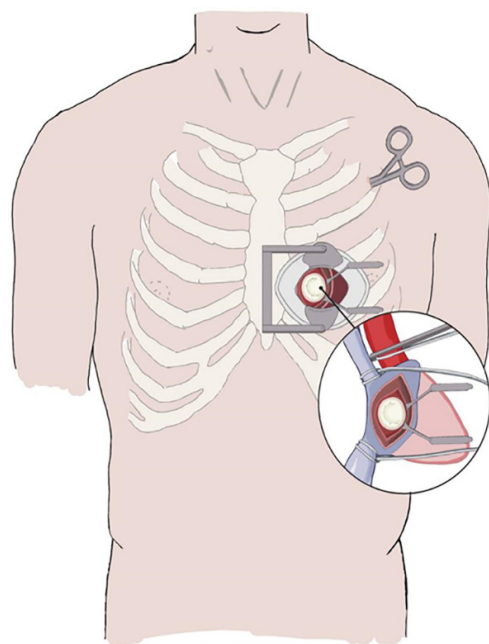


Рисунок 1. Схема хірургічних маневрів для оптимізації експозиції мітрального клапана в умовах міні-торакотомії в 4 міжреберному проміжку

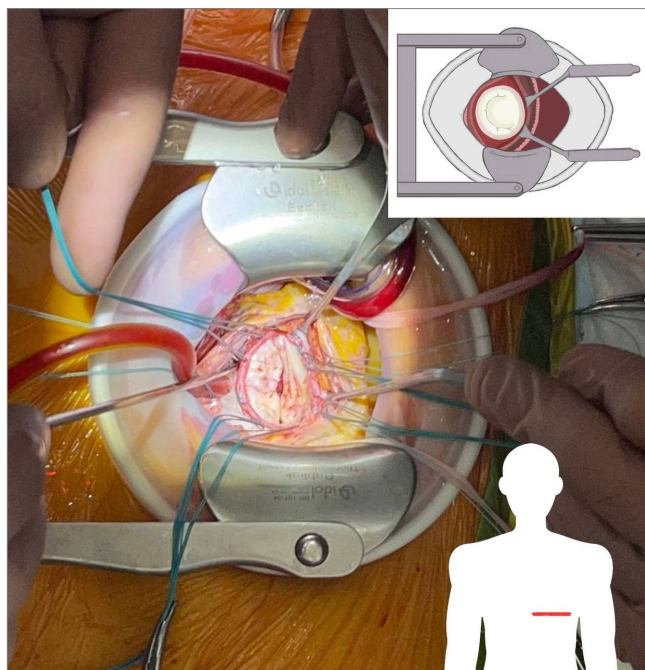


Рисунок 2. Експозиція мітрального клапана з лівосторонньої передньої міні-торакотомії в 4-му міжреберному проміжку

но 50 пацієнтів. Середній вік у групі становив $65,1 \pm 8,8$ року, клас NYHA III–IV мали 16 (34,0 %) пацієнтів. Протягом усього періоду дослідження не зафіксовано летальних випадків, значних післяопераційних серцевих ускладнень, необхідності повторної ревізії післяопераційної рани через кровотечу або конверсії до серединної стернотомії.

Стосовно корекції мітральної вади серця, у 6 (12,0 %) пацієнтів було проведено протезування мітрального клапана. У випадках пластики мітрального клапана (44 (88 %) пацієнти) вибір методу корекції залежав від характеру та анатомії ураження і часто потребував комбінації різних технік (таблиця 2). У всіх пацієнтів виконували імплантацію опірною напівжорсткого кільця або жорсткого напівкільця. У 16 (32 %) пацієнтів застосовували додаткові техніки реконструкції мітрального клапана.

У 5 (10,0 %) випадках пролапсу стулок та відриву хорд коригували імплантацією неоход із використанням техніки «Dubai stitch» [11]. Формування неоход виконували за допомогою ниток GoreTex CV 4. У 4 (8,0 %) випадках зашивали клефти між сегментами стулок. У 2 (4,0 %) випадках застосовували пластику за Альфієрі в сегментах P2–A2 [12].

Стосовно етапу коронарного шунтування загальна середня кількість дистальних анастомозів склала $2,4 \pm 0,9$, з них артеріальні $1 \pm 0,2$ та венозні $1,7 \pm 0,6$.

Русло правої коронарної артерії шунтували у 37 (74,0 %) пацієнтів, з них у 35 (94,5 %) використано венозні кондуїти та у 2 (5,4 %) – променева артерія.

Таблиця 2

Використанні техніки втручання на мітральному клапані

Техніка міні-інвазивної корекції мітрального клапана	Загальна кількість випадків (n=50)
Імплантація опірного кільця	34 (68,0 %)
Імплантація опірного півкільця	10 (20,0 %)
Ізольована імплантація опірного кільця або напівкільця	34 (68,0 %)
Імплантація неоход	5 (10,0 %)
Протезування мітрального клапана	6 (12,0 %)
Ушиття клефта	4 (8,0 %)
Пластика за Альфієрі	2 (4,0 %)

Коронарне шунтування русла лівої огинаючої артерій виконано в 35 (70,0 %) пацієнтів, з них у 30 (85,7 %) пацієнтів використано велику підшкірну вену, у 3 (8,5 %) – променеву артерію та у 2 (5,7 %) пацієнтів використовували внутрішню грудну артерію.

Коронарне шунтування передньої міжшлуночкової гілки (ПМШГ) ЛКА виконували 43 (86,0 %) пацієнтам, у всіх випадках використовувалась ЛВГА.

Проксимальні судинні анастомози до аорти виконували на боковому затискачу в 42 (84,0 %) пацієнтів. У 6 (12,0 %) пацієнтів з ізольованим ураження ПМШГ ЛКА виконувалось шунтування ЛВГА. У 2 (4,0 %) пацієнтів формувался Т-шунт відповідного кондуїта до ЛВГА.

Час операції, час перитиснення аорти та час штучного кровообігу склав - $335,8 \pm 49,3$ хв, $125,7 \pm 24,7$ хв та $222,04 \pm 38,3$ хв відповідно. Тривалість перебування в ПІТ $1,5 \pm 0,6$ днів (таблиця 3).

Таблиця 3

Інтра- та післяопераційні показники

Показник	Мініінвазивна техніка (n=50)
<i>Операційні показники</i>	
Загальна кількість анастомозів	$2,4 \pm 0,9$ (1;5)
Кількість артеріальних анастомозів	$1 \pm 0,2$ (1;3)
Кількість венозних анастомозів	$1,7 \pm 0,6$ (1;4)
Розмір кільця мітрального клапана, мм	$29,7 \pm 2,2$ (26;36)
Час операції, хв	$335,8 \pm 49,3$ (245; 450)
Час перитиснення аорти, хв	$127,4 \pm 26,9$ (80; 211)
Час штучного кровообігу, хв	$223,7 \pm 40,5$ (160; 327)
<i>Післяопераційний перебіг</i>	
Час ШВЛ, хв	$353,9 \pm 252,8$ (60;1080)
Перебування в ПІТ, ночі	$1,5 \pm 0,6$ (1;4)
Час госпіталізації, дні	$6,87 \pm 2,6$ (4;17)
Ексудація за 12 годин, мл	$271 \pm 147,5$ (80;910)

Примітки: ШВЛ – штучна вентиляція легень; ПІТ – палата інтенсивної терапії

Обговорення. Поєднання вад мітрального клапана з ураженням коронарних артерій негативно впливає на загальний прогноз захворювання [13,14]. Загальноприйнятим методом лікування є одномоментна хірургічна корекція, яка включає коронарне шунтування та пластику мітрального клапана і зазвичай проводиться через серединну стернотомію [15,16,17].

Широке впровадження мініінвазивних хірургічних методик при ізольованих оперативних втручаннях збільшило інтерес кардіохірургічної спільноти до розробки комбінованих оперативних втручань в умовах мініінвазивного доступу. Описані методики комбінованих операцій на мітральному клапані та коронарних судинах в умовах лівої бокової [18] або правої [19] мініторакомотомії. Описані також методи комбінованих операцій з одночасним використанням двох торакомотомій: ліва торакомотомія використовувалася для коронарного шунтування, права – для хірургії мітрального клапана [20–23].

Проте всі зазначені методики не набули широкого поширення. Основними факторами, що обмежували популярність вищезгаданих методів, були: необхідність значної селекції пацієнтів, технічна складність, неможливість проведення повної реваскуляризації коронарних артерій.

З 2020 року нами була впроваджена методика одномоментної корекції вад мітрального клапана та коронарного шунтування в умовах єдиного торакомотомного доступу – лівої передньої мініторакомотомії в 4-му міжреберному проміжку. Усі операції були проведені відповідно до передопераційного плану без значущих технічних ускладнень. Виконувалась повна реваскуляризація міокарда та корекція мітральної вад – пластика або протезування.

Методика кардинально відрізняється від описаних раніше: локалізацією торакомотомного доступу (передня мініторакомотомія); доступом до мітрального клапана (через праве передсердя і міжпередсердну перегородку); використанням спеціальних хірургічних маневрів, які зміщують середостіння й об'єкт операції в ліву частину грудної клітки.

Згідно з нашим досвідом, ліва передня торако-

мія в 4-му міжреберному проміжку для комбінованого втручання на мітральному клапані та коронарному руслі має декілька переваг над серединною стернотомією та іншими методиками, дозволяє:

- уникнути всіх ускладнень стернотомії (біль, обмеження активності, інфекції);
- поєднати дві хірургічні процедури через один невеликий розріз;
- отримати задовільну експозицію мітрального клапана та підклапанних структур і застосувати необхідну для корекції техніку корекції мітральної вад ішемічного чи дегенеративного генезу;
- провести шунтування будь-якої коронарної артерії незалежно від локалізації на серці та конституційних особливостей пацієнта;
- використовувати стандартні інструменти, звичні для проведення основного етапу операції в умовах стернотомії.

Дана методика, як і більшість мініінвазивних технік, потребує навичок та ретельної передопераційної підготовки для використання периферичної канюляції при проведенні штучного кровообігу, щоб запобігти таким ускладненням, як: дисекція магістральних судин та аорти, пошкодження правих відділів серця при венозній канюляції, периферичні судинні ускладнення, сероми та гематоми в зоні підключення штучного кровообігу.

Висновки

1. Дана методика дозволяє одномоментно провести коронарне шунтування та корекцію мітральної вад в умовах єдиної лівої передньої мініторакомотомії.
2. Безпосередні результати отримані на серії перших послідовних 50 пацієнтів свідчать про безпечність даної кардіохірургічної методики.
3. Доцільність рутинного використання даної методики доцільно оцінювати в порівнянні з аналогічними одномоментними операціями в умовах серединної стернотомії.

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаних джерел

References

1. Squicciarro E, Margari V, Kounakis G, Visicchio G, Pascarella C, Carbone C, et al. Combined endoscopic mitral repair and direct coronary artery bypass via bilateral mini-thoracotomy. *European Heart Journal Supplements*. 2024 Apr;26 (Supplement 2):ii10–ii10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartjsupp/suae036.022>
2. Miazza J, Koechlin L, Jeger RV, Reuthebuch OT. First-in-man concomitant mitral valve replacement and coronary artery bypass grafting using a single minimally invasive access. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2022 Jun 9;62(1). <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezac330>
3. Ahmed OF, kakamad FH, Al-Neaimy SY, Salih RQ, Mohammed SH, Salih AM. Outcome of combined coronary artery bypass grafting and aortic valve replacement; a case series. *International Journal of Surgery Open*. 2019;21:48–51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijso.2019.11.004>
4. Alkady H, Abouramadan S. A Simple Approach for Minimally Invasive Combined Aortic and Mitral Valve Surgery. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*. 2021 Dec 28;70(02):120–5. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-1740240>
5. Lio A, Miceli A, Ferrarini M, Glauber M. Minimally invasive approach for aortic and mitral valve surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2016 Jun 14;50(6):1204–5. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezw208>

6. Vola M, Fuzellier JF. Extending minimally invasive approaches to concomitant aortic and mitral valve surgery: are we ready? *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2016 Sep 11;50(6):1206–7. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezw275>
7. Babliak OD, Demianenko VM, Marchenko AI, Pidgaina LV, Babliak DYe, Stohov OS. Perfusion Strategy for Minimally Invasive Cardiac Surgery. *Ukrainian Journal of Cardiovascular Surgery*. 2021 Dec 22;(4 (45)):90–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.30702/ujcvs/21.4512/bd061-9098>
8. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *EuroIntervention*. 2019 Feb;14(14):1435–534. http://dx.doi.org/10.4244/eijy19m01_01
9. Beyersdorf F, Vahanian A, Milojevic M, Praz F, Baldus S, Bauersachs J, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2021 Aug 28;60(4):727–800. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezab389>
10. Babliak O, Demianenko V, Melnyk Y, Revenko K, Babliak D, Stohov O, et al. Multivessel Arterial Revascularization via Left Anterior Thoracotomy. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2020;32(4):655–62. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semtcvs.2020.02.032>
11. Di Bacco L, Miceli A, Glauber M. Mitral Valve Repair Techniques With Neochords: When Sizing Matters. *Innovations*. 2020;15(1):22–25. <https://doi.org/10.1177/1556984520901487>
12. Maisano F, Torracca L, Oppizzi M, Stefano PL, D'Addario G, La Canna G, et al. The edge-to-edge technique: a simplified method to correct mitral insufficiency1. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1998 Mar;13(3):240–6. [http://dx.doi.org/10.1016/s1010-7940\(98\)00014-1](http://dx.doi.org/10.1016/s1010-7940(98)00014-1)
13. Rankin JS, Hickey MS, Smith LR, et al. Current management of mitral valve incompetence associated with coronary artery disease. *J Card Surg*. 1989;4(1):25–42. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-8191.1989.tb00254.x>
14. Golland S, Czer LS, Siegel RJ, et al. Coronary revascularization alone or with mitral valve repair: outcomes in patients with moderate ischemic mitral regurgitation. *Tex Heart Inst J*. 2009;36(5):416–424. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2763474/>
15. Michler RE, Smith PK, Parides MK, Ailawadi G, Thourani V, Moskowitz AJ, et al. Two-Year Outcomes of Surgical Treatment of Moderate Ischemic Mitral Regurgitation. *New England Journal of Medicine*. 2016 May 19;374(20):1932–41. <http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa1602003>
16. Sameer MA, Malik BA, Choudry MOU, Anwar MS, Nadeem MA, Mahmood F, et al. Comparison of Coronary Artery Bypass Grafting Combined With Mitral Valve Repair Versus Coronary Artery Bypass Grafting Alone in Patients With Moderate Ischemic Mitral Regurgitation: A Meta-Analysis. *Cureus*. 2023 Apr 7. <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.37238>
17. Ahmed OF, Kakamad FH, Almudhaffar SS, Hachim RH, Najjar KA, Salih AM, et al. Combined operation for coronary artery bypass grafting and mitral valve replacement; risk and outcome. *International Journal of Surgery Open*. 2021 Sep;35:100393. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijso.2021.100393>
18. Tabry I, Costantini E, Reyes E. Left sided heartport approach for combined mitral valve and coronary bypass surgery. *Heart Surg Forum*. 2000;3(4):334–336. Available from: <https://journal.hsforum.com/index.php/HSF/article/view/6513>
19. Hasde, Ali Ihsan & Saricaoglu, Mehmet & Kılıçkap, Mustafa & Durdu, Serkan. Single or Combined Valve Surgery and Concomitant Right Coronary Artery Bypass through Right Anterior Minithoracotomy Approach. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*. 2022; 71. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731284>
20. Pamela M. Zimmerman-Klima, Jonathan M. Philpott, Joseph R. Elbeery, Janice F. Lalikos, W. Randolph Chitwood, Jr. Combined Minimally Invasive Mitral Valve Repair and Direct Coronary Artery Bypass. *CHEST*. 2002 July;122(1):344–347. DOI:10.1378/chest.122.1.344
21. Smit PJ, Shariff MA, Nabagiez JP, Khan MA, Sadel SM, McGinn JT Jr. Experience with a minimally invasive approach to combined valve surgery and coronary artery bypass grafting through bilateral thoracotomies. *Heart Surg Forum*. 2013;16:E125–31. <http://dx.doi.org/10.1532/hsf98.20121126>
22. Enrico Squicciarro, Vito Margari, Domenico Paparella, Bilateral mini-thoracotomy for combined minimally invasive direct coronary artery bypass and mitral valve repair, *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2022 August;62(2):ezac306. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezac306>
23. Fagu A, Pingpoh C, Berger T, Siepe M. Bilateral Minithoracotomy for Mitral Valve Repair and Coronary Bypass Grafting. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon Reports*. 2023 Jan;12(01):e33–5. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0043-1768982>

Coronary Artery Bypass Grafting Combined with Mitral Valve Correction via Minimally Invasive Approach: Technique Description and Results

Dmytro Ye. Babliak, Oleksandr D. Babliak, Serhii V. Yatsuk

Cardiosurgery Center of Dobrobut Health Care Network, Kyiv, Ukraine

Abstract

Aim. To present and analyze the technique of simultaneous coronary artery bypass grafting (CABG) and mitral valve repair or replacement through a minimally invasive approach—left anterior thoracotomy in the 4th intercostal space.

Materials and methods. The study was conducted at the Diagnostic and Treatment Center For Children And Adults Of The Dobrobut Medical Network. Between October 2020 and March 2024, 50 patients with combined mi-

tral valve disease and multivessel coronary artery disease underwent surgery via minimally invasive approaches. Patients were operated on through a 6–8 cm skin incision and a left anterior minithoracotomy in the 4th intercostal space. The procedure involved peripheral cardiopulmonary bypass (CPB), aortic cross-clamping, and cold blood cardioplegia. The mitral valve (MV) was approached through the right atrium and interatrial septum. Conventional techniques were used for MV repair/replacement.

Results. A total of 50 patients were included in the study. The mean age of the group was 65.1 ± 8.8 years, and 16 (34.0 %) patients were classified as NYHA class III-IV. There were no in-hospital deaths, major postoperative cardiac complications, or bleeding complications requiring revision. No conversions to median sternotomy were required. The mean number of distal anastomoses was 2.4 ± 0.9 , including 1 ± 0.2 arterial and 1.7 ± 0.6 venous anastomoses. The operative time, aortic cross-clamp time, and cardiopulmonary bypass time were 335.8 ± 49.3 min, 125.7 ± 24.7 min, and 222.04 ± 38.3 min, respectively. The average length of stay in the intensive care unit was 1.5 ± 0.6 days.

Conclusions. This technique allows for simultaneous CABG and mitral valve correction through a single left anterior mini-thoracotomy. The immediate outcomes observed in the first consecutive series of 50 patients demonstrate the safety of this cardiothoracic surgical approach. Further evaluation of the clinical efficacy of this method is warranted, particularly in comparison with similar combined procedures performed through median sternotomy.

Keywords: *ischemic heart disease, severe mitral regurgitation, mitral valve surgery, left anterior thoracotomy, combined cardiac surgical procedures.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 17.03.2025

Після доопрацювання / Revised: 06.04.2025

Прийнято до друку / Accepted: 27.05.2025

Evgen V. Aksenov, Doctor of Medical Science, head of the department of X-ray surgical methods for diagnosis and treatment of heart and vascular diseases, <https://orcid.org/0000-0003-0808-1813>

Artem Yu. Hladun, PhD student, interventional cardiologist in the Department of reperfusion cardiology with X-ray operating room, <https://orcid.org/0000-0002-1826-1685>

Sviatoslav A. Kalashnikov, PhD student, interventional cardiologist in the Department of reperfusion cardiology with X-ray operating room, <https://orcid.org/0000-0002-5027-8874>

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Coronary Angioplasty with a Drug-Coated Balloon Catheter in the Treatment of Acute Coronary Syndromes: Medico-Social Perspectives and Challenges of Use in the Setting of Diffuse Coronary Artery Lesions – a Literature Review

Abstract

This literature review explores the role of drug-coated balloon (DCB) angioplasty in the management of acute coronary syndromes (ACS), with a particular focus on patients with diffuse coronary artery disease.

Aim. To conduct a literature review on the benefits of using DCB in the treatment of patients with diffuse coronary artery disease and ACS.

Materials and methods. Unlike traditional drug-eluting stents (DES), DCB technology delivers antiproliferative drugs directly to the lesion site without leaving behind a permanent implant, offering significant advantages such as reduced risk of in-stent restenosis (ISR), lower rates of thrombosis, and shorter required durations of dual antiplatelet therapy (DAPT). These benefits are especially relevant in high-risk populations, including elderly patients, those at high risk of bleeding, or those requiring urgent non-cardiac surgery. The review synthesizes data from key randomized controlled trials (PEPCAD NSTEMI, REVELATION, BASKET-SMALL 2), and meta-analyses.

Results. The review demonstrates the non-inferiority of DCB compared to DES in terms of major cardiovascular outcomes, even in complex settings, such as ST-elevation myocardial infarction (STEMI) and out-of-hospital cardiac arrest (OOHCA). In addition, DCB has proven effective in treating ISR and preserving endothelial function, with evidence of late lumen enlargement and minimal vascular trauma. However, challenges remain, including the need for precise lesion preparation, proper balloon sizing, and operator expertise. Limitations in long-term data and heterogeneity in patient selection across studies highlight the need for further large-scale trials.

Conclusions. DCB angioplasty represents a promising, less invasive strategy in interventional cardiology, particularly in patients with diffuse or high-risk coronary lesions, though widespread adoption will depend on continued research and protocol optimization.

Keywords: *dual antiplatelet therapy reduction, vascular wall regeneration, in-stent restenosis treatment, thrombotic risk minimization, interventional cardiology innovations, high-risk cardiac patients, urgent surgical intervention safety, endothelial function preservation*

Problem statement. Modern interventional cardiology is constantly evolving, offering new technologies and strategies to optimize the treatment of coronary diseases. In particular, DCB demonstrates significant potential in the treatment of patients with ACS. The main principle of this approach is the local delivery of an antiproliferative drug via a balloon catheter without the need to leave a

permanent implant. This strategy opens new possibilities for vascular wall repair, lowers the risks of restenosis and thrombosis, and simplifies treatment in acute situations.

Significant interest in the use of DCB is due to the need to optimize the treatment of complex clinical cases, including STEMI and OOHCA. These conditions are characterized by rapid thrombus formation, vasospasm and blood flow disorders, which requires rapid and effective intervention. In such scenarios, the DCB strategy can offer new solutions, in particular by minimizing the risk of thrombosis and the possibility of avoiding long-term antiplatelet therapy.

Aim. To substantiate the use of drug-coated balloons (DCB) as the method of choice for revascularization of coronary artery lesions in acute coronary syndrome (ACS) and the prospects for its use in patients with diffuse coronary artery disease.

Analysis of recent studies and publications. The review is based on numerous randomized clinical trials (RCTs) and cohort observations conducted over the past decade. In particular, the results of such studies as PEPCAD NSTEMI, REVELATION and BASKET-SMALL 2 were taken into account, which evaluated the effectiveness of DCB compared with DES and other standard treatment methods. Additionally, retrospective data from registries of patients with ACS were analyzed to assess clinical outcomes and complication rates when using this technique.

Background. Patients with diffuse coronary artery (CA) lesions are a particularly challenging group, as their pathology is progressive and characterized by a significant decrease in vascular patency. This significantly complicates traditional approaches to revascularization and associated with an unfavorable prognosis, especially in the case of using standard treatment methods. Such patients are at increased risk of restenosis, which limits the effectiveness of stenting, as well as the possibility of developing thrombotic complications that can lead to repeated ischemic events. It is important not only to mechanically restore blood flow in the affected artery segments but also to minimize the risks of restenosis, which is a key factor in the long-term success of treatment.

One promising approach in such cases is the use of DCB, which provide local delivery of antiproliferative drugs without the need for stent implantation. The main advantage of DCB is the possibility of reducing the duration of dual antiplatelet therapy, which is of particular importance for patients with a high risk of bleeding [1]. This applies, in particular, to the elderly, patients with gastric or duodenal ulcers, as well as people taking anticoagulants due to concomitant pathology, such as atrial fibrillation. In such cases, reducing the duration of antiplatelet therapy reduces the risk of hemorrhagic complications and improves the overall treatment effectiveness and prognosis. In addition, the use of DCB is especially important for patients who require urgent surgical interventions, such as cardiac surgery or major orthopedic manipulations, where it is necessary to temporarily stop antiplatelet therapy. The use of stents in such cases may pose additional risks, since their withdrawal increases the likelihood of acute thrombotic complications. In contrast, DCB allows for effective angioplasty without the need for long-term antiplatelet therapy, making this method safer in such clinical scenarios [2,3].

Another important advantage of DCB is its effectiveness in the treatment of restenosis in already implanted stents (in-stent restenosis, ISR), which remains a serious problem in interventional cardiology. Repeated stenting in such cases can lead to further reduction of the vessel

lumen, which increases the risk of thrombosis and deterioration of coronary blood flow. The use of DCB allows for effective control of the intimal hyperplasia within the stent area without the need for additional metal structures, which contributes to a better long-term prognosis. This is especially important for patients with multiple lesions, where it is necessary to minimize intervention in the coronary bed while maintaining sufficient vascular patency [4,5].

Thus, angioplasty using DCB has significant advantages in the treatment of patients with diffuse CA lesions and stent restenosis. It reduces the risk of restenosis, reduces the need for long-term antiplatelet therapy, and minimizes complications associated with repeated stenting. Further studies of this method will help determine the optimal indications for its use and refine treatment protocols, contributing to increased effectiveness and safety of revascularization in complex clinical cases.

The PEPCAD NSTEMI study demonstrated non-inferior results of DCB compared with stenting. At 9.2 ± 0.7 months of follow-up, the rate of target lesion treatment failures was 3.8 % in the DCB group versus 6.6 % in the stent group ($p > 0.05$). At the same time, the rate of major adverse cardiac events (MACE) was 6.7 % versus 14.2 %, respectively.

In the REVELATION trial, which focused on patients with STEMI, DCB demonstrated non-inferiority in terms of fractional flow reserve (FFR) at 9 months: 0.92 ± 0.05 in the DCB group versus 0.91 ± 0.06 in the DES group. This data highlights the ability of DCB to effectively restore blood flow and vascular endothelial function [6].

The study results highlight the significant advantages of using DCB in the treatment of ACS. First, the DCB strategy provides a lower risk of thrombosis because there is no permanent implant that can act as a thrombogenic substrate. Second, the procedure is less invasive, which reduces the risk of vascular wall damage and facilitates endothelial repair.

However, challenges remain. In particular, additional vessel preparation is often required, which increases the cost and amount of equipment required for the procedure, and further studies of long-term outcomes and optimization of vessel preparation approaches are needed. The issue of choosing the right balloon size, the risks of dissection, and limitations in operator experience should also be considered for the full integration of this method into clinical practice [7].

We observed another systematic review and meta-analysis that assessed the practicality of using paclitaxel-coated balloon (PCB) angioplasty as a treatment option for patients with acute coronary syndrome (ACS), comparing its effectiveness and safety to that of modern drug-eluting stents (DES). Drawing from a cohort of over 2,000 ACS patients across multiple studies, the analysis found that PCB angioplasty demonstrated comparable results to DES placement in terms of key cardiovascular outcomes, including mortality, myocardial infarction, revascularization rates, and bleeding complications.

Historically, PCB angioplasty has been established as a viable strategy for chronic coronary syndromes. Recent guidelines and expert recommendations have begun to acknowledge its potential applicability in ACS, based on randomized clinical trials. However, meta-analyses evaluating PCB specifically in the context of ACS have been limited. This study sought to bridge that gap by including a diverse range of ACS presentations, such as ST-elevation myocardial infarction, non-ST-elevation myocardial infarction, and unstable angina [10]. The clinical baseline characteristics were well-balanced across groups, ensuring meaningful comparisons, although patients with extreme clinical instability or severely calcified lesions were often excluded due to their known association with poor outcomes [17].

Some earlier trials were not included due to variations in revascularization strategies that did not align with the study's inclusion criteria. The overall analysis confirmed the non-inferiority of PCB compared to DES in terms of safety and angiographic outcomes. The findings suggest that PCB could be a promising alternative in emergent coronary interventions, expanding its use beyond stable patients.

The mechanism by which PCB angioplasty may offer benefits includes the localized delivery of paclitaxel to the site of the lesion without permanent implantation of a stent. This approach avoids complications such as very late stent thrombosis and in-stent restenosis, which can occur due to chronic inflammation or neointimal hyperplasia [8]. Furthermore, younger patients with ACS, who may benefit from long-term stent avoidance, could be ideal candidates for PCB therapy when combined with optimal medical treatment.

Angiographic data suggest that late lumen loss following PCB angioplasty tends to be minimal, mirroring results seen in elective procedures for stable coronary disease. In many cases, vessel remodeling and late lumen enlargement (LLE) have been observed, likely due to a combination of lesion expansion, plaque regression, and the resolution of minor procedural dissections. These effects may translate into lower rates of repeat revascularization and improved long-term vessel patency.

Compared to earlier balloon-only approaches, PCB angioplasty demonstrates enhanced outcomes when used with proper lesion preparation techniques [16]. Critical procedural steps – such as thrombus reduction, careful balloon sizing, and avoidance of significant dissection – are essential to achieve favorable results. Intravascular imaging has emerged as a valuable tool for guiding lesion preparation and evaluating suitability for PCB therapy, particularly in the heterogeneous population of ACS patients.

Preserving coronary vasomotion is another unique advantage of PCB angioplasty, which could be relevant in mitigating conditions like vasospastic angina and other functional coronary disorders often implicated in ACS and sudden cardiac death. Thus, expanding the use of PCB in ACS requires both procedural expertise and a nuanced understanding of lesion pathology.

This review also highlights the importance of balloon length and lesion morphology. PCB angioplasty using shorter, focused balloons has shown consistent efficacy in various coronary artery sizes and pathologies, suggesting an optimal balloon length around 20 mm may offer a balance between drug delivery and procedural safety. Lesions that are not extensively calcified and those with manageable thrombus burden appear most amenable to PCB treatment [11].

Despite its promise, several limitations exist. The overall number of patients in the included studies remains modest, and the follow-up periods are relatively short. Variations in inclusion criteria and procedural strategies across studies introduce potential bias. Moreover, the absence of detailed procedural data limits insights into the technical nuances that might influence outcomes.

Subgroup analysis in this study also explored the use of PCB in specific ACS presentations, such as ST-elevation myocardial infarction, finding no significant differences in key outcomes compared to DES treatment [12,13]. However, the dominance of a few studies with high statistical weight means that further data are needed to validate these preliminary findings.

Another area of interest is the potential for reducing dual antiplatelet therapy (DAPT) duration following PCB angioplasty. The reduced need for prolonged DAPT could lower bleeding risks – a known drawback of DES therapy, particularly in high-risk patients [14,15]. Although the present review suggests bleeding events are not increased with PCB despite shorter DAPT durations, future investigations are necessary to define optimal antiplatelet regimens.

In conclusion, while this analysis provides the first comprehensive synthesis of data supporting the use of PCB angioplasty in ACS, further large-scale, long-term studies are needed. These should focus on clinical endpoints such as mortality, myocardial infarction, and long-term vessel patency, as well as procedural standardization [18]. Identifying which patients are most likely to benefit from this stent-less approach will be critical in refining the role of PCB in the contemporary management of ACS.

Conclusions. Coronary angioplasty using drug-coated balloon catheters is a promising direction in modern interventional cardiology for patients with acute coronary syndromes (ACS). This method provides a number of important advantages, including a reduced risk of thrombosis, simplified technique, and improved regeneration and functional recovery of the vascular endothelium. Due to these characteristics, balloon angioplasty can be considered as an effective and less invasive alternative to traditional stenting, especially in patients with diffuse coronary artery disease for whom stent implantation is technically difficult or associated with high risks. Despite the significant potential of this method, it should be borne in mind that its widespread implementation requires large-scale clinical studies aimed at determining long-term efficacy and safety. It is especially important

to study the long-term effectiveness of the procedure, repeated ischemic events, the rates of restenosis and the likelihood of complications associated with the use of drug-coated balloon catheters. In addition, the cost-effectiveness of the method should be assessed compared with traditional approaches, including stenting and drug therapy. Thus, angioplasty with therapeutic coated bal-

loon catheters is a promising method that can significantly improve the treatment outcomes of patients with ACS, especially in difficult clinical situations. However, for its final implementation into widespread clinical practice, further detailed studies are needed to determine optimal indications, improve application protocols, and evaluate long-term efficacy in different patient groups.

Список використаних джерел

References

1. Niehe SR, Vos NS, Van Der Schaaf RJ, Amoroso G, Herrman J-PR, Patterson MS, et al. Two-year clinical outcomes of the REVELATION study: sustained safety and feasibility of paclitaxel-coated balloon angioplasty versus drug-eluting stent in acute myocardial infarction. *J Invasive Cardiol*. 2022;34:E39–42. DOI: 10.25270/jic/20.00741
2. Scheller B, Ohlow MA, Ewen S, Kische S, Rudolph TK, Clever YP, et al. Bare metal or drug-eluting stent versus drug-coated balloon in non-ST-elevation myocardial infarction: the randomised PEPCAD NSTEMI trial. *EuroIntervention*. 2020 Apr 17;15(17):1527–1533. DOI: 10.4244/EIJ-D-19-00723
3. Fahrni G, Scheller B, Coslovsky M, Gilgen N, Farah A, Ohlow MA, et al. BASKET-SMALL 2 Investigators. Drug-coated balloon versus drug-eluting stent in small coronary artery lesions: angiographic analysis from the BASKET-SMALL 2 trial. *Clin Res Cardiol*. 2020 Sep;109(9):1114–1124. DOI: 10.1007/s00392-020-01603-2
4. Kim S, Kang DO, Her AY, Song WH, Shin ES. Drug-Coated Balloon-Based Percutaneous Coronary Intervention in De Novo Coronary Artery Disease and Tips for Procedural Success. *J Cardiovasc Interv*. 2024 Oct;3(4):190–198. <https://doi.org/10.54912/jci.2024.0019>
5. Madhavan MV, Kirtane AJ, Redfors B, G  n  reux P, Ben-Yehuda O, Palmerini T, et al. Stent-Related Adverse Events >1 Year After Percutaneous Coronary Intervention. *J Am Coll Cardiol*. 2020 Feb 18;75(6):590–604. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.11.058
6. Carrick D, Oldroyd KG, McEntegart M, et al. A randomized trial of deferred stenting versus immediate stenting to prevent no- or slow-reflow in acute st-segment elevation myocardial infarction (DEFER-STEMI). *J Am Coll Cardiol*. 2014;63:2088–98. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.02.530
7. Vos NS, Dirksen MT, Vink MA, van Nooijen FC, Amoroso G, Herrman J-PR, Kiemeneij F, et al. Safety and feasibility of a Paclitaxel-eluting balloon angioplasty in Primary Percutaneous coronary intervention in Amsterdam (PAPPA): one-year clinical outcome of a pilot study. *EuroIntervention*. 2014;10:584–90. DOI: 10.4244/EIJV10I5A101
8. Colombo A, Leone PP. Redefining the way to perform percutaneous coronary intervention: a view in search of evidence. *Eur Heart J*. 2023 Nov 1;44(41):4321–4323. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad215
9. Jeger RV, Eccleshall S, Wan Ahmad WA, Ge J, Poerner TC, Shin ES, Alfonso F, et al. International DCB Consensus Group. Drug-Coated Balloons for Coronary Artery Disease: Third Report of the International DCB Consensus Group. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020 Jun 22;13(12):1391–1402. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.02.043
10. Jing Q.M., Zhao X., Han Y.L., Gao L.L., et al. A drug-eluting Balloon for the treatment of coronary bifurcation lesions in the side branch: a prospective multicenter randomized (BEYOND) clinical trial in China. *Chin Med J*. 2020 Apr 20;133:899–908. DOI: 10.1097/CM9.0000000000000743
11. Kondo Y, Ishikawa T, Shimura M, Yamada K, Ukaji T, Tamura Y, Arai M, et al. Cardiovascular Outcomes after Paclitaxel-Coated Balloon Angioplasty versus Drug-Eluting Stent Placement for Acute Coronary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(5):1481. DOI: 10.3390/jcm13051481
12. Kondo Y, Ishikawa T, Shimura M, et al. Cardiovascular Outcomes after Paclitaxel-Coated Balloon Angioplasty versus Drug-Eluting Stent Placement for Acute Coronary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2024;13(5):1481. Published 2024 Mar 4. doi:10.3390/jcm13051481
13. Florin-Leontin Lazar, Horea Laurentiu Onea, Calin Homorodean, Ioan Cornel Bitea, Diana Raluca Lazar, Mihai Claudiu Ober. Drug-Coated Balloons in All-Coroner Population-Are We There Yet?. *Journal of Clinical Medicine*. 2025;14 (10):3608. <https://doi.org/10.3390/jcm14103608>
14. Silvia Renon, Rafic Ramses, Ankush Aggarwal, Richard Good, Sean McGinty. Drug coated balloons in percutaneous coronary intervention: how can computational modeling help inform evolving clinical practice?. *Frontiers in Medical Technology*. 2025;7. DOI: 10.3389/fmedt.2025.1546417
15. Gurgoglione FL, Gattuso D, Greco A, Donelli D, Niccoli G, Cortese B. Angiographic and clinical impact of balloon inflation time in percutaneous coronary interventions with sirolimus-coated balloon: A subanalysis of the EASTBOURNE study. *Cardiovasc Revasc Med*. 2025;73:70–75. doi:10.1016/j.carrev.2024.07.021
16. Mekhtiyeva Fatma Bk, Bil'chenko O. Zv'yazok mekhanichnoyi dysynkhroniyi miokarda livoho shlunochka ta kil'kosti urazhenykh koronarnykh arteriy u khvorykh na koronarnu khvorobu sertsya, yakym provodylas' revaskulyaryzatsiya. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Medicine. 2024;32(1(48)):40–8. Available from: <https://ukrmedsci.com/index.php/visnyk/article/view/4>
17. Greco A, Di Leo G, Spagnolo M, Giacoppo D, Capodanno D. Expanding indications for drug-coated balloons in coronary artery disease. *Expert Rev Med Devices*. 2025;22(4):321–338. doi:10.1080/17434440.2025.2474179
18. Camaj A, Leone PP, Colombo A, et al. Drug-Coated Balloons for the Treatment of Coronary Artery Disease: A Review. *JAMA Cardiol*. 2025;10(2):189–198. doi:10.1001/jamacardio.2024.4244

Коронарна ангіопластика з використанням балонного катетера з лікарським покриттям у лікуванні гострих коронарних синдромів: медико-соціальні перспективи та проблеми використання при дифузних ураженнях коронарних артерій. Літературний огляд

Аксьонов Є.В., Гладун А.Ю., Калашніков С.А.

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Резюме

Вступ. Сучасна інтервенційна кардіологія постійно розвивається, пропонуючи нові технології та стратегії для оптимізації лікування коронарних захворювань. Зокрема, балони з лікарським покриттям (DCB) демонструють значний потенціал у лікуванні пацієнтів з гострим коронарним синдромом (ГКС). Значний інтерес до застосування DCB обумовлений потребою в оптимізації лікування складних клінічних випадків, зокрема інфаркту міокарда з елевацією сегмента ST (STEMI) та зупинки серця поза лікарнею (ООНСА). У таких ситуаціях стратегія використання DCB може запропонувати нові рішення – зокрема, шляхом мінімізації ризику тромбозу та можливості уникнути тривалої антитромбоцитарної терапії.

Мета – обґрунтувати доцільність використання ангіопластики із застосуванням балонного катетера з лікарським покриттям (DCB) як альтернативного методу реваскуляризації у пацієнтів з гострими коронарними синдромами (ГКС), зокрема при дифузному ураженні коронарних артерій (КА).

Матеріали та методи. Цей огляд літератури присвячено аналізу медико-соціальних аспектів та клінічних перспектив використання DCB у лікуванні пацієнтів з ГКС. У центрі уваги – ефективність, безпечність та особливості застосування цієї технології в порівнянні з традиційним стентуванням. Особливу увагу приділено пацієнтам з дифузними ураженнями КА, де звичайні стенти можуть бути малоефективними.

DCB дозволяє доставляти антипрофілаферативний препарат локально, не залишаючи імплантата, що сприяє зменшенню ризику рестенозу та тромбозу, знижує потребу у тривалій подвійній антиагрегантній терапії (ПАТ). Це особливо актуально для хворих з високим ризиком кровотеч, наявністю супутніх захворювань або необхідністю невідкладного хірургічного втручання.

Результати клінічних досліджень PERCAD NSTEMI та REVELATION свідчать про не менш ефективну роботу DCB порівняно з медикаментозними стентами, зокрема щодо відновлення функціонального кровотоку, зменшення кількості ускладнень та рецидивів ішемії. Також аналізується потенціал DCB у лікуванні рестенозу в стентах, що є актуальною клінічною проблемою.

Обговорення. Перевагами DCB є менша інвазивність, збереження природної структури судинної стінки, можливість уникнення повторного стентування та менший ризик ускладнень у довгостроковій перспективі. Разом із тим метод потребує додаткових досліджень щодо довгострокової ефективності, оптимізації техніки застосування та вибору пацієнтів.

Висновки. Отже, ангіопластика з DCB є перспективним напрямом у сучасній інтервенційній кардіології, який заслуговує на ширше впровадження в клінічну практику, особливо у складних клінічних випадках.

Ключові слова: *деескалація подвійної антиагрегантної терапії, регенерація судинної стінки, лікування рестенозу в стенті, мінімізація тромботичних ризиків, інновації в інтервенційній кардіології, пацієнти високого серцевого ризику, безпека термінової інтервенції, збереження функції ендотелію.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 30.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 04.06.2025

Прийнято до друку / Accepted: 11.06.2025

Гогаєва О.К., д-р мед. наук, провідний науковий співробітник відділу хірургічного лікування ішемічної хвороби серця, <https://orcid.org/0000-0002-7338-475X>

Руденко М.Л., д-р мед. наук, завідувач відділу хірургічного лікування ішемічної хвороби серця, <https://orcid.org/0000-0002-0292-3250>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Чи є місце хірургічній реваскуляризації при гострому інфаркті міокарда?

Резюме

Швидке відновлення коронарного кровотоку є вкрай важливим у пацієнтів з гострим інфарктом міокарда (ІМ). Своєчасна реперфузія, що виконана в перші години від початку больового синдрому, дозволяє не тільки покращити результати, а й запобігти виникненню життєвоzagрозливих ускладнень. При ІМ перевагу надають черезшкірним коронарним втручанням та тромболітичній терапії, в той час як екстрена хірургічна реваскуляризація міокарда виконується у 1,2–5 % пацієнтів.

Мета – визначити роль хірургічної реваскуляризації міокарда при гострому ІМ за даними сучасної літератури.

Матеріали та методи. Аналіз сучасної літератури, клінічних рекомендацій з хірургічного лікування гострого ІМ.

Висновки. У пацієнтів з гострим ІМ виконання екстреної хірургічної реваскуляризації міокарда можливе. Стратегія лікування таких пацієнтів обирається серцевою командою індивідуально, на підставі оцінки тривалості больового синдрому, стану гемодинаміки, складності ураження вільцевого русла, наявності механічних та тромботичних ускладнень. Пріоритетність екстреного кардіохірургічного втручання зростає при неможливості стентування інфарктзалежної артерії, багатосудинному ураженні вільцевого русла, великому об'ємі ішемічного ураження міокарда, а також механічних ускладнень. Необхідні подальші клінічні дослідження для вибору оптимального часу кардіохірургічного втручання на тлі гострого ІМ з та без елевачії сегменту ST.

Ключові слова: гострий коронарний синдром, реперфузія, коронарне шунтування, механічні ускладнення інфаркту, оптимізація часу операції, серцева команда.

Швидке відновлення коронарного кровотоку з метою збереження міокарда та зниження смертності є вкрай важливим у пацієнтів з гострим інфарктом міокарда (ІМ). Своєчасна реперфузія, виконана в перші години від початку больового синдрому, у рамках так званого терапевтичного вікна, дозволяє не тільки покращити результати, а й запобігти виникненню життєвоzagрозливих механічних та тромбоемболічних ускладнень. При ІМ перевагу надають черезшкірним коронарним втручанням (ЧКВ) та тромболітичній терапії, в той час як екстрена хірургічна реваскуляризація міокарда виконується у 5 % пацієнтів [1].

Мета – визначити роль хірургічної реваскуляризації міокарда при гострому ІМ за даними сучасної літератури.

Матеріали та методи. Аналіз сучасної літератури, клінічних рекомендацій з хірургічного лікування гострого ІМ.

Великі рандомізовані дослідження пріоритетності коронарного шунтування (КШ) у лікуванні пацієнтів з ІМ ніколи не проводились з огляду на економічні, матеріально-технічні та практичні обмеження хірургічної стратегії [2]. Вдосконалення технік ендovasкулярного відновлення вільцевого кровотоку дозволило з роками зменшити частку виконання КШ у пацієнтів з ІМ з 9,2 % у 2002 році до 5,5 % у 2016 р., тоді як періопераційна загальна госпітальна смертність не змінилася (5,1 % у 2002 році проти 4,2 % у 2016 році, $p = 0,66$). За даними загальнонаціонального аналізу Elbadawi A. зі співавторами у 2002–2010 рр. виконання КШ на 1–2 добу ІМ з елевачією сегмента ST асоціювалося з вищою внутрішньолікарняною смертністю; у 2011–2016 рр. результати були подібні до КШ з >3-денною давністю ІМ, а також асоціювалися з нижчими показниками ниркової недостатності, порушення мозкового кровообігу, порушень ритму серця та тривалості перебування у стаціонарі [3].

Thielmann зі співавторами проаналізували результати КШ 2616 пацієнтів після стентування та виявили, що частота госпітальних великих несприят-

ливих серцево-мозкових подій становила 16,4 % без ЧКВ, але 17,4 % з попереднім ЧКВ >24 годин, 25,6 % з попереднім ЧКВ <24 годин і 41,3 % з невдалим ЧКВ ($p = 0,014$). Багатофакторний логістичний регресійний аналіз показав, що попереднє ЧКВ ($p = 0,039$), а також невдале ЧКВ ($p = 0,001$) є предикторами госпітальної смертності від усіх причин та серйозних несприятливих серцево-мозкових подій [4]. КШ залишається важливим методом лікування ІМ при тривалій ішемії та розповсюдженому ураженні міокарда, коли неможливо виконати ендоваскулярне втручання; у разі неповної, недостатньої або невдалої ендоваскулярної реваскуляризації; після успішного стентування інфарктзалежної артерії при багатосудинному ураженні та за наявності показань до КШ [4].

Незважаючи на прогрес ендоваскулярних методів лікування та використання екстракорпоральних систем життєзабезпечення, рівень смертності пацієнтів з кардіогенним шоком на тлі ІМ залишається високим багато десятиліть поспіль [5,6]. Песимістичний прогноз кардіогенного шоку обумовлений синдромом малого викиду та неврологічною дисфункцією [7]. Згідно з європейськими рекомендаціями, КШ на тлі кардіогенного шоку слід виконувати без затримки у випадках, які не піддаються ендоваскулярному лікуванню [8,9,10]. Однак у реальній практиці хірургічне лікування проводять незначній кількості пацієнтів з ІМ, оскільки більшість кардіологів та кардіохірургів не схилиються до «агресивної» стратегії через подовжений час для порятунку ішемізованого міокарда та високий рівень періопераційних ускладнень, що ставить під загрозу будь-які шанси на успіх.

Питання доцільності хірургічної реваскуляризації міокарда на тлі гострого ІМ турбує кардіологів та кардіохірургів не одне десятиліття. Група авторів з клініки Мауо проаналізувала дані 1631 пацієнта, які перенесли ізольоване КШ, враховуючи час реваскуляризації від початку гострого ІМ з метою оцінки віддалених результатів лікування. КШ виконано 124 (5,7 %) пацієнтам протягом 24 годин від початку ІМ, 972 пацієнтам (51,2 %) – через 1–7 днів та 535 пацієнтам (43,2 %) – понад 7 днів після гострого інфаркту міокарда. Протягом 13,5 років спостереження виявлено, що пацієнти, оперовані в перші 7 діб ІМ, мали більший скоригований ризик пізньої загальної смертності, ніж оперовані з 8-го дня розвитку ІМ (коефіцієнт ризику 1,39, 95 % ДІ, 1,16–1,67; $P < 0,001$), тоді як оперовані протягом 24 годин мали порівнянний ризик пізньої загальної смертності (коефіцієнт ризику 1,12, 95 % ДІ, 0,86–1,47; $P = 0,39$). Вибір часу для хірургічної реваскуляризації міокарда був пов'язаний із пізньою смертністю у пацієнтів з ІМ без підйому сегмента ST (пацієнти, яким проведено КШ через >7 діб від початку ІМ, мали вищий ризик пізньої смертності [коефіцієнт ризику 1,38, 95 % ДІ, 1,14–1,67, $P < 0,001$] порівняно з тими, кому проведено КШ у 1–7 добу ІМ), але не у пацієнтів

з інфарктом міокарда з підйомом сегмента ST. Таким чином автори прийшли до висновку, що рання реваскуляризація міокарда шляхом КШ протягом 7 днів є корисною, особливо для пацієнтів з ІМ без підйому сегмента ST [11].

Дослідники з Південної Кореї виявили, що серед 1 705 843 пацієнтів з ІМ лише 1,18 % проведено хірургічну реваскуляризацію міокарда. КШ, проведене до 24 годин після діагностики ІМ, пов'язане зі значною мінімізацією міокардального пошкодження, автори підкреслили критичну роль швидкої реваскуляризації міокарда. Відтермінування КШ на 3 доби пов'язано з кращими результатами порівняно з операцією, що виконується на 2-гу добу ІМ. Таким чином, оптимізація часу КШ у пацієнтів з ІМ знижує захворюваність та смертність [12].

Згідно з рекомендаціями з лікування гострого коронарного синдрому Американського коледжу кардіологів за 2025 рік [13], у пацієнтів з ІМ з елевацією сегмента ST, яким неможливо провести ЧКВ, та за наявності великого ризику пошкодження міокарда, екстрене або ургентне КШ може бути ефективним для покращення клінічного результату (клас рекомендацій 2 а, рівень доказовості B-NR). Після успішної реперфузії інфарктзалежної артерії КШ також важливе при значному багатосудинному ураженні. Час виконання хірургічної реваскуляризації визначається серцевою командою індивідуально на підставі оцінки гемодинаміки та наявності ішемії. Після невдалого ЧКВ виконання КШ не рекомендується за відсутності великої зони ураження міокарда, малого діаметру вінцевих артерій та у разі високого ризику ускладнень порівняно з нехірургічним лікуванням [4,13].

У випадках ІМ без елевації сегмента ST та багатосудинному ураженні вінцевих артерій рішення про виконання КШ або ЧКВ приймається на підставі складності уражень вінцевих артерій та коморбідності (клас рекомендацій 1, рівень доказовості C-EO). Пацієнтам із складним ураженням основного стовбура ЛКА, складними стенозами трьох артерій та цукровим діабетом із залученням передньої міжшлуночкової гілки лівої коронарної артерії доцільно провести операцію КШ [14].

Кілька досліджень показали, що раннє КШ, виконане протягом трьох днів ІМ, може бути пов'язане з аналогічними результатами порівняно з відстроченим КШ [13,15].

Своєчасна реперфузійна терапія зменшує вірогідність виникнення механічних ускладнень ІМ (розрив міжшлуночкової перегородки [13,16,17,18], гостра мітральна недостатність, розрив вільної стінки), які потребують екстреного кардіохірургічного втручання (клас рекомендацій 1, рівень доказовості C-EO). Механічна підтримка у цих пацієнтів використовується для стабілізації стану та може бути своєрідним містком до кардіохірургії (клас рекомендацій 2 а, рівень доказовості B-NR) [13].

У 5–10 % пацієнтів з великим Q-ІМ передньої стінки виникає тромб у порожнині лівого шлуночка, що може призвести до тромбоемболічних ускладнень [13,19–22]. Тактика лікування тромбозу за сучасними рекомендаціями, як правило, полягає в антикоагулянтній терапії, проте у разі ризику емболізації, потоншення стінки лівого шлуночка рекомендований кардіохірургічний підхід [20,22]. Незважаючи на велику кількість сучасної літератури, присвяченої хірургічному лікуванню пацієнтів з ІМ, лишається багато невирішених питань, що потребують подальшого вивчення та проведення багатоцентрових досліджень.

Висновки. У пацієнтів з гострим ІМ виконання екстреної хірургічної реваскуляризації міокарда можливе. Стратегія лікування таких пацієнтів обирається серцевою командою індивідуально на підставі оцінки часу виникнення больового синдрому, стану гемодинаміки, складності ураження вінцевого русла, наявності механічних та тромботичних ускладнень. Пріоритетність екстреного кардіохірургічного втручання зростає при неможливості стентування інфарктзалежної артерії, багатосудинному ураженні вінцевого русла, великому об'ємі ішемічного ураження міокарда, а також механічних ускладнень.

Список використаних джерел

References

1. Tran DT, Welsh RC, Ohinmaa A, Thanh NX, Bagai A, Kaul P. Quality of Acute Myocardial Infarction Care in Canada: A 10-Year Review of 30-Day In-Hospital Mortality and 30-Day Hospital Readmission. *Can J Cardiol*. 2017;33(10):1319. DOI: 10.1016/j.cjca.2017.06.014
2. Shi WY, Smith JA. Role of Coronary Artery Bypass Surgery in Acute Myocardial Infarction. 2018 Jul 14. In: Watson TJ, Ong PJJ, Tchong JE, editors. *Primary Angioplasty: A Practical Guide* [Internet]. Singapore: Springer; 2018. Chapter 16. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK543586/>
3. Elbadawi A, Elzeneini M, Elgendy IY, Megaly M, Omer M, Jimenez E, Ghanta RK, Brilakis ES, Jneid H. Coronary artery bypass grafting after acute ST-elevation myocardial infarction. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2023;165(2):672. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.03.081
4. Thielmann M, Wendt D, Slottosch I, Welp H, Schiller W, Tsagakis K, Schmack B, Weymann A, Martens S, Neuhäuser M, Wahlers T, Choi Y H, Ruhparwar A, & Liakopoulos O. J. Coronary Artery Bypass Graft Surgery in Patients With Acute Coronary Syndromes After Primary Percutaneous Coronary Intervention: A Current Report From the North-Rhine Westphalia Surgical Myocardial Infarction Registry. *Journal of the American Heart Association*. 2021; 10(18):e021182. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.021182>
5. Thiele H, Akin I, Sandri M, Fuernau G, de Waha S, Meyer-Saraei R, et al. PCI Strategies in Patients with Acute Myocardial Infarction and Cardiogenic Shock. *New England Journal of Medicine*. 2017;377:2419–2432. DOI: 10.1056/NEJMoa1710261
6. Hawranek M, Gierlotka M, Pres D, Zembala M, Gąsior M. Nonroutine Use of Intra-Aortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock Complicating Myocardial Infarction with Successful and Unsuccessful Primary Percutaneous Coronary Intervention. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2018;11:1885–1893. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.07.030
7. Grothausen C, Friedrich C, Ulbricht U, Meinert J, Attmann T, Huenges K, Borzikowsky C, Haneya A, Schoettler J, & Cremer J. Coronary Artery Bypass Grafting in Patients with Acute Myocardial Infarction and Cardiogenic Shock. *Rev. Cardiovasc. Med*. 2022, 23(7), 237. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2307237>
8. Collet JP, Thiele H, Barbato E, Bauersachs J, Dendale P, Edvardsen T, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal*. 2021;42:1289–1367. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa575
9. Davierwala PM, Leontyev S, Verevkin A, Rastan AJ, Mohr M, Bakhtiyar F, et al. Temporal Trends in Predictors of Early and Late Mortality after Emergency Coronary Artery Bypass Grafting for Cardiogenic Shock Complicating Acute Myocardial Infarction. *Circulation*. 2016;134:1224–1237. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.021092
10. Acharya D, Gulack BC, Loyaga-Rendon RY, Davies JE, He X, Brennan JM, et al. Clinical Characteristics and Outcomes of Patients with Myocardial Infarction and Cardiogenic Shock Undergoing Coronary Artery Bypass Surgery: Data from the Society of Thoracic Surgeons National Database. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2016;101:558–566. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2015.10.051
11. Patlolla SH, Crestanello JA, Schaff HV, Pochettino A, Stulak JM, Daly RC, Greason KL, Dearani JA, Saran N. Timing of coronary artery bypass grafting after myocardial infarction influences late survival. *JTCVS Open*. 2024 May 23;20:40-48. DOI: 10.1016/j.xjon.2024.05.008
12. Kim HH, Lee M, Yoo KJ. Optimal Revascularization Timing of Coronary Artery Bypass Grafting in Acute Myocardial Infarction. *Clin Cardiol*. 2024 Aug;47(8):e24325. DOI: 10.1002/clc.24325
13. Rao SV, O'Donoghue ML, Ruel M, Rab T, Tamis-Holland JE, Alexander JH, Baber U, Baker H, Cohen MG, Cruz-Ruiz M, Davis LL, de Lemos JA, DeWald TA, Elgendy IY, Feldman DN, Goyal A, Isadinso I, Menon V, Morrow DA, Mukherjee D, Platz E, Promes SB, Sandner S, Sandoval Y, Schunder R, Shah B, Stopyra JP, Talbot AW, Taub PR, Williams MS. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the Management of Patients With Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2025 Apr;151(13):e771-e862. doi: 10.1161/CIR.0000000000001309. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001309>
14. Awton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, Bischoff JM, Bittl JA, Cohen MG, DiMaio JM, Don CW, Fremes SE, Gaudino MF, Goldberger ZD, Grant MC, Jaswal JB, Kurlansky PA, Mehran R, Metkus TS Jr, Nnacheta LC, Rao SV, Sellke

- FW, Sharma G, Yong CM, Zwischenberger BA. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022 Jan 18;145(3):e4-e17. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001039
15. Nichols EL, McCullough JN, Ross CS, et al. Optimal timing from myocardial infarction to coronary artery bypass grafting on hospital mortality. *Ann Thorac Surg*. 2017;103:162–171. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.05.116
 16. Sakaguchi G, Miyata H, Motomura N, et al. Surgical repair of post-infarction ventricular septal defect- findings from a Japanese national database. *Circ J*. 2019;83:2229–2235. DOI: 10.1253/circj.CJ-19-0593
 17. Schlotter F, de Waha S, Eitel I, et al. Interventional post-myocardial infarction ventricular septal defect closure: a systematic review of current evidence. *EuroIntervention*. 2016;12:94–102. DOI: 10.4244/EIJV12I1A17
 18. Giblett JP, Matetic A, Jenkins D, et al. Post-infarction ventricular septal defect: percutaneous or surgical management in the UK national registry. *Eur Heart J*. 2022;43:5020–5032. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac511
 19. Camaj A, Fuster V, Giustino G, et al. Left ventricular thrombus following acute myocardial infarction: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79:1010–1022.
 20. Gogayeva OK, Nudchenko OO, Aksonov YV, Rudenko AV. Urgent cardiac surgery for patient with floating thrombus in the left ventricle. *JACC: Case report*. 2024;29(24):102851. <https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2024.102851>
 21. Bulluck H, Chan MHH, Paradies V, et al. Incidence and predictors of left ventricular thrombus by cardiovascular magnetic resonance in acute ST-segment elevation myocardial infarction treated by primary percutaneous coronary intervention: a meta-analysis. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2018;20:72. DOI: 10.1186/s12968-018-0494-3
 22. Gogayeva OK, Nudchenko OO, Malysheva TA, Shnaider LM, Tertychna AS, Stavinchuk VI, et al. Urgent Cardiosurgical Treatment of a Military Servant with a Moving Thrombus in the Area of the Left Ventricular Apical Aneurysm (Case Report). *Ukrainian Journal of Cardiovascular Surgery*. 2024;32(1):76-82. [https://doi.org/10.30702/ujcvs/24.32\(01\)/GN005-7682](https://doi.org/10.30702/ujcvs/24.32(01)/GN005-7682)
 23. McCarthy CP, Vaduganathan M, McCarthy KJ, et al. Left ventricular thrombus after acute myocardial infarction: screening, prevention, and treatment. *JAMA Cardiol*. 2018;3:642–649. DOI: 10.1001/jamacardio.2018.1086

Is There a Place for Surgical Revascularization in Acute Myocardial Infarction?

Olena K. Gogayeva, Mykola L. Rudenko

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences
of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

Rapid restoration of coronary blood flow is extremely important in patients with acute myocardial infarction (AMI). Timely reperfusion, performed within the first hours from the onset of angina pectoris, not only improves outcomes but also prevents life-threatening complications. In AMI, preference is given to percutaneous coronary interventions and thrombolytic therapy, while emergency surgical myocardial revascularization is performed for 1.2–5 % of patients.

Aim- to determine the role of surgical myocardial revascularization in AMI according to modern literature.

Materials and methods. Analysis of recent clinical guidelines and literature on surgical treatment of AMI.

Conclusions. In patients with acute MI, emergency surgical myocardial revascularization is possible. The treatment strategy for patients with AMI is selected individually by the Heart Team, based on assessment of pain duration, hemodynamic status, complexity of coronary artery disease, and the presence of mechanical and thrombotic complications. The priority of emergency cardiac surgery increases when stenting of the infarct-related artery is impossible, in cases of multivessel coronary artery disease, large volume of ischemic myocardial damage, or mechanical complications. Further clinical studies are necessary to determine the optimal timing for cardiac surgery in the context of AMI with and without ST-segment elevation.

Keywords: acute coronary syndrome, reperfusion, CABG, mechanical complications of infarction, optimization of operation time, heart team.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 07.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 07.05.2025

Прийнято до друку / Accepted: 25.05.2025

УДК 616.127-005.8-053.9:616.132.2-007.272]-035
[https://doi.org/10.63181/ujcvs.2025.33\(2\).27-33](https://doi.org/10.63181/ujcvs.2025.33(2).27-33)

Калашніков С.А., аспірант, лікар-хірург відділення реперфузійної кардіології з рентгеноопераційною
<https://orcid.org/0000-0002-5027-8874>

Сало С.В., канд. мед. наук, завідувач відділення реперфузійної кардіології з рентгеноопераційною,
<https://orcid.org/0000-0001-5456-1418>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М.Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Вибір методики реваскуляризації міокарда у пацієнтів старших вікових груп з гострим коронарним синдромом без елевації сегмента ST

Резюме

Мета. Визначити відмінності у клініко-демографічних характеристиках пацієнтів старших вікових груп з гострим коронарним синдромом (ГКС) без елевації сегмента ST, яким проводиться перкутанне коронарне втручання (ПКВ) та коронарне шунтування (КШ), та вивчити фактори, що впливають на госпітальну летальність у цих пацієнтів.

Матеріали та методи. Дослідження мало ретроспективний, одноцентровий, спостережний дизайн. Проаналізовані дані 124 пацієнтів віком ≥ 65 років з діагнозом гострого коронарного синдрому без елевації сегмента ST, яким була проведена реваскуляризація методом ПКВ або КШ. Дев'яноста пацієнтам (72,6 %) було виконане перкутанне коронарне втручання (група ПКВ), і 34 пацієнтам (27,4 %) була виконана операція коронарного шунтування (група КШ).

Результати. Медіанний вік пацієнтів в обох групах склав 72 роки. Співвідношення чоловіків до жінок у групі ПКВ склало 54 до 36, а в групі КШ – 26 до 7 ($p = 0,04$). Медіанна тривалість перебування в стаціонарі в групі ПКВ склала 6 (4,0–6,0) днів, а в групі КШ – 13 (10,0–14,7) днів ($p < 0,001$). Співвідношення клінічних діагнозів інфаркту міокарда до нестабільної стенокардії в групі ПКВ становило 35 до 55, а в групі КШ – 6 до 28 ($p = 0,03$). Середня оцінка за шкалою SYNTAX у групі ПКВ становила $24,4 \pm 12,5$ бала, а в групі КШ – $36,2 \pm 12,7$ бала ($p < 0,001$). Пацієнти в групі ПКВ частіше мали гостру коронарну оклюзію ($p = 0,018$), та рідше мали хронічні коронарні оклюзії ($p = 0,045$), ураження ОС ЛКА ($p = 0,001$), або аорто-устьові ураження ($p = 0,006$). Не було виявлено значущої різниці між групами у клінічних проявах, сукупних захворюваннях та перенесених втручаннях. Факторами, що були пов'язані з вищим ризиком госпітальної летальності, були: вік ($p = 0,04$), тривалість госпіталізації ($p = 0,009$), діагноз інфаркту міокарда ($p < 0,001$), хронічна хвороба нирок ($p < 0,001$), перенесені гострі порушення мозкового кровообігу ($p = 0,003$), гостра оклюзія коронарної артерії ($p = 0,021$), наявність операції КШ в анамнезі ($p = 0,013$).

Висновки. Пацієнти 65 років і старше з ГКС без елевації сегмента ST, яким виконуються ПКВ та КШ, відрізняються за статтю, діагнозом, видом госпіталізації та анатомічними характеристиками ураження коронарних артерій. При виборі методу лікування згідно з сучасними рекомендаціями госпітальна летальність у групах ПКВ та КШ не відрізнялася. Зростання віку, більша тривалість госпіталізації, діагноз інфаркту міокарда, гостра коронарна оклюзія, наявність хронічної ниркової недостатності, перенесені гострі порушення мозкового кровообігу та наявність операції коронарного шунтування в анамнезі є факторами, пов'язаними з вищою госпітальною летальністю, що мають бути враховані при оцінці переваг та ризиків реваскуляризації та виборі стратегії лікування.

Ключові слова: інфаркт міокарда, NSTEMI, старша вікова група, перкутанне коронарне втручання, коронарне шунтування, ішемічна хвороба серця.

Вступ. Протягом останніх десятиліть середній вік населення постійно зростає як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються, зокрема в Україні [1]. Зростання віку є фактором ризику низки захворювань, серед яких серцево-судинні залишаються

найбільш поширеною причиною смертності. Серед осіб віком 65–74 роки частота виникнення гострого коронарного синдрому (ГКС) у сім разів перевищує аналогічний показник серед осіб віком 35–44 роки, а серед осіб віком ≥ 85 років – у шість разів [2]. Діагностувати цей стан не завжди вдається своєчасно, адже пацієнти старшого віку частіше за молодих не мають елевації сегмента ST на електрокардіограмі, а також частіше мають атипову клінічну симптоматику [3].

© 2025 The Authors. National M. M. Amosov Institute of Cardiovascular Surgery NAMS of Ukraine. This is an open access article under the CC BY-SA license.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Серед пацієнтів старшого віку також частіше зустрічається множинна супутня патологія, яка знижує функціональні резерви організму, підвищує ризик декомпенсації захворювань серцево-судинної системи і призводить до більш тяжкого їх перебігу [4].

Тому прийняття клінічних рішень і обрання тактики лікування між медикаментозною терапією, ПКВ та КШ наразі ґрунтується на результатах ретроспективних і реєстрових досліджень. Вони є джерелом для рекомендацій, настанов та протоколів надання допомоги, адже наразі відсутні рандомізовані контрольовані дослідження, що порівнюють ефективність перкутанних коронарних втручань (ПКВ) та коронарного шунтування (КШ) у пацієнтів старшого віку з ГКС без елевації сегмента ST. Рекомендації провідних міжнародних кардіологічних спільнот та асоціацій з вибору тактики ревазуляризації при ГКС без елевації сегмента ST наведені у таблиці 1 [5–7].

Мета – вивчити відмінності між пацієнтами старшого віку з гострим коронарним синдромом, яким було проведено ПКВ та КШ, а також проаналізувати фактори, що можуть впливати на госпітальну летальність у таких пацієнтів.

Матеріали та методи. Дослідження мало ретроспективний одноцентровий обсерваційний дизайн. Критеріями включення у дослідження були наявність у пацієнтів діагнозу гострого коронарного синдрому без елевації сегмента ST, вік ≥ 65 років на момент поступлення та проведена ревазуляризація шляхом перкутанного коронарного втручання (ПКВ) або коронарного шунтування (КШ). Вікова межа ≥ 65 років відповідає визначенню похилого віку (elderly),

яке використовують міжнародні та європейські кардіологічні товариства [8].

Були проаналізовані 734 стаціонарні картки пацієнтів з гострим коронарним синдромом за 2023–2024 рр. Через невідповідність критеріям включення були вилучені: 352 пацієнти молодше 65 років, 122 пацієнти з гострим коронарним синдромом з елевацією сегмента ST та 136 пацієнтів, які отримали лише медикаментозне лікування. В остаточний аналіз увійшли 124 пацієнти старших вікових груп з ГКС без елевації сегмента ST, яким була виконана ревазуляризація після встановлення діагнозу.

Джерелом даних була медична інформаційна система «EMCiMED», для збору даних використано застосунок Microsoft Excel (версія 16.94). Статистичний аналіз проведено в застосунку JASP (версія 0.19.3 для Apple Silicon) із застосуванням методів описової статистики, U-критерію Манна-Уїтні, логістичної регресії для безперервних непараметричних даних та коефіцієнта рангової кореляції Спірмена. Для порівняння категоричних даних використовувався точний критерій Фішера або тест χ^2 Пірсона з 1 ступенем свободи (df).

Медіанний вік пацієнтів становив 72 роки (міжквартильний розмах (МКР): 69,0–77,25); серед них 81 чоловік (65,3 %) і 43 жінки (34,7 %). Діагноз гострого інфаркту міокарда було встановлено 42 пацієнтам (33,9 %), решті 82 пацієнтам (66,1 %) – діагноз нестабільної стенокардії. При поступленні 68 пацієнтів (54,8 %) скаржились на біль, 51 (41,1 %) – на задишку, 11 (8,9 %) – на перебої в роботі серця, 12 (9,7 %) – на головокружіння, 4 (3,2 %) – на запа-

Таблиця 1

Рекомендації міжнародних спільнот з вибору тактики ревазуляризації при ГКС без елевації сегмента ST у пацієнтів старших вікових груп

Європейське товариство кардіологів (ESC). «Рекомендації з лікування гострих коронарних синдромів», 2023 [5].	Для пацієнтів, що потребують негайної ревазуляризації при гострому інфаркті міокарда без елевації сегмента ST високого ризику, ПКВ зазвичай є кращим через його швидкість, якщо супутні механічні ускладнення не вимагають хірургічного втручання. У інших пацієнтів з ГКС вибір методу ревазуляризації має спиратися на кількість уражених судин і загальні принципи ревазуляризації міокарда. У пацієнтів з багатосудинним ураженням низького хірургічного ризику на вибір методу ревазуляризації впливає анатомічна складність уражень та супутні захворювання, зокрема наявність цукрового діабету.
Американська серцева асоціація (АНА/ACC) «Рекомендації з ведення пацієнтів з гострими коронарними синдромами без елевації сегмента ST» 2014 р [6].	Вибір КШ, радше ніж ПКВ, є обґрунтованим у старших пацієнтів (≥ 75 років) з ГКС без елевації сегмента ST, якщо вони є гарними кандидатами для хірургії. Зокрема, це стосується пацієнтів із цукровим діабетом або комплексним трисудинним ураженням (SYNTAX score >22), з або без залучення проксимальної частини передньої низхідної артерії. Пацієнти з ураженням основного стовбура лівої коронарної артерії або багатосудинним ураженням коронарних артерій зі зниженою фракцією викиду лівого шлуночка мають високий ризик несприятливих подій та можуть отримати користь від проведення КШ.
Японське серцеве товариство (JCS), «Рекомендації з діагностики та лікування гострого коронарного синдрому», 2018 р [7].	Для пацієнтів з ГКС без елевації сегмента ST після невдалого або технічно складного ПКВ, повторних нападів ішемії та гемодинамічної нестабільності, рефрактерної до медикаментозного лікування, ургентне КШ має бути обговорене мультидисциплінарною командою. Для пацієнтів з повторними нападами ішемії, рефрактерними до медикаментозного лікування, та великою зоною ризику (виражений стеноз стовбура лівої коронарної артерії або проксимального сегмента передньої низхідної артерії) раннє проведення КШ має бути обговорене мультидисциплінарною командою.

морочення, 13 (10,5 %) – на слабкість і 8 (6,5 %) – на нудоту. Супутні захворювання мали наступний розподіл: 107 (86,3%) – артеріальна гіпертензія (АГ), 32 (25,8 %) – перенесений у минулому інфаркт міокарда (ІМ), 25 (20,2 %) – цукровий діабет (ЦД) 2 типу, 18 (14,5 %) – фібриляція передсердь (ФП), 18 (14,5 %) – хронічна хвороба нирок (ХХН), 11 (8,9 %) – хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ), і 10 (8 %) – перенесене у минулому гостре порушення мозкового кровообігу. Двадцять (16,1 %) пацієнтів повідомили, що вони є курцями. Чотири пацієнти (3,2 %) потребували проведення повторних втручань протягом періоду госпіталізації. Загальна госпітальна летальність становила 14 випадків (11,3%). Дев'яноста пацієнтам (72,6 %) було виконане перкутанне коронарне втручання (група ПКВ), а 34 пацієнтам (27,4 %) – операція коронарного шунтування (група КШ).

Порівняння клініко-демографічних характеристик пацієнтів в обох групах наведено у таблиці 2.

Результати. Медіанний вік пацієнтів в обох групах склав 72 роки (МКР у групі ПКВ: 69,25–79,75; у групі КШ: 69,0–76,75; $U = 1426,0$; $p = 0,56$). Співвідношення чоловіків до жінок у групі ПКВ склало 54 до 36, а в групі КШ – 26 до 7 ($\chi^2 = 4,10$; $p = 0,04^*$).

У групі ПКВ 87 пацієнтів були госпіталізовані ургентно, і 3 пацієнти – планово, тоді як у групі КШ ургентно були госпіталізовані 25 пацієнтів, а планово – 9 пацієнтів ($\chi^2 = 12,45$; $p < 0,001^*$).

Медіанна тривалість перебування в стаціонарі у групі ПКВ склала 6 днів (МКР: 4,0–6,0), а в групі КШ – 13 днів (МКР: 10,0–14,7; $U = 2654,5$; $p < 0,001^*$).

Співвідношення клінічних діагнозів інфаркту міокарда до нестабільної стенокардії в групі ПКВ становило 35 до 55, а в групі КШ – 6 до 28 ($\chi^2 = 5,03$; $p = 0,03^*$). Про активне паління повідомили 14 пацієнтів з групи ПКВ і 6 пацієнтів у групі КШ ($\chi^2 = 0,08$; $p = 0,78$).

При зіставленні симптомів та супутніх захворювань була виявлена статистично значуща кореляція

між парами: ЦД / задишка ($p = 0,009$), ХОЗЛ / задишка ($p = 0,03$), ФП / задишка ($p = 0,02$), ЦД / АГ ($p = 0,03$), ЦД / ФП ($p = 0,03$), ЦД / ХХН ($p = 0,005$), ХОЗЛ / куріння ($p < 0,001$), ФП / відчуття перебоїв у роботі серця ($p = 0,03$), ГПМК / запаморочення ($p = 0,01$), ГПМК / слабкість ($p = 0,04$), ГПМК / ЦД ($p = 0,01$), ГПМК / ФП ($p = 0,02$), ГПМК / ХХН ($p = 0,02$). Також була виявлена кореляція між госпітальною летальністю та діагнозом інфаркту міокарда ($p < 0,001$), ХХН ($p < 0,001$) і перенесеними ГПМК ($p = 0,003$). Десять (11,1%) пацієнтів у групі ПКВ і 3 (8,8%) пацієнти в групі КШ мали в анамнезі стентування коронарних артерій, тоді як шунтування коронарних артерій мали в анамнезі 4 (4,4%) пацієнти у групі ПКВ, і не мав жоден пацієнт у групі КШ.

Порівняння клінічних проявів та супутніх захворювань в обох групах наведено у таблиці 3.

Середнє значення оцінки за шкалою SYNTAX у групі ПКВ становило $24,4 \pm 12,5$ балів, а в групі КШ – $36,2 \pm 12,7$ балів ($U = 1514,5$; $p < 0,001$).

Гостра оклюзія коронарної артерії була наявна у 16 (17,8 %) пацієнтів у групі ПКВ і в 1 (2,9 %) пацієнта в групі КШ. Хронічні оклюзії коронарних артерій були виявлені у 13 (14,4 %) пацієнтів у групі ПКВ і 11 (32,3 %) у групі КШ. Ураження основного стовбура лівої коронарної артерії були виявлені у 11 (12,2 %) пацієнтів у групі ПКВ і 18 (52,9 %) пацієнтів у групі КШ. Аорто-устьові ураження були наявні у 10 (11,1 %) пацієнтів у групі ПКВ і 15 (44,1 %) пацієнтів у групі КШ.

Порівняння анатомічних характеристик в обох групах наведено у таблиці 4.

Госпітальна летальність після проведення реваскуляризації в групі ПКВ склала 12 випадків (13,3 %), тоді як у групі КШ був зафіксований 1 випадок (2,9 %) (відношення ризиків (ВР): 5,57, 95 % довірчий інтервал (ДІ): 0,7 – 44,35, $p = 0,11$).

Зв'язок між анатомічними, клініко-анамнестичними характеристиками пацієнтів та госпітальною летальністю представлений у таблиці 5 та на рисунках 1–2.

Таблиця 2

Порівняння клініко-демографічних характеристик в групах ПКВ та КШ

		ПКВ (n=90)	КШ (n=34)	χ^2	U	p
Вік		72 (69.25 – 79.75)	72 (69.0 – 76.75)		1426.0	0.56
Стать	Чоловіки	54	27	4.10		0.04*
	Жінки	36	7			
Вид госпіталізації	Ургентна	87	25	12.45		< 0.001*
	Планова	3	9			
Тривалість госпіталізації		6 (4.0 – 6.0)	13 (10.0 – 14.7)		2654.5	< 0.001*
Діагноз	ІМ	35	6	5.03		0.03*
	НС	55	28			

Примітки: ПКВ – перкутанне коронарне втручання, КШ – коронарне шунтування, ІМ – інфаркт міокарда, НС – нестабільна стенокардія.

Таблиця 3

Порівняння симптомів та супутніх захворювань в групах ПКВ та КШ

Клінічні прояви ГКС				
Симптоми	ПКВ (n=90)	КШ (n=34)	χ^2	p
Біль	48	20	0.3	0.58
Задихка	41	10	2.66	0.10
Перебої в роботі серця	10	1	2.04	0.15
Головокружіння	8	4	0.23	0.63
Запаморочення	4	0	1.56	0.21
Слабкість	11	2	1.06	0.3
Нудота	7	1	0.96	0.33
Супутні захворювання	ПКВ (n=90)	КШ (n=34)	χ^2	p
АГ	70	37	0.80	0.37
Перенесений ІМ	16	6	>0.01	0.98
ХХН	14	4	0.28	0.59
ФП	9	3	0.04	0.84
ХОЗЛ	8	2	0.30	0.58
Перенесені ГПМК	8	2	0.30	0.58
ЦД 2 типу	6	1	0.64	0.42
Перенесені втручання	ПКВ (n=90)	КШ (n=34)	χ^2	p
Стентування КА	10	3	0.14	0.71
Коронарне шунтування	4	0	1.51	0.21

Примітки: ПКВ – перкутанне КШ – коронарне шунтування, ЦД – цукровий діабет, АГ – артеріальна гіпертензія, ХОЗЛ – хронічне обструктивне захворювання легень, ФП – фібриляція передсердь, ГПМК – гостре порушення мозкового кровообігу, ІМ – інфаркт міокарда, ХХН – хронічна хвороба нирок, КА – коронарні артерії.

Обговорення. Отримані результати свідчать про суттєві клініко-демографічні та анатомічні відмінності між пацієнтами старшого віку з ГКС без елевачії сегмента ST, яким проводилося ПКВ, та пацієнтами, яким проводилось КШ. При ургентній госпіталізації та наявності діагнозу інфаркту міокарда (тобто підвищенні рівня серцевих біомаркерів) ревааскуляризація значно частіше проводилась шляхом ПКВ, що пояснюється вищою швидкістю та ширшою доступністю цієї методики і відповідає сучасним стандартам медичної допомоги [9]. Слід зазначити, що більшість протоколів лікування гострих коронарних синдромів не враховують фізіологічні відмінності старших пацієнтів, які можуть впливати на ефективність ПКВ у порівнянні з медикаментозною терапією при інфаркті міокарда – феномен, що був продемонстрований, зокрема, в нещодавньому дослідженні SENIOR-RITA [10]. Водночас група, якій було проведено КШ, характеризувалася значно вищою анатомічною складністю уражень коронарних артерій (вища оцінка за шкалою SYNTAX, більший відсоток уражень основного стовбура лівої коронарної артерії та аорто-устьових уражень), що відповідає загальноприй-

Таблиця 4

Порівняння анатомічних характеристик в групах ПКВ та КШ

Анатомічні характеристики				
Характеристика	ПКВ	КШ	χ^2	p
Гостра оклюзія КА	16	1	5.55	0.018*
Хронічна оклюзія КА	13	11	4.02	0.045*
Ураження ОС ЛКА	11	18	20.8	<.001*
Аорто-устьове ураження	10	15	7.69	0.006*
Оцінка за шкалою SYNTAX	24.4±12.5	36.2±12.7		<.001*

Примітки: ПКВ – перкутанне коронарне втручання, КШ – коронарне шунтування, КА – коронарні артерії, ОС ЛКА – основний стовбур лівої коронарної артерії.

Таблиця 5

Зв'язок між клініко-анамнестичними характеристиками пацієнтів та госпітальною летальністю

Ознака	ВР (95% ДІ)	χ^2	p
Стать	0.68 (0.22–2.09)	0.46	0.49
Вік			0.04*
ІМ	36.3 (4.55–289.9)	24.5	<.001*
ЦД	2.5 (0.75–8.26)	2.37	0.12
АГ	0.94 (0.19–4.66)	0.01	0.86
ХОЗЛ	0.77 (0.09–6.51)	0.06	0.8
ФП	1.73 (0.43–6.92)	0.61	0.44
ХХН	20.2 (5.57–73.26)	31.5	<.001*
Перенесені ІМ	1.17 (0.34–4.03)	0.06	0.8
Перенесені ГПМК	6.93 (1.67–28.73)	8.95	0.003*
Паління	0.36 (0.05–2.98)	0.94	0.33
Метод ревааскуляризації	5.57 (0.7–44.35)	3.26	0.07
Оцінка за шкалою SYNTAX			0.43
Гостра оклюзія КА	5.08 (1.05–23.8)	6.82	0.021*
Хронічна оклюзія КА	0.66 (0.13–3.27)	0.27	0.6
Ураження ОС ЛКА	0.49 (0.1–2.44)	0.77	0.38
Аорто-устьове ураження	0.44 (0.04–2.37)	1.04	0.31
Стентування в анамнезі	1.5 (0.29–7.5)	0.24	0.62
Шунтування в анамнезі	9.0 (1.16–69.82)	6.18	0.013*
Тривалість госпіталізації			0.009*

Примітки: ВР – відношення ризиків, ДІ – довірчий інтервал, ІМ – інфаркт міокарда, ЦД – цукровий діабет, АГ – артеріальна гіпертензія, ХОЗЛ – хронічне обструктивне захворювання легень, ФП – фібриляція передсердь, ГПМК – гостре порушення мозкового кровообігу, ІМ – інфаркт міокарда, ХХН – хронічна хвороба нирок, ОС ЛКА – основний стовбур лівої коронарної артерії, КА – коронарні артерії.

нятій практиці надання переваги хірургічному методу ревааскуляризації у пацієнтів з багатосудинним ураженням коронарних артерій. Виявлена статистично значуща різниця в розподілі за статтю між гру-

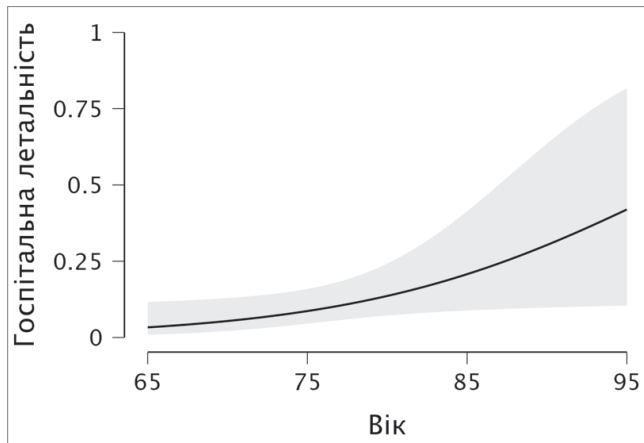


Рисунок 1. Зв'язок між віком та госпітальною летальністю після реваскуляризації при гострому коронарному синдромі

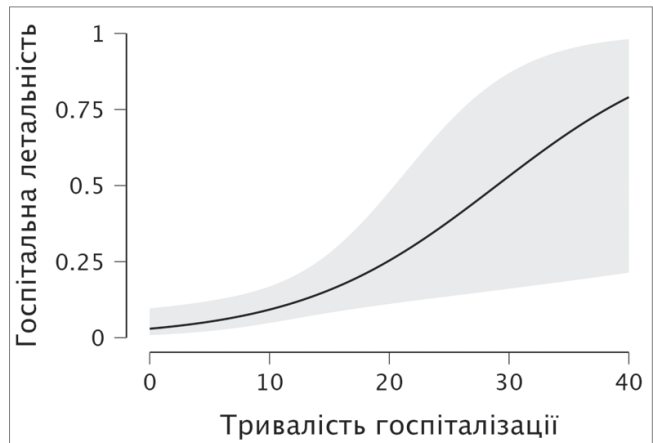


Рисунок 2. Зв'язок між тривалістю госпіталізації та госпітальною летальністю після реваскуляризації при гострому коронарному синдромі

пами може бути обумовлена тим, що жінки переважно розглядаються як пацієнтки вищого хірургічного ризику, ніж чоловіки. Цей підхід, зокрема, відображений наявністю жіночої статі як фактору хірургічного ризику у шкалі Euroscore II [11]. Варто зазначити, що дані, закладені в основу цього підходу, були отримані переважно в дослідженнях, проведених у XX столітті. Накопичення нових знань поступово призводить до перегляду ролі жіночої статі в оцінці ризику при лікуванні серцево-судинних захворювань. Одним із прикладів цього є зміна структури шкали CHA₂DS₂-VASc у рекомендаціях Європейської спільноти кардіологів 2024 року з лікування фібріляції передсердь на CHA₂DS₂-VA (тобто вилучення жіночої статі з переліку факторів тромботичного ризику при фібріляції передсердь) [12].

Аналіз госпітальної летальності прооперованих пацієнтів показав, що зростання віку, збільшення тривалості госпіталізації, наявність інфаркту міокарда та гострої коронарної оклюзії, хронічної ниркової недостатності та перенесених гострих порушень мозкового кровообігу є незалежними предикторами несприятливого прогнозу. Логістичний регресійний аналіз виявив, що зростання віку прямо асоційоване з поступовим підвищенням летальності, що підкреслює важливість врахування вікового фактору при обранні тактики лікування з огляду на подальший прогноз для пацієнта. Тривалість госпіталізації вірогідно є змішувальною змінною – важчий перебіг хвороби закономірно підвищує як летальність, так і тривалість перебування пацієнта в стаціонарі. Гостра коронарна оклюзія, яка зазвичай проявляється елевацією сегмента ST у молодших пацієнтів, може бути діагностована з запізненням у старших людей через відсутність типової симптоматики і класичних змін на електрокардіограмі. Це підкреслює важливість пошуку ефективних інструментів ранньої діагностики коронарної оклюзії, серед яких можуть бу-

ти моделі глибокого навчання та згорткові нейронні мережі.

Незважаючи на те, що метод реваскуляризації (ПКВ чи КШ) демонстрував тенденцію до впливу на госпітальну летальність, різниця між ними не мала статистичної значущості. Це може бути одним із наслідків селективності у відборі пацієнтів для проведення хірургічного або перкутанного втручання. Вивчення довгострокових результатів лікування може надати більше інформації про порівняльну ефективність обох методик, а створення міцної доказової бази потребує проведення рандомізованих досліджень. Те, що такі дослідження наразі відсутні, вірогідно, є наслідком складності залучення пацієнтів старшого віку в гострому стані та отримання інформованої згоди на рандомізацію. Інші клінічні параметри, такі як наявність цукрового діабету, артеріальної гіпертензії, хронічного обструктивного захворювання легень та фібріляції передсердь, не показали значущого впливу на госпітальну летальність у даному дослідженні, що може бути зумовлено обмеженим розміром вибірки або взаємодією цих факторів із більш вагомими чинниками, такими як вік та коронарна оклюзія.

Дослідження мало ряд обмежень: ретроспективний одноцентровий дизайн, відносно невеликий розмір вибірки, особливо в групі КШ, а також відсутність даних довгострокового спостереження, що ускладнює оцінку впливу обраної тактики реваскуляризації на подальшу тривалість та якість життя пацієнтів.

Висновки. Пацієнти 65 років і старші з ГКС без елевації сегмента ST, яким виконуються ПКВ та КШ, відрізняються за статтю, діагнозом, видом госпіталізації та анатомічними характеристиками ураження коронарних артерій. При виборі методу лікування згідно з сучасними рекомендаціями госпітальна летальність у групах ПКВ та КШ не відрізнялась. Зростання віку, більша тривалість госпіталізації, діагноз інфаркту міокарда, гостра коронарна оклюзія, наяв-

ність хронічної ниркової недостатності, перенесені ГПМК та наявність операції коронарного шунтування в анамнезі є факторами, пов'язаними з вищою

госпітальною летальністю, що мають бути враховані при оцінці переваг та ризиків реваскуляризації та виборі стратегії лікування.

Список використаних джерел

References

1. Affairs, Department of Economic and Social. World Population Ageing 2023: Challenges and Opportunities of Population Ageing in the Least Developed Countries. 1st ed. Bloomfield: United Nations Research Institute for Social Development; 2024. 1 p. (Statistical Papers – United Nations (Ser. a), Population and Vital Statistics Report). <https://alma.lobid.org/resources/99375236224606441>
2. Li S, Chaudhri K, Michail P, Gnanenthiran SR. Acute coronary syndrome in older populations: integrating evidence into clinical practice. *Vessel Plus*. 2022;6:62. DOI: 10.20517/2574-1209.2022.17
3. García-Blas S, Cordero A, Díez-Villanueva P, Martínez-Avial M, Ayesta A, Ariza-Solé A, et al. Acute Coronary Syndrome in the Older Patient. *J Clin Med*. 2021 Sep 14;10(18). DOI: 10.3390/jcm10184132
4. Khaniukov, O., & Smolianova, O. (). Quality of life and medication adherence in patients with chronic heart failure associated with arterial hypertension and chronic kidney disease. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Medicine»*. 2021;43. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2021-43-05>
5. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2023 Oct 7;44(38):3720–826. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad191
6. Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, Casey DE, Ganiats TG, Holmes DR, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2014 Dec;130(25). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000134>
7. Kimura K, Kimura T, Ishihara M, Nakagawa Y, Nakao K, Miyauchi K, et al. JCS 2018 Guideline on Diagnosis and Treatment of Acute Coronary Syndrome. *Circ J Off J Jpn Circ Soc*. 2019 Apr 25;83(5):1085–196. DOI: 10.1253/circj.CJ-19-0133
8. Yena LM, Akhaladze MG, Khristoforova GM, Artemenko VO, Yarosh VO. Arterial hypertension and associated cardiovascular pathology in old age. Kyiv: Phoenix LLC; 2020. 180 p. ISBN: 978-966-2523-37-9
9. On Approval of the Unified Clinical Protocol for Emergency, Primary, Secondary (Specialized), Tertiary (Highly Specialized) Medical Care and Cardiac Rehabilitation “Acute Coronary Syndrome without ST Segment Elevation” [Internet]. Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1957 of September 15, 2021. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1957282-21>
10. Kunadian V, Mossop H, Shields C, Bardgett M, Watts P, Teare MD, et al. Invasive Treatment Strategy for Older Patients with Myocardial Infarction. *N Engl J Med*. 2024 Nov 7;391(18):1673–84. DOI: 10.1056/NEJMoa2407791
11. Kuplay H, Bayer Erdoğan S, Baştopçu M, Karpuzoğlu E, Er H. Performance of the EuroSCORE II and the STS score for cardiac surgery in octogenarians. *Turk J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021 Apr 26;29(2):174–82. DOI: 10.5606/tgkdc.dergisi.2021.21403
12. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2024 Sep 29;45(36):3314–414. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae176

Choice of Myocardial Revascularization Strategy in Elderly Patients with Non-ST Elevation Acute Coronary Syndrome

Sviatoslav A. Kalashnikov, Sergii V. Salo

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

Aim. To identify the differences in clinical and demographic characteristics of elderly patients with non-ST elevation acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention (PCI) and coronary artery bypass grafting (CABG), and to study the factors influencing in-hospital mortality in these patients.

Materials and methods. The study had a retrospective, single-center, observational design. Data from 124 patients aged ≥ 65 years with a diagnosis of non-ST elevation acute coronary syndrome who underwent revascularization by PCI or CABG were analyzed. Ninety patients (72.6 %) underwent percutaneous coronary intervention (PCI group), and 34 patients (27.4 %) underwent coronary artery bypass grafting (CABG group).

Results. The median age in both groups was 72 years. The ratio of men to women in the PCI group was 54 to 36, and in the CABG group, 26 to 7 ($p = 0.04$). The median length of hospital stay in the PCI group was 6 (4.0–6.0) days, and in the CABG group, 13 (10.0–14.7) days ($p < .001$). The ratio of clinical diagnoses of myocardial infarction to unstable angina in the PCI group was 35 to 55, and in the CABG group, 6 to 28 ($p = 0.03$). The mean SYNTAX score in the PCI group was 24.4 ± 12.5 points, and in the CABG group, 36.2 ± 12.7 points ($p < .001$). Patients in the

PCI group were more likely to have acute coronary occlusion ($p=0.018$) and less likely to have chronic coronary occlusion ($p=0.045$), LM stem lesions ($p<.001$), or aorto-ostial lesions ($p=0.006$). No significant difference was found between the groups in clinical manifestations, comorbidities, and interventions. Factors associated with a higher risk of in-hospital mortality were age ($p = 0.04$), length of hospitalization ($p = 0.009$), diagnosis of myocardial infarction ($p < .001$), chronic kidney disease ($p < .001$), previous stroke ($p = 0.003$), acute coronary artery occlusion ($p = 0.021$), and history of CABG surgery ($p = 0.013$).

Conclusions: Patients aged 65 years and older with non-ST elevation acute coronary syndrome undergoing PCI and CABG differ in gender, diagnosis, type of hospitalization, and anatomical characteristics of coronary artery disease. When choosing a treatment method according to current recommendations, in-hospital mortality in the PCI and CABG groups did not differ. Increasing age, longer hospitalization duration, diagnosis of myocardial infarction, acute coronary occlusion, chronic renal failure, history of stroke, and previous coronary artery bypass graft surgery are factors associated with higher in-hospital mortality, that should be considered when assessing the risks and benefits and choosing a revascularization strategy.

Keywords: *myocardial infarction, NSTEMI, elderly, percutaneous coronary intervention, coronary artery bypass grafting, coronary artery disease.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 12.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 13.05.2025

Прийнято до друку / Accepted: 27.05.2025

¹**Parth Bharat Solanki**, M. S., M. Ch Cardiovascular and thoracic surgery, Doctor, Associate Professor CVTS, <https://orcid.org/0009-0003-9862-8022>

²**Nivedita Vadodaria**, M. D. Anaesthesiology, Doctor, Associate Professor Anaesthesiology, <https://orcid.org/0009-0003-4031-6608>

³**Smit Bharat Solanki**, M. S., Obstetrics and Gynecology, Doctor, Assistant Professor Obstetrics and gynecology, <https://orcid.org/0009-0006-6475-7223>

¹**Hitendra Kanzaria**, M. D., D. M. Cardiac Anesthesiology, Doctor, Assistant Professor Cardiac Anaesthesiology, <https://orcid.org/0009-0009-9448-5152>

¹ Parul Sevashram Hospital, Parul Institute of medical science and research, Parul University, Vadodara, India

² Dr. Kiran C Patel Medical college and research Institute, Bharuch, India

³ Institute of Kidney Diseases and Research Center, Institute of Transplantation Sciences, Ahmedabad, India

Comparative Analysis of In-Situ Left Internal Mammary Artery and Saphenous Vein Composite Grafts for Left Anterior Descending Artery Revascularization: A Propensity-Matched Study

Abstract

Aim. This study aimed to evaluate the early and mid-term outcomes of a novel strategy using the in-situ left internal mammary artery (LIMA) with a great saphenous vein graft (SVG) to bypass the left anterior descending artery (LAD) in coronary artery bypass grafting (CABG).

Materials and methods. A total of 1,240 patients were included in this retrospective observational study. Using propensity-score matching, 155 patients were assigned to the LIMA + SVG group and 155 to the LIMA – LAD group. Early mortality, postoperative complications, and mid-term major adverse cardiovascular and cerebrovascular events (MACCE) were compared between the two matched groups following the procedure.

Results. No significant differences were observed in early mortality rates between the LIMA + SVG group and the LIMA – LAD group (3.2 % vs. 2.6 %, $P=0.69$). For mid-term outcomes, the incidence of MACCE was slightly higher in the LIMA + SVG group, but this difference was not statistically significant (14.2 % vs. 12.3 %, hazard ratio = 1.18, 95 % CI, 0.38 to 6.72; $P=0.73$). Computed tomography coronary artery angiography (CTCA) revealed a LIMA + SVG composite graft patency rate of 93 % (72/77) at 25 months post-procedure.

Conclusions. The use of in-situ LIMA with SVG to revascularize LAD was associated with comparable early and mid-term outcomes to using LIMA alone. These findings suggest that the LIMA + SVG composite graft may be a viable alternative strategy when LIMA alone cannot adequately bypass the LAD, particularly in emergency settings.

Keywords: coronary revascularization strategies, cardiac surgical outcomes, postoperative complications, graft patency evaluation, cardiopulmonary bypass surgery

Introduction. Coronary artery disease (CAD) remains one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide, necessitating effective revascularization strategies to improve patient outcomes. Coronary artery bypass grafting (CABG) is a well-established surgical procedure for treating patients with significant CAD, particularly those with left main or multivessel disease. The left internal mammary artery (LIMA) is widely regarded as the graft of choice for revascularizing the left anterior

descending artery (LAD), owing to its superior long-term patency rates and favourable impact on survival when compared to other graft options such as the saphenous vein graft (SVG). The LIMA-to-LAD graft has become the gold standard in CABG surgery, providing robust and durable revascularization for patients with critical LAD stenosis [1]. Despite the proven benefits of using the LIMA for LAD revascularization, certain clinical scenarios may necessitate alternative or adjunctive grafting strategies. For instance, in patients with extensive atherosclerotic disease, complex coronary anatomy, or in situations where the LIMA is anatomically unsuitable or has been previously utilized, the need for additional grafts may arise. The use of SVG as a conduit in CABG is well-doc-

umented; however, it is typically associated with lower long-term patency rates compared to arterial grafts [1,2]. Nonetheless, SVG remains a valuable option, especially when used in combination with arterial grafts to create composite grafts, which may provide adequate revascularization when the LIMA alone is insufficient. The concept of composite grafting, where the LIMA is combined with the SVG to revascularize the LAD, has emerged as a potential strategy in situations where single LIMA grafting might not be feasible or optimal. The rationale behind this approach is to leverage the superior patency of the LIMA while extending its reach and coverage through the SVG, thus achieving comprehensive revascularization of the LAD territory. However, the clinical outcomes associated with this composite grafting technique, particularly in terms of early mortality, postoperative complications, and mid-term major adverse cardiovascular and cerebrovascular events (MACCE), remain inadequately explored. Several studies have examined the outcomes of various grafting strategies in CABG, but few have specifically focused on the LIMA + SVG composite graft for LAD revascularization. Previous research has highlighted the importance of graft selection and configuration in determining both short- and long-term outcomes in CABG patients [2-4]. However, the literature lacks comprehensive data comparing the LIMA + SVG composite graft to the conventional LIMA-to-LAD graft, especially in the context of propensity-matched analyses, which can help reduce selection bias and provide a more accurate assessment of the outcomes associated with these techniques. This study aims to address this gap in the literature by evaluating the early and mid-term outcomes of using the in-situ LIMA with SVG to bypass the LAD in a large cohort of CABG patients. By employing a propensity-matched design, this study seeks to provide a robust comparison between the LIMA + SVG composite graft and the traditional LIMA-to-LAD graft, focusing on key clinical endpoints such as early mortality, postoperative complications, and MACCE. The findings from this study are expected to offer valuable insights into the potential benefits and limitations of this composite grafting approach, thereby informing surgical decision-making and potentially expanding the options available for LAD revascularization in complex clinical scenarios. In summary, this investigation seeks to determine whether the LIMA + SVG composite graft can serve as a viable alternative to the LIMA-to-LAD graft in CABG surgery, particularly in patients where single LIMA grafting is not feasible or optimal.

Materials and methods

Study Design and Population

This study is a retrospective, observational analysis conducted at a single, high-volume cardiovascular center. The primary objective was to evaluate the early and mid-term outcomes of using the in-situ left internal mammary artery (LIMA) with a great saphenous vein graft (SVG) as a composite graft to bypass the left anterior descending artery (LAD) in patients undergoing coronary artery bypass grafting (CABG). The study protocol was approved

by the institutional review board, and informed consent was obtained from all patients.

From January 2017 to December 2022, a total of 1,240 patients who underwent CABG with LIMA for LAD revascularization were identified from the institutional database of Parul Sevashram Hospital, Parul Institute of medical sciences and research. Patients were included if they underwent elective, isolated coronary artery bypass grafting (CABG) surgery, specifically requiring revascularization of the left anterior descending artery (LAD). Additionally, only those with adequate preoperative imaging and clinical data available for analysis were considered. Exclusion criteria ruled out patients who had undergone previous cardiac surgery, those requiring emergency CABG procedures, and individuals with significant concomitant valvular disease necessitating repair or replacement and incomplete follow-up data.

After applying the inclusion and exclusion criteria, 979 patients were deemed eligible for the study. Propensity-score matching was then performed to minimize selection bias, resulting in two matched groups of 155 patients each: the LIMA + SVG group and the LIMA – LAD group.

In the study, the initial pool consisted of 1,240 patients who underwent coronary artery bypass grafting (CABG) with the left internal mammary artery (LIMA) for revascularization of the left anterior descending artery (LAD) between January 2017 and December 2022 at Parul Sevashram Hospital, Parul Institute of Medical Sciences and Research.

Out of these 1,240 patients, 979 met the inclusion criteria and did not meet any of the exclusion criteria. The exclusion criteria were set to ensure that only patients with comparable clinical characteristics and outcomes were included in the analysis. Patients were excluded if they had undergone previous cardiac surgery, required emergency CABG, had significant concomitant valvular disease requiring repair or replacement, or had incomplete follow-up data. These exclusions were necessary to ensure that the study focused on a homogeneous patient population with consistent and reliable data for analysis.

After identifying the 979 eligible patients, propensity-score matching was employed to further refine the study population. This process minimizes selection bias and allows for a more accurate comparison between the two groups.

As a result of the propensity-score matching, two well-balanced groups of 155 patients each were formed: one group that received the LIMA with the great saphenous vein graft (SVG) to bypass the LAD (LIMA + SVG group) and another group where LIMA was used to bypass the LAD directly (LIMA – LAD group). The remaining 669 patients were excluded from the final analysis because they could not be adequately matched or did not meet the specific criteria needed for a balanced comparison between the two groups.

The study applied 1:1 propensity score matching to minimize selection bias and ensure that the two groups

being compared, who underwent LIMA with great saphenous vein graft (LIMA + SVG) and those who underwent LIMA directly to the LAD (LIMA – LAD), were as similar as possible in terms of baseline characteristics.

In 1:1 propensity score matching, each patient in the LIMA + SVG group was matched with a patient in the LIMA – LAD group based on similar propensity scores. These scores were calculated using a logistic regression model that incorporated relevant covariates, such as age, gender, comorbidities, and other clinical factors that could influence the outcomes of the surgery. By matching patients with similar propensity scores, the study aimed to reduce the impact of confounding variables and create two comparable groups for more accurate analysis of the outcomes.

This method resulted in two matched groups of 155 patients each, ensuring that the comparison between the LIMA + SVG and LIMA – LAD groups was based on a balanced cohort, thereby enhancing the validity of the study's conclusions.

In summary, only 310 patients were included in the final analysis to ensure that the study groups were comparable and to reduce the risk of confounding factors influencing the outcomes, thereby providing more reliable and valid results.

Surgical Technique

All surgeries were performed by experienced cardiovascular surgeons using standard coronary artery bypass grafting (CABG) techniques. In the LIMA + SVG group, the left internal mammary artery (LIMA) was harvested and left in situ, while the great saphenous vein graft (SVG) was harvested from the leg using an open technique. The SVG was then anastomosed to the distal left anterior descending artery (LAD), and the proximal end of the SVG was anastomosed to the LIMA, thereby creating a composite graft. In the LIMA – LAD group, the LIMA was directly anastomosed to the LAD without the use of additional grafts. Cardiopulmonary bypass was employed in all cases, with distal anastomoses performed using the on-pump technique.

Data Collection

Clinical data, including demographic information, comorbidities, and preoperative characteristics, were collected from the hospital's electronic medical records. Intraoperative details, including the number of grafts and the type of graft used, were also recorded. Postoperative outcomes, including early mortality (defined as death within 30 days of surgery), postoperative complications (e.g., myocardial infarction, stroke, wound infection), and major adverse cardiovascular and cerebrovascular events (MACCE), were documented. Mid-term outcomes were assessed at a mean follow-up of 25 months through outpatient visits and phone interviews. Computed tomography coronary artery angiography (CTCA) was used to assess graft patency in a subset of patients.

Propensity-Score Matching

Propensity-score matching was employed to create balanced groups and reduce the impact of confounding

variables. A logistic regression model was used to calculate propensity scores based on relevant covariates, including age, sex, body mass index (BMI), diabetes mellitus, hypertension, smoking status, ejection fraction, and extent of coronary artery disease. Patients in the LIMA + SVG group were matched 1:1 with those in the LIMA – LAD group using nearest-neighbor matching without replacement and a caliper width of 0.2 standard deviations of the logit of the propensity score.

Statistical Analysis

Continuous variables were expressed as mean $\pm$ standard deviation (SD) or median (interquartile range) and compared using the Student's t-test or Mann-Whitney U test, as appropriate. Categorical variables were presented as frequencies and percentages and compared using the chi-square test or Fisher's exact test. The primary endpoints of the study were early mortality and the incidence of mid-term MACCE, including myocardial infarction, stroke, and revascularization.

Survival curves for MACCE were generated using the Kaplan-Meier method and compared using the log-rank test. Hazard ratios (HRs) and 95 % confidence intervals (Cis) were calculated using Cox proportional hazards regression models to evaluate the association between graft type and outcomes. Sensitivity analyses were performed to assess the robustness of the findings across different subgroups, including patients with diabetes, those with low ejection fraction, and those receiving multiple grafts.

Statistical significance was defined as a two-tailed P-value of <0.05 . All statistical analyses were performed using SPSS version 27.0 (IBM Corp., Armonk, NY) and R software version 4.1.0 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

Follow-Up Protocol

Aim. The follow-up protocol was designed to monitor patients for early and mid-term outcomes following coronary artery bypass grafting (CABG) with either the in-situ left internal mammary artery (LIMA) and saphenous vein graft (SVG) composite graft to the left anterior descending artery (LAD) or the LIMA-to-LAD graft alone. The primary objectives of the follow-up were to assess graft patency, detect any occurrence of major adverse cardiovascular and cerebrovascular events (MACCE), and monitor overall patient health and quality of life post-surgery.

Results. Table 1 shows baseline characteristics of patients, after propensity-score matching, 310 patients were included in the final analysis, with 155 patients in the LIMA + SVG group and 155 patients in the LIMA – LAD group. The baseline characteristics of the two groups were well balanced, with no significant differences in demographics, comorbidities, or preoperative clinical status.

The early postoperative outcomes are summarized in Table 2. The early mortality rate (within 30 days post-surgery) was similar between the two groups, with no statistically significant difference (3.2 % in the LIMA + SVG group vs. 2.6 % in the LIMA – LAD group, $P=0.69$). The incidence of postoperative complications, including

Table 1

Summary of the baseline characteristics of the matched groups

Characteristic	LIMA + SVG Group (n=155)	LIMA – LAD Group (n=155)	P-Value
Age, years	67.2 ± 10.1	66.8 ± 9.8	0.72
Male, n (%)	112 (72.3)	115 (74.2)	0.68
Female, n (%)	43 (27.7)	40 (25.8)	0.68
Body Mass Index (BMI), kg/m ²	28.6 ± 4.2	28.1 ± 4.1	0.38
Diabetes Mellitus, n (%)	64 (41.3)	60 (38.7)	0.63
Hypertension, n (%)	112 (72.3)	108 (69.7)	0.58
Smoking History, n (%)	70 (45.2)	73 (47.1)	0.72
Ejection Fraction, %	55.3 ± 7.6	54.9 ± 7.4	0.62
Three-Vessel Disease, n (%)	98 (63.2)	101 (65.2)	0.73

Note: P-values were calculated using the independent samples t-test for continuous variables (Age, BMI, Ejection Fraction) and the chi-square test for categorical variables (Sex, Diabetes Mellitus, Hypertension, Smoking History, Three-Vessel Disease).

Table 2

Early Postoperative Outcomes

Outcome	LIMA + SVG Group (n=155)	LIMA – LAD Group (n=155)	P-Value
Early Mortality (within 30 days), n (%)	5 (3.2)	4 (2.6)	0.69
Myocardial Infarction, n (%)	7 (4.5)	6 (3.9)	0.78
Stroke, n (%)	4 (2.6)	3 (1.9)	0.71
Wound Infection, n (%)	9 (5.8)	8 (5.2)	0.81
Reoperation for Bleeding, n (%)	3 (1.9)	2 (1.3)	0.65

Note: P-values were calculated using the chi-square test for categorical variables (Early Mortality, Myocardial Infarction, Stroke, Wound Infection, and Reoperation for Bleeding).

myocardial infarction, stroke, and wound infection, was also comparable between the groups.

Table 3 shows at a median follow-up of 25 months, the incidence of MACCE was slightly higher in the LIMA + SVG group, but the difference was not statistically significant (14.2 % vs. 12.3 %, hazard ratio = 1.18, 95% CI, 0.38 to 6.72; P=0.73). Kaplan-Meier survival curves for MACCE-free survival demonstrated no significant difference between the two groups (P=0.71).

Table 4 summarises Graft Patency (Assessed by CTCA): Percentage of patients with patent grafts as confirmed by computed tomography coronary angiography.

Table 3

Presents the mid-term outcomes, including MACCE and graft patency rates

Outcome	LIMA + SVG Group (n=155)	LIMA – LAD Group (n=155)	P-Value
MACCE, n (%)	22 (14.2)	19 (12.3)	0.73
Myocardial Infarction, n (%)	8 (5.2)	7 (4.5)	0.79
Stroke, n (%)	5 (3.2)	4 (2.6)	0.71
Revascularization, n (%)	9 (5.8)	8 (5.2)	0.81
Graft Patency (by CTCA), n (%)	72/77 (93.5)	74/79 (93.7)	0.97

Note: P-values were calculated using the chi-square test for categorical variables (MACCE, Myocardial Infarction, Stroke, Revascularization, and Graft Patency).

MACCE (Major Adverse Cardiovascular and Cerebrovascular Events): Includes myocardial infarction, stroke, revascularization, and all-cause mortality.

SF-36 Health Survey Score: Measures patient-reported quality of life, with higher scores indicating better perceived health status.

Seattle Angina Questionnaire (SAQ) Score: Measures the impact of angina on daily activities and quality of life.

This table captures follow-up data across different intervals, providing insight into the outcomes and statistical comparisons between the LIMA + SVG group and the LIMA – LAD group. The p-values indicate whether the differences between the two groups are statistically significant.

Figure 1 depicts the MACCE-free survival over time in the LIMA + SVG group and the LIMA – LAD group. The survival curves show no significant difference between the two groups, with a P-value of 0.71 by the log-rank test. The plot includes annotations for the median follow-up at 25 months.

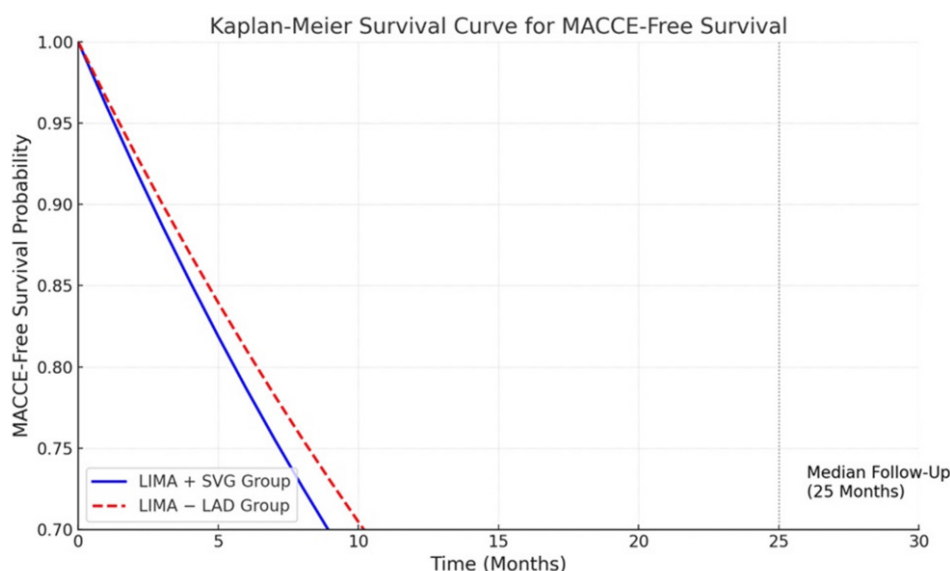
Discussion. This study evaluated the early and mid-term outcomes of using a composite in-situ left internal mammary artery (LIMA) with a saphenous vein graft (SVG) for left anterior descending artery (LAD) revascularization in coronary artery bypass grafting (CABG). Our results suggest that LIMA + SVG achieves outcomes comparable to LIMA alone, supporting its use when LIMA alone may not be sufficient.

The LIMA remains the gold standard for LAD grafting due to its superior patency and long-term clinical outcomes [2–4]. In our cohort, both LIMA alone and LIMA + SVG groups demonstrated similar early mortality and postoperative complication rates, reinforcing existing evidence [5–6].

The observed 93 % patency rate at 25 months for LIMA + SVG aligns with previous reports for isolated LIMA grafts [7–8], indicating the composite approach maintains long-term graft integrity. However, a slightly higher—though not statistically significant, rate of ma-

Table 4*Post-Surgery Follow-up*

Follow-Up Interval	Outcome	LIMA + SVG Group (n=155)	LIMA – LAD Group (n=155)	P-Value
1 Month Post-Surgery	Wound Infection, n (%)	8 (5.2)	5 (3.2)	0.39
	Graft Patency (Assessed by CTCA)	148 (95.5)	150 (96.8)	0.54
	Early Mortality, n (%)	2 (1.3)	1 (0.6)	0.57
6 Months Post-Surgery	Myocardial Infarction, n (%)	3 (1.9)	4 (2.6)	0.70
	Stroke, n (%)	1 (0.6)	1 (0.6)	1.00
	Graft Patency (Assessed by CTCA)	145 (93.5)	147 (94.8)	0.63
12 Months Post-Surgery	Graft Patency (Assessed by CTCA)	140 (90.3)	142 (91.6)	0.67
	MACCE, n (%)	12 (7.7)	15 (9.7)	0.53
	Ejection Fraction (%), Mean $\pm$ SD	54.7 $\pm$ 7.0	54.9 $\pm$ 6.8	0.82
25 Months Post-Surgery	Graft Patency (Assessed by CTCA)	135 (87.1)	137 (88.4)	0.70
	Myocardial Infarction, n (%)	6 (3.9)	8 (5.2)	0.58
	Stroke, n (%)	2 (1.3)	3 (1.9)	0.65
	Revascularization, n (%)	10 (6.5)	12 (7.7)	0.65
	All-Cause Mortality, n (%)	5 (3.2)	7 (4.5)	0.55
	SF-36 Health Survey Score, Mean $\pm$ SD	82.5 $\pm$ 10.3	81.8 $\pm$ 10.1	0.72
Annual Visits Thereafter	MACCE, n (%)	20 (12.9)	25 (16.1)	0.37
	Overall Graft Patency, n (%)	130 (83.9)	132 (85.2)	0.74
	Seattle Angina Questionnaire (SAQ) Score, Mean $\pm$ SD	85.3 $\pm$ 9.7	84.8 $\pm$ 9.5	0.73

**Figure 1.** *Kaplan-Meier Survival Curve for MACCE-Free Survival*

for adverse cardiovascular and cerebrovascular events (MACCE) was noted in the LIMA + SVG group. This may be due to technical complexity or graft competition, as suggested by earlier studies [9].

Composite grafting offers flexibility in cases with complex coronary anatomy or when LIMA alone is inad-

equate. It also enhances graft availability without significantly increasing surgical risk. Nonetheless, several limitations warrant attention:

- The retrospective design introduces selection bias.
- Lack of randomization may affect generalizability.
- A 25-month follow-up may not capture late outcomes.

- Patient heterogeneity and variable surgical techniques could confound results.
- Comorbidities like diabetes and CKD were not deeply analyzed.

Further studies should explore these factors and evaluate graft-specific complications such as thrombosis or occlusion.

Conclusions. The LIMA + SVG composite graft offers early and mid-term outcomes comparable to LIMA alone for LAD revascularization, with accept-

able patency and complication rates in anatomically or clinically complex cases. However, the slightly increased MACCE risk underscores the need for further evaluation.

Future multicenter, randomized controlled trials with longer follow-up and standardized surgical techniques are essential to confirm these findings. Additionally, incorporating patient-reported outcomes and advanced imaging can provide a more comprehensive assessment of this grafting strategy's effectiveness.

References

1. Gaudino M, Taggart D, Suma H, Puskas JD, Crea F, Massetti M. The Choice of Conduits in Coronary Artery Bypass Surgery. *J Am Coll Cardiol.* 2015 Oct 13;66(15):1729-37. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.08.395
2. Locker C, Schaff HV, Dearani JA, Joyce LD, Park SJ, Burkhart HM, Suri RM, Greason KL, Stulak JM, Li Z, Daly RC. Multiple arterial grafts improve late survival of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: analysis of 8622 patients with multivessel disease. *Circulation.* 2012 Aug 28;126(9):1023-30. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.084624
3. Kim HJ, Lee TY, Kim JB, Cho WC, Jung SH, Chung CH, Lee JW, Choo SJ. The impact of sequential versus single anastomoses on flow characteristics and mid-term patency of saphenous vein grafts in coronary bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011 Mar;141(3):750-4. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.05.037
4. Sohn SH, Kim SH, Hwang HY, Kim KB. Mid-Term Outcomes and Angiographic Patency of Redo Coronary Artery Bypass Grafting: A Comparison between Off-Pump and On-Pump Surgery. *J Chest Surg.* 2021 Apr 5;54(2):106-116. DOI: 10.5090/jcs.20.122
5. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, Lees B, Gerry S, Benedetto U, Flather M; ART Investigators. Randomized Trial of Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts. *N Engl J Med.* 2016 Dec 29;375(26):2540-9. DOI: 10.1056/NEJMoa1610021
6. Grines CL, Box LC, Mamas MA, Abbott JD, Blankenship JC, Carr JG, Curzen N, Kent WDT, Khatib Y, Matteau A, Rymer JA, Schreiber TL, Velagapudi P, Vidovich MI, Waldo SW, Seto AH. SCAI Expert Consensus Statement on Percutaneous Coronary Intervention Without On-Site Surgical Backup. *JACC Cardiovasc Interv.* 2023 Apr 10;16(7):847-860. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.12.016
7. Yi G, Shine B, Rehman SM, Altman DG, Taggart DP. Effect of bilateral internal mammary artery grafts on long-term survival: a meta-analysis approach. *Circulation.* 2014 Aug 12;130(7):539-45. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004255
8. Smart NA, Dieberg G, King N. Long-Term Outcomes of On- Versus Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. *J Am Coll Cardiol.* 2018 Mar 6;71(9):983-991. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.12.049
9. Schwann TA, Tatoulis J, Puskas J, Bonnell M, Taggart D, Kurlansky P, Jacobs JP, Thourani VH, O'Brien S, Wallace A, Engoren MC, Tranbaugh RF, Habib RH. Worldwide Trends in Multi-arterial Coronary Artery Bypass Grafting Surgery 2004-2014: A Tale of 2 Continents. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2017 Autumn;29(3):273-280. DOI: 10.1053/j.semtcvs.2017.05.018

Порівняльний аналіз композитних шунтів із лівої внутрішньої грудної артерії (*in situ*) та підшкірної вени для реваскуляризації передньої міжшлуночкової гілки: дослідження з парним підбором за схильністю

Parth Bharat Solanki¹, Nivedita Vadodaria², Smit Bharat Solanki³, Hitendra Kanzaria¹

¹Лікарня Парул Севашрам, Інститут медичних наук та досліджень Парул, Університет Парул, Вадодара, Індія

²Медичний коледж та науково-дослідний інститут доктора Кірана С. Пателя, Бхаруч, Індія

³Інститут захворювань нирок та наукових досліджень, Інститут трансплантаційних наук, Ахмедабад, Індія

Резюме

Мета. Метою цього дослідження було ретельно оцінити ранні та середньострокові клінічні результати нового хірургічного підходу із застосуванням внутрішньої грудної артерії зліва (*in situ*, LIMA) у комбінації з додатковим шунтом із великої підшкірної вени (SVG) для обхідного шунтування передньої міжшлуночкової гілки (LAD) у пацієнтів, які перенесли аортокоронарне шунтування (CABG). Цей підхід розглядався як потенційна альтернатива стандартному використанню лише LIMA, особливо у складних анатомічних випадках, або, при недостатній довжині артерії.

Матеріали та методи. У ретроспективне обсерваційне дослідження було включено загалом 1 240 пацієнтів, які перенесли CABG. З метою зменшення упереджень і підвищення достовірності порівняння, застосували метод парного підбору за схильністю (*propensity-score matching*), в результаті чого сформували дві однорідні за клінічними характеристиками групи: 155 пацієнтів у групі з комбінованим шунтуванням LIMA + SVG і 155 пацієнтів у групі, де виконували лише шунтування LIMA – LAD. Проводили аналіз ранньої після-

операційної смертності, ускладнень, а також оцінювали середньострокові серйозні несприятливі серцево-судинні та цереброваскулярні події (МАССЕ).

Результати. Порівняння двох груп не виявило статистично значущих відмінностей у рівні ранньої післяопераційної смертності — 3,2 % у групі LIMA + SVG проти 2,6 % у групі LIMA – LAD ($P = 0,69$). Щодо середньострокових результатів, частота МАССЕ у групі з комбінованим шунтом була трохи вищою (14,2 %) порівняно з групою LIMA – LAD (12,3 %), однак ця різниця не досягла рівня статистичної значущості (відношення ризиків = 1,18; 95 % довірчий інтервал 0,38–6,72; $P = 0,73$). Результати комп'ютерної томографічної коронарної ангіографії (СТСА) підтвердили високий рівень прохідності композитного шунта LIMA + SVG — 93 % через 25 місяців після втручання (72 з 77 пацієнтів).

Висновки. Використання внутрішньої грудної артерії зліва (in situ, LIMA) у поєднанні з додатковим шунтом із великої підшкірної вени (SVG) для реваскуляризації передньої міжшлуночкової гілки (LAD) забезпечує ранні та середньострокові результати, які є порівнянними з застосуванням лише LIMA. Отримані дані свідчать про те, що композитний шунт LIMA + SVG може виступати як безпечна й ефективна альтернативна стратегія у випадках, коли використання LIMA в ізоляції є недостатнім або технічно неможливим, що особливо актуально в умовах екстреної хірургічної допомоги.

Ключові слова: стратегії коронарної реваскуляризації, результати кардіохірургічного лікування, післяопераційні ускладнення, оцінка прохідності шунтів, операції з використанням штучного кровообігу

Стаття надійшла в редакцію / Received: 09.03.2025

Після доопрацювання / Revised: 13.06.2025

Прийнято до друку / Accepted: 16.06.2025

Сенько О.Г., аспірант, кардіохірург відділення хірургічного лікування інфекційного ендокардиту,
<https://orcid.org/0009-0000-3812-5165>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М.Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Особливості клінічного перебігу інфекційного ендокардиту у дітей

Резюме

Інфекційний ендокардит у дітей характеризується меншою кількістю досліджуваних випадків, на відміну від дорослих, але значно вищою летальністю. В той же час діагностика та лікування неповнолітніх пацієнтів ускладнюються більшою кількістю вроджених вад серця. Ми дослідили спектр мікроорганізмів та клінічні прояви у дітей.

Мета. Дослідити особливості клінічного перебігу інфекційного ендокардиту у дітей.

Матеріали та методи. Проведено ретроспективне дослідження випадків хірургічного лікування ІЕ у дітей, пролікованих у період з 1994 по 2023 рік в НІССХ імені М. М. Амосова. Було проаналізовано клінічні прояви, лікування, ускладнення, наслідки ІЕ та спектр етіотропних збудників.

Результати. Сімдесят один пацієнт був прооперований з 1994 по 2023 роки, у всіх інтраопераційно підтверджено наявність ІЕ. Також кожен прооперований пацієнт на момент госпіталізації був неповнолітнім. Серед 71 дитини немовлят було 12 (16,9 %). Розподіл залежно від вродженої вади серця (ВВС) був наступним: ціанотичні ВВС – 10 (14,1 %), неціанотичні ВВС – 37 (52,1 %), без вродженої патології – 24 (33,8 %). Загальна госпітальна летальність склала 9,8 % (7 з 71 пацієнта). Розподіл за виявленими збудниками був наступним: у 55 (77,5 %) випадках мікроорганізм не був ідентифікований, у 13 (18,3 %) – грампозитивний збудник, 1 (1,4 %) випадок – грамнегативний мікроорганізм, та у 2 (2,8 %) випадках були виявлені гриби. Нозокоміальна інфекція була діагностована у 16 (22,5 %) дітей. Кардіохірургічні втручання попередньо в анамнезі були проведені у 13 (18,3 %) дітей.

Висновки. Лікування дітей з ІЕ утруднене значно меншою кількістю виявлених мікроорганізмів, ніж у дорослих з даною патологією. Переважаючими збудниками серед виявлених є грампозитивна флора патогенів. Профілактика та контроль ІЕ у дітей, котрі мають підвищений ризик інфікування ІЕ (наявність ВВС, попередні операції на серці, інтракардіальні синтетичні матеріали, наявність супутніх джерел інфекції в організмі), має важливе значення.

Ключові слова: вроджені вади серця, гарячка у дітей, вегетації, нозокоміальна інфекція, дитяча смертність.

Вступ. Інфекційний ендокардит (ІЕ) у дітей характеризується меншою кількістю досліджуваних випадків, на відміну від дорослих, але значно вищою летальністю [1]. В той же час діагностика та лікування неповнолітніх пацієнтів ускладнюються більшою кількістю вроджених вад серця. ІЕ, у порівнянні з іншими хворобами серцево-судинної системи, виділяється яскравим та стрімким клінічним перебігом: різке підвищення температури (зазвичай до 40 °C), часті життєзагрозливі ускладнення, такі як гострі порушення мозкового кровообігу (ГПМК) за ішемічним типом внаслідок фрагментування вегетацій, різке зниження судинного опору в зв'язку з інтоксикацією, пневмонія з можливою деструкцією легеневої тканини [2]. Новітні підходи в стратегії лікування ВВС, що включають все більше використан-

ня синтетичних матеріалів, таких як штучні клапани серця, судинні протези, синтетичні заплати та штучні водії ритму (ШВРС), котрі можуть бути місцем прикріплення та росту колоній чужорідних мікроорганізмів, є значним ризиком виникнення ІЕ в довгостроковій перспективі.

Епідеміологія

Інфекційний ендокардит у дитячій популяції зустрічається надзвичайно рідко, але вирізняється значно вищою смертністю, котра може сягати до 25 % у пацієнтів без вродженої патології клапанного апарату [1]. До 50 % дітей з ІЕ, котрий ускладнений ВВС, мали попереднє кардіохірургічне лікування, таке як радикальна корекція чи ендovasкулярне закриття ДМПП [3]. Високий рівень летальності також обумовлений попередніми оперативними втручаннями та наявністю синтетичних матеріалів (синтетичні заплати, стенти). За даними, представленими Американською кардіологічною асоціацією, захворюваність на ІЕ у дітей становить від 0,34 до 0,64 випадка на 100 000 населення на рік [4]. Якщо ж

поглянути на дані, представлені кардіохірургічними центрами, в котрих є достатня кількість пацієнтів для відслідковування тенденції, як, наприклад, у м. Квінсленд (Австралія), – помітна тенденція до збільшення клінічних випадків, а саме 0,69 на 100 тис. у 2009–2013 рр. та 0,99 на 100 тис. у 2014–2018 рр., відповідно [5].

Ми провели ретроспективне когортне дослідження дітей з підтвердженим ІЕ, котрі проходили лікування в НІССХ імені М. М. Амосова з 1994 по 2023 роки. Проводячи дане дослідження, оцінюючи епідеміологічні та клінічні дані, ми мали на меті покращити наше розуміння ризиків ІЕ, пов'язаних з певними ВВС, перебігу захворювання та його потенційної профілактики, а також дослідити клінічні прояви ІЕ у дітей та спектр мікроорганізмів, котрі вдалось виявити.

Матеріали та методи. Дане дослідження проводилося з 2019 по 2023 рік. Водночас воно охоплює пацієнтів з 1994 по 2023 рік: відповідно, для клінічних випадків з 1994 по 2019 роки було виконано ретроспективне дослідження з використанням бази даних пацієнтів НІССХ імені М. М. Амосова. Критеріями відбору пацієнтів до дослідження були: вік до 18 років на момент госпіталізації та наявність інфекційного ендокардиту. Було отримано інформовану згоду від батьків.

При дослідженні медичної документації пацієнтів, що брали участь у даному дослідженні, до уваги брали: дату народження, стать, основну ВВС (за наявності), попереднє хірургічне та інтервенційне лікування. У випадку даних щодо ІЕ використовували наступну інформацію: дату встановлення діагнозу ІЕ, анамнез захворювання, клінічний стан, результати інструментальних методів дослідження (ехокардіографія), медикаментозне та хірургічне лікування, біохімічні та мікробіологічні дані, ускладнення, результат попереднього лікування та тривалість госпіталізації.

Етіологічний збудник документувався як виявлений, якщо щонайменше дві культури крові або одна

культура інтраопераційних зразків давали позитивний ріст на поживному середовищі. Якщо жодна з ідентифікацій збудника не була позитивною – епізод ІЕ вважали культуронегативним. Позалікарняний ІЕ визначали як епізоди, котрі виникали більш ніж через 6 місяців після оперативного лікування чи лікування з використанням інфузійної терапії.

Неперервні змінні представлені у вигляді медіани значення та інтерквартильного діапазону (Q1 – Q3). Категоріальні змінні подані як частоти та відсотки певної групи. Для аналізу отриманих даних були використані параметричні та непараметричні методи статистичної обробки.

Результати та обговорення. Переважна кількість пацієнтів, що були залучені до даного дослідження, поступали в клініку з тривалим підвищенням температури (>2 тижні) або перенесли її нещодавно (рисунок 1). Аналізуючи клінічні показники, статистично враховувалося підвищення температури тіла $\geq 38^{\circ}\text{C}$. Оскільки пацієнти вже доставлялися з інших медичних закладів, що, своєю чергою, супроводжувалося попередньою антибіотикотерапією, це могло змінити класичну клінічну картину проявів ІЕ у дітей, а довготривале лікування переводило хід хвороби в підгостру форму, відповідно виснажуючи системи організму та посилюючи кахексію. Також попереднє тривале лікування антибіотиками спричиняло негативний бактеріальний посів крові та інтраопераційного матеріалу в переважній кількості випадків.

Аналіз історій хвороби дозволив виявити 71 дитину з діагнозом ІЕ за модифікованими критеріями Дюка. Досліджувана група пацієнтів мала наступний гендерний розподіл: хлопчики – 43 (60,6 %), дівчата – 28 (39,4 %) (таблиця 1). Вік становив 9,0 (3,0–14,8) років, а вага – 27,0 (12,0–15,0) кг відповідно. Медіана тривалості симптомів ІЕ перед госпіталізацією становила 2 (1–4) місяці. Немовлят (пацієнтів до 1 року) в групі дослідження було 12, що становило 16,9 % (рисунок 2).

Серед всіх пацієнтів у 12 (17 %) при поступленні ехокардіографічно було підтверджено гідроторакс.

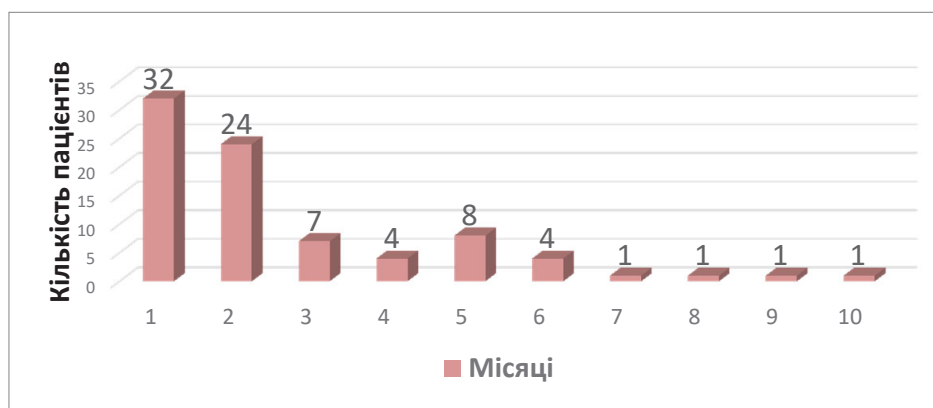


Рисунок 1. Тривалість підвищеної температури тіла до госпіталізації

Таблиця 1

Характеристика пацієнтів з ІЕ

Виявлений ІЕ (n = 71)	Показники пацієнтів – n (%)
Стать (хлопчики/дівчата)	43 (60,6 %)/28 (39,4 %).
Середній вік пацієнтів з ІЕ	8,9 років
Середня вага пацієнтів	27,2 кг
Госпітальна смертність	7 (9,8 %)
Наявність ВВС	47 (66,2 %)
Хірургія правих відділів	40 (56,3 %)
Хірургія лівих відділів	31 (43,6 %)

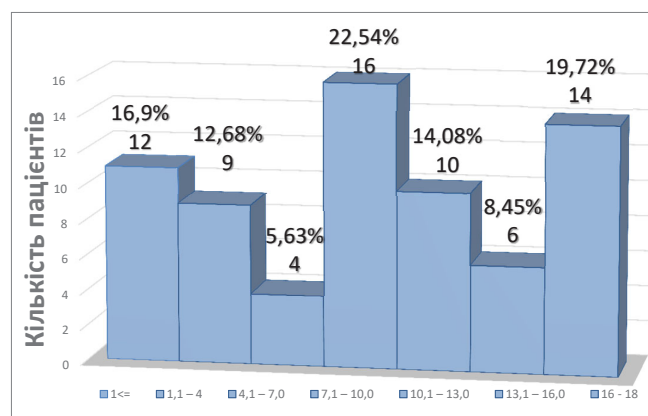


Рисунок 2. Розподіл пацієнтів по віковим групам у роках

Ознаки пневмонії при поступленні рентгенологічно візуалізувалися в 41 (57,7 %) випадку. У двох пацієнтів були виявлені повторні епізоди ІЕ. Клінічні прояви ІЕ залежать від віку. У пацієнтів більш старшого віку (від 12 років) симптоматика схожа на ту, що в дорослому віці, загалом це: нездужання, втрата апетиту, лихоманка. У випадку підгострого початку хвороби можна спостерігати безперервну втому, нездужання, затримку росту чи прогресуюче погіршення функціонального стану. У тяжких випадках можлива гостра серцева недостатність внаслідок руйнації клапанів. Системними ж проявами ІЕ у дітей є гломерулонефрит як наслідок імунологічного ураження нирок, судоми, ішемічні інсульти після емболії судин головного мозку. Імунологічними проявами є вузлики Ослера та плями Дженвея.

Прояви ІЕ у немовлят є досить неспецифічними, їх можна сплутати з іншими захворюваннями, а саме: інфекції сечовидільних шляхів чи пневмонія, а судоми – з порушенням водно-електролітного балансу [5,6,7].

Фактори ризику інфікування:

- 43 (60,5 %) – застудно-бронхолегеневі (пневмонії, ангіни, бронхіти),
- 12 (17 %) – інфекційні хвороби (стрептодермія, мононуклеоз),
- 11 (15,5 %) – нозокоміальні фактори (післяопікові, атрезія стравоходу, інфекція після рентгенендоваскулярної дилатації),

- 5 (7 %) – патологія перинатального періоду (фактори недоношеності, гіпоксія плоду, родова травма, пневмонія, порушення функції ЦНС, гематома).

Симптоматика пацієнтів при поступленні:

- Довготривала температура ($\geq 38^{\circ}\text{C}$) з ознобом та періодами субфібрилітету ($37,1\text{--}38,0^{\circ}\text{C}$) була виявлена в пацієнтів симптоматика яких тривала >2 тижні, та не піддавалась медикаментозному лікуванню у клінічних випадках
- Рентгенологічні зміни паренхіми легень – характерні для довготривалої пневмонії в 41 (57,7 %) пацієнтів
- Гідроторакс виявлений у 12 (17 %) пацієнтів.

Клінічні прояви ІЕ у дітей були характерними для цього захворювання та відповідних ВВС при їх наявності, як описано Loay Eleyan (2021) та Antonios Kallikourdis (2021) [8,9].

При ретельному фізикальному та інструментальному огляді були виявлені наступні симптоми:

- ІЕ лівих відділів серця проявлявся шумами недостатності відповідного пошкодженого клапана, ознаки серцевої недостатності були виявлені у 49 (69 %) пацієнтів,
- Набряк легень у хворих без вади серця в анамнезі;
- ІЕ правих відділів серця проявлявся симптомами дрібно вогнищевої емболії ЛА – кашель, біль в грудній клітці, задишкою, низькими показниками сатурації крові SpO_2 88 – 92 %, в тяжких випадках – правошлуночкова недостатність.
- У 6 (8,5 %) пацієнтів при поступленні виявлені ознаки емболічних ускладнень котрі проявлялись неврологічною симптоматикою різного ступеня тяжкості, всі пацієнти в котрих виникли випадки мали інфікування лівих відділів серця, переважно АК.
- Випадків тромбів ПП було 7 (9,8 %), що було загрозою виникнення тромбоемболічних ускладнень ЛА.

В залежності від наявності ВВС всі пацієнти були поділені на дві основні групи:

1. ІЕ + анатомічно здорові пацієнти
2. ІЕ + ВВС
 - а) ІЕ + ВВС (не ціанотичного типу)
 - б) ІЕ + ВВС (ціанотичного типу)

Даний поділ дає уявлення не тільки про початковий стан серцево-судинної системи та загальний стан пацієнта, а також про тривалість оперативного втручання та швидкість одужання (тривалість штучної вентиляції легень та інфузії симпатоміметиків у реанімаційному відділенні). У кількісному відношенні: ціанотичні вади – 10 (14,1 %), неціанотичні – 37 (52,1 %), без вродженої патології – 24 (33,8 %). Переважаючою патологією серед ВВС були ДМШП – 19 (26,7 %) пацієнтів, субаортальний стеноз посідав друге місце за частотою виявлення – 11 (15,5 %), наступними за кількістю були стеноз ЛА – 7 (9,8 %) та двостулковий аортальний клапан – 5 (7 %).

Характеристика групи пацієнтів без ВВС

Пацієнти в котрих не було виявлено ВВС переважно мали тромбоз правих відділів серця різної локалізації, а також серед лівосторонніх локалізацій значну кількість займали вегетації на МК (таблиця 2). Розподіл був наступним: ІЕ ТК – 8 (33,3 %), ІЕ МК – 7 (29,1 %), ІЕ АК – 2 (8,3 %).

Характеристика групи пацієнтів з ВВС

Наявність ВВС серед всіх пацієнтів була у 47 (66,2 %). При окремому розподілі по вродженим патологіям, був отриманий наступний результат (таблиця 3).

Локалізація вегетацій ІЕ була наступною (таблиця 4, 5): ІЕ АК – 22 (31 %), ІЕ МК – 16 (22,5 %), двоклапанний ІЕ (АК + МК) — вегетації на ТК були в 24 (33,8 %) випадках, ІЕ ЛА – 10 (14 %), тромбів ПП було виявлено у 7 (9,8 %) пацієнтів, а в одному випадку тромби були виявлені на ВТПШ (1,4 %). У 13 (18,3 %) дітей з 71 вже були попередні оперативні втручання, а саме: радикальна корекція тетради Фалло, пластика ДМШП заплатою, усунення коарктації аорти, операція Глена, операція Росса, рентгенендоваскулярна дилатація ЛА.

Виявлений спектр збудників

Виявити збудник вдалося в 16 (22,5 %) випадках із 71, з таким розподілом: 13 (18,3 %) – грам-позитивний збудник, 1 (1,4 %) випадок – грамнега-

тивний мікроорганізм та у 2 (2,8 %) випадках були виявлені гриби. Нозокоміальна інфекція була діагностована у 16 (22,5 %) дітей. Розподіл мікроорганізмів був таким: *Staphylococcus* spp. – 11 (15,5 %), *Streptococcus* spp. – 2 (2,8 %), гриби – 4 (5,6 %). В двох випадках до бактеріальної інфекції приєдналася грибкова флора.

У всіх клінічних випадках вибором оперативного доступу була середина стернотомія, що забезпечувала достатній обсяг візуалізації внутрішньосерцевих структур. Застосовували загальну гепаринізацію організму, роздільну канюляцію верхньої та нижньої порожнистих вен і висхідної аорти з використанням штучного кровообігу. Тактика захисту міокарда включала системну гіпотермію та введення кристалічних кардіоплегічних розчинів антеградно. Доступ до мітрального клапана здійснювався через розсікання правого передсердя, а далі – через міжпередсердну перегородку.

В пацієнтів з анатомічно здоровими внутрішньосерцевими структурами операції були спрямовані на видалення тромбів ПП та вегетацій на ТК, а в хворих з ВВС – протезування АК та закриття VSD (таблиця 5).

Серед пацієнтів з ВВС найпоширенішими оперативними втручаннями були: протезування АК з пластикою абсцеса кореня аорти – 11 (15,4 %), пластика VSD – 8 (11,2 %) та пластика VSD пластикою ТК – 7 (9,8 %) (таблиця 6).

В ранньому післяопераційному періоді середня тривалість інфузії симпатоміметиків у пацієнтів без вродженої патології склала 8 годин, а в прооперованих з ВВС – 16,3 години відповідно. Всі пацієнти, котрі входили до даного дослідження, належать до високого рівня ризику виникнення повторних випадків ІЕ, адже після виписки з клініки вони вже мають в анамнезі наступні дані, а саме: випадок ІЕ в анамнезі, оперативне втручання на серці та, в деяких випадках, ВВС і синтетичні матеріали на внутрішньосерцевих структурах після оперативного лікування. В подальшому, при необхідності стоматологічного лі-

Таблиця 2

Локалізація ІЕ в пацієнтів без ВВС

Локалізація ІЕ	Кількість клінічних випадків n = 24 (%)	
ІЕ ТК	8	33,3
ІЕ МК	7	29,1
ІЕ АК	2	8,3
Веgetації ПП	8	33,3
Хірургія правих відділів	15	62,5
Хірургія лівих відділів	7	29,1

Таблиця 3

Основні вроджені вади серця в дітей з ІЕ

Вроджена патологія (кількість окремих патологій)	n = 53 (%)	
Тетрада Фалло	4	7,5
Суб Ао стеноз	11	20,7
Ст ЛА	7	13,2
ДМШП	19	33,8
2 - х стулковий АК	5	9,4
Загальний шлуночок	2	3,7
ВАП	5	9,4

Примітки: Суб Ао стеноз – субаортальний стеноз, Ст ЛА – стеноз легеневої артерії, ДМШП – дефект міжшлуночкової перегородки, 2 - х стулковий АК – двостулковий аортальний клапан, ВАП – відкрита артеріальна протока.

Таблиця 4

Локалізація виявлених вегетацій на анатомічних структурах

Локалізація ІЕ	Кількість випадків (n)	Кількість пацієнтів (n)
Правосторонній ІЕ	44	25
Трьохстулковий клапан	24	
Клапан ЛА	10	
Тромби ПП	7	
ВТПШ	1	
Лівосторонній ІЕ	38	29
Мітральний клапан	16	
Аортальний клапан	22	
Двоклапанний ІЕ (АК + МК)		3

Таблиця 5

Оперативні втручання, які були виконані при хірургічному лікуванні ІЕ у дітей з анатомічно здоровими клапанами

Операція	Кількість n (%)	
Видалення тромбів ПП	7	9,8
Пластика ТК	6	8,4
Пластика МК	4	5,6
Протезування МК	2	2,8
Протезування АК + пластика абсцеса кореня Ао	1	1,4
Операція Росса + пластика абсцеса кореня Ао	1	1,4

кування чи інших маніпуляцій, всім пацієнтам необхідно суворо дотримуватись антибіотикопрофілактики [10,11,12].

Загальна госпітальна смертність була у 7 пацієнтів, що становило 9,8 %. Реоперації в ранньому післяопераційному періоді були виконані 4 (5,6 %) пацієнтам, з котрих, в одному випадку був ре-шунт ДМШП та в одному - некомпетентність реконструктивної операції.

Висновки. Аналізуючи клінічні, анамнестичні та мікробіологічні дані пацієнтів, котрі були залучені до даного дослідження, можна побачити безпосередній вплив ВВС на виникнення та клінічні особливості перебігу ІЕ у дітей. Пацієнти з ВВС у ранньому післяопераційному періоді потребували вдвічі довшої інфузії симпатоміметиків, ніж без вродженої патології.

Серед пацієнтів з вродженими вадами інтракардіальних структур переважали протезування АК та закриття ДМШП, що передбачає застосування синтетичних матеріалів і, відповідно, є сприятливим фактором рецидиву ІЕ навіть у віддаленому періоді.

Список використаних джерел

References

- Thom K, Hanslik A, Russell JL, Williams S, Sivaprakasam P, Allen U, Male C, Brandão LR. Incidence of infective endocarditis and its thromboembolic complications in a pediatric population over 30years. *Int J Cardiol.* 2018;252:74–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.10.085>
- Jacobowitz M, Favilla E, Patel A, et al. Neurologic complications of infective endocarditis in children. *Cardiology in the Young.* 2023;33(3):463-472. DOI: 10.1017/S1047951122001159
- Morris CD, Reller MD, Menashe VD. Thirty-year incidence of infective endocarditis after surgery for congenital heart defect. *JAMA.* 1998;279:599–603. DOI: 10.1001/jama.279.8.599
- Mahony Michelle, Lean David, Pham Lily, Horvath Robert, Suna Jessica, Ward Cameron, Veerappan Sundar, et al. Infective Endocarditis in Children in Queensland, Australia Epidemiolog Clinical Features and Outcome. *The Pediatric Infectious Disease Journal.* 2021;40(7):617-622. <https://doi.org/1001/jama.279.8.599>
- Thom K, Hanslik A, Russell JL, Williams S, Sivaprakasam P, Allen U, Male C, Brandão LR. Incidence of infective endocarditis and its thromboembolic complications in a pediatric population over 30years. *Int J Cardiol.* 2018; 252:74–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.10.085>
- Vicent Lourdes, Luna Raquel, Martínez-Sellés Manuel. Pediatric Infective Endocarditis: A Literature Review. *J. Clin. Med.* 2022;11(11):3217. <https://doi.org/10.3390/jcm11113217>
- Lee Jae Hong, Kwak Jae Gun, Cho Sungkyu, Kim Woong-Han, Lee Jeong Ryul, Kwon Hye Won, Song Mi Kyoung, et al. Surgical outcomes of infective endocarditis in children: should we delay surgery for infective endocarditis? *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* 2021;60(4):920–927. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezab149>
- Eleyan Loay, Khan Ameer Ahmed, Musollari Gledisa, Chandiramani Ashwini Suresh, Shaikh Simran, Salha Ahmad, Tarmahomed Abdulla, Harky Amer. Infective endocarditis in paediatric population. *Eur J Pediatr.* 2021 Oct;180(10):3089–3100. DOI: 10.1007/s00431-021-04062-7

Таблиця 6

Оперативні втручання, які були виконані при хірургічному лікуванні ІЕ у дітей з ВВС

Операція	Кількість n (%)	
Видалення тромбів ПП	3	4,2
Видалення тромбів ПП +ТК	2	2,8
Пластика ТК	4	5,6
Пластика МК	6	8,4
Пластика АК	2	2,8
Протезування АК + пластика абсцеса кореня Ао	11	15,4
Операція Росса + пластика абсцеса кореня Ао	1	1,4
Операція Росса + пластика МК	1	1,4
Операція Кона + пластика ре шунта	1	1,4
Протезування АК + операція Ферацці	2	2,8
Протезування АК + резекція субаортального стенозу	1	1,4
Протезування АК + протезування МК	1	1,4
Пластика VSD	8	11,2
Пластика VSD + пластика ТК	7	9,8
Пластика SP	6	8,4

Пацієнти, котрі вже перенесли в анамнезі оперативне лікування з приводу вродженої патології та мають імплантовані синтетичні матеріали чи залишкову патологію, також залишаються в групі підвищеного ризику щодо розвитку ІЕ.

Діти з ВВС вимагають більш клопіткого та дбайливого вивчення анамнезу, лабораторних показників та інструментальних методів дослідження як при госпіталізації, так і протягом всього періоду перебування в клініці.

9. Antonios Kallikourdis, Georgios Kalavrouziotis Infective endocarditis in childhood: moving forward Eur J Cardiothorac Surg. 2021 Oct 22;60(4):928-929. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezab243>
10. Tala AlBassri, Maha Sheikho, Farah Chaikhouni, Fahad Al Habshan, Mohamed S Kabbani Neurological complications in children with infective endocarditis: Incidence, risk factors, and outcome: A 10-year single-center experience. Int J Pediatr Adolesc Med. 2021 Sep;8(3):198-202. <https://doi.org/10.1016/j.ijpam.2021.02.003>
11. Tina I. Wright MD, Larry M. Baddour MD, Elie F. Berbari MD, Randall K. Roenigk MD, P. Kim Phillips MD, M. Amanda Jacobs MD, Clark C. Otley MD. Antibiotic prophylaxis in dermatologic surgery: Advisory statement. Journal of the American Academy of Dermatology. 2008;59(3): 464-473. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2008.04.031>
12. Farbod F, Kanaan H, Farbod J. Infective endocarditis and antibiotic prophylaxis prior to dental/oral procedures: latest revision to the guidelines by the American Heart Association published. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2009;38(6):626-631. DOI: 10.1016/j.ijom.2009.03.717
13. Martin H. Thornhill, Teresa B. Gibson, Eli Cutler, Mark J. Dayer, Vivian H. Chu, Peter B. et al. Antibiotic Prophylaxis and Incidence of Endocarditis Before and After the 2007 AHA Recommendations. JACC. 2018Nov;72(20):2443-2454. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.2178>
14. Andreas Tzoumas, MD Marios Sagris, MD Dimitrios Xenos, MD Konstantinos Tsioufis, Damianos G Kokkinidis, Leonidas Palaodimos. Epidemiological Profile and Mortality of Infective Endocarditis Over the Past Decade: A Systematic Review and Meta-Analysis of 133 Studies. The American Journal of Cardiology. 2025;244:67-68 <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2025.02.023>
15. Vicent L, Goenaga MA, Muñoz P, Marín-Arriaza M, Valerio M, Fariñas MC, Cobo-Belaustegui M, et al. GAMEs investigators. Infective endocarditis in children and adolescents: a different profile with clinical implications. Pediatr Res. 2022 Nov;92(5):1400-1406. <https://doi.org/10.1038/s41390-022-01959-3>

Features of the Clinical Course of Infective Endocarditis in Children

Oleksandr H. Senko

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

Abstract

Infective endocarditis (IE) in children is less common than in adults but is associated with a significantly higher mortality rate. At the same time, diagnosis and treatment in young patients are complicated by a higher prevalence of congenital heart defects (CHD). We studied the spectrum of microorganisms and clinical manifestations in children.

Aim. To study the features of the clinical course of infective endocarditis in children.

Materials and methods. A retrospective study of surgical treatment cases of IE in children treated from 1994 to 2023 at the Amosov National Institute of Surgery and Epidemiology was conducted. Clinical manifestations, treatment, complications, outcomes of IE, and the spectrum of etiologic pathogens were analyzed.

Results. Seventy-one patients underwent surgery from 1994 to 2023, all of whom had intraoperative confirmation of IE and were minors at the time of hospitalization. Among the 71 children, 12 were infants (16.9 %). The distribution according to congenital heart disease was as follows: cyanotic CHD – 10 (14.1 %), non-cyanotic CHD – 37 (52.1 %), without congenital pathology – 24 (33.8 %). The overall hospital mortality rate was 9.8 % (7 out of 71 patients). The distribution of identified pathogens was as follows: in 55 (77.5 %) patients, the pathogen could not be identified; in 13 (18.3 %) cases – gram-positive pathogens; in 1 (1.4 %) case – a gram-negative microorganism; and in 2 (2.8 %) cases, fungi were detected. Nosocomial infection was diagnosed in 16 (22.5 %) children. Cardiac surgery in history was performed in 13 (18.3 %) children.

Conclusions. The treatment of children with IE is complicated by the low rate of pathogen detection among patients with this pathology. The predominant pathogens among those detected are gram-positive microorganisms. Prevention of IE in children at increased risk (presence of CHD, previous heart surgery, intracardiac synthetic materials, and concomitant sources of infection) is essential.

Keywords: congenital heart disease, fever in children, vegetation, nosocomial infection, infant mortality.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 21.10.2024

Після доопрацювання / Revised: 02.06.2025

Прийнято до друку / Accepted: 06.06.2025

Майстрюк Г.В., лікар-хірург, відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0009-0006-0613-1732>

Дзюрий І.В., лікар-кардіохірург відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0002-1073-7060>

Труба Я.П., д-р мед. наук, завідувач відділу хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0001-5214-408X>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Досвід хірургічного лікування патології мітрального клапану у дітей

Резюме

Вроджена ізольована мітральна патологія зустрічається з частотою 0,5 % серед усіх вроджених вад серця та комбінується з іншими в 65–82 % випадках. Хірургічне лікування вродженої дисфункції мітрального клапана все ще призводить до значного рівня летальності. При вираженій недостатності та неможливості пластики виникає життєва необхідність у протезуванні клапана.

Мета. Проаналізувати періопераційні характеристики пацієнтів, безпосередні та віддалені результати хірургічної корекції патології мітрального клапана у пацієнтів дитячого віку.

Матеріали та методи. З 2014 по 2024 рр. на базі ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України» проведено оперативне втручання 135 пацієнтам з приводу вродженої патології мітрального клапана у пацієнтів медіаною віку 60,5 [2; 204] місяці. Найчастішими вродженими аномаліями у досліджуваній групі пацієнтів були: атріовентрикулярний септальний дефект – 61 (45,2 %), гіпертрофічна кардіоміопатія – 24 (17,8 %) та вроджена ізольована патологія мітрального клапана – 15 (11,1 %). Основними методами діагностики були трансторакальне та транsezофагеальне ехокардіографічне дослідження.

Результати та обговорення. Госпітальна летальність склала 3,0 % (n=4). У віддаленому періоді був один летальний випадок, летальність – 0,7 %. Середня тривалість спостереження склала $49 \pm 16,2$ місяців. Протезування мітрального клапана виконано 6 пацієнтам (4,4 %). Виражена залишкова мітральна недостатність спостерігалась у 4 пацієнтів (2,3 %), з приводу чого було проведено повторні втручання, у 22 пацієнтів (17 %) – помірна, у 27 (20 %) – невелика та у 32 (23,7 %) – мінімальна. Пацієнтам із вродженими вадами серця, які включали в себе патологію мітрального клапана, виконували радикальну корекцію основного захворювання (атріовентрикулярного септального дефекту, гіпертрофічної кардіоміопатії, комбінованої аортальної вади, субаортального стенозу та інших) і супутньо – пластику мітрального клапана.

Висновки. Реконструктивні операції залишаються пріоритетним вибором у дітей та мають меншу ймовірність розвитку ускладнень. Свобода від реоперацій протягом 10 років склала 97,1 %, що підкреслює довговічність хірургічних втручань.

Ключові слова: вроджені вади серця, лівий атріовентрикулярний клапан, реконструкція лівого АВ-клапану у дітей, протезування лівого АВ-клапану, атріовентрикулярний септальний дефект, інфекційний ендокардит.

Вступ. Оперативні втручання з приводу патології мітрального клапана (МК) у пацієнтів дитячого віку є неабияким викликом та часто потребують індивідуальної оцінки в порівнянні з дорослими [1].

Ізольовані вроджені аномалії МК зустрічаються з частотою 0,5 % серед усіх ВВС, проте в поєднанні з іншими ВВС – у 65–82 % випадках. Перша функціональна класифікація, що включає дві основні категорії, засновані на дисфункції МК: мітральна недостат-

ність (МНд) та мітральний стеноз, була представлена Карпентьє у 1976 році та невдовзі переглянута у 1998 році [2] (рисунок 1).

Невеликі розміри, функціональна та анатомічна незрілість МК у новонароджених і дітей раннього віку значно ускладнюють хірургічну корекцію, що призводить до високого рівня летальності [3]. Важливим аспектом реконструктивних операцій МК є не просто пластика клапанних та підклапанних структур МК, а саме відновлення функціональної гемодинаміки. У порівнянні із заміною клапана, пластичні операції МК мають ряд переваг, включаючи можливість росту власного клапанного кільця, збереження підклапан-

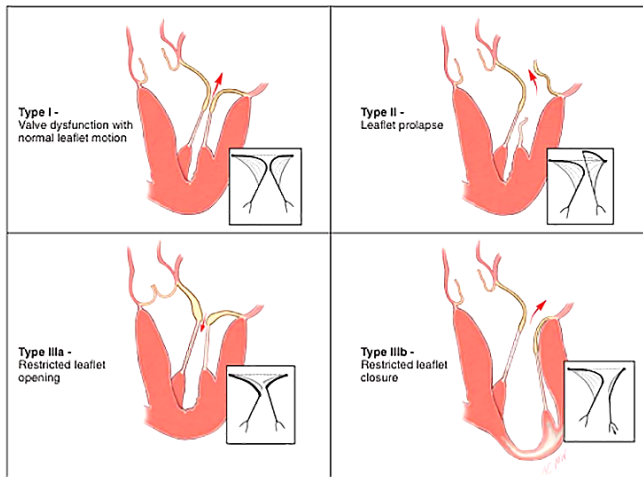


Рисунок 1. Функціональна класифікація недостатності МК за Карпентьє

Примітки: Тип I: нормальний рух стулок. Тип II: надмірний рух стулок (як при пролапсі клапана). Тип IIIa: рух стулок обмежений протягом усього серцевого циклу, що може спостерігатися при ревматичних вадах. Тип IIIb: рух стулок обмежений лише в систолу, частіше спостерігається при дисфункції ЛШ та ішемічній кардіоміопатії. (Carpentier A, Adams D, Filsoufi F: Carpentier's Reconstructive Valve Surgery. 1. Aufl., Saunders Elsevier, (2010), ISBN 1455710776, 9781455710775)

ного апарату, збереження геометрії та функції лівого шлуночка (ЛШ) та довгострокове виживання [3,4].

При наявності вираженої патології МК та неможливості його реконструкції у дітей різного віку виникає життєва необхідність у протезуванні клапана. Проблеми із підбором протезів необхідного розміру, довготривале використання антикоагулянтів, погані довгострокові результати та високий ризик невідповідності розміру протезу під час зростання дитини – все це сприяє тому, що операція із протезування МК є менш сприятливою для пацієнтів дитячого віку [5].

Мультидисциплінарний підхід та досвід лікарів-спеціалістів відіграють вирішальну роль у лікуванні педіатричних пацієнтів з вродженими аномаліями МК. План лікування повинен бути персоналізований відповідно до конкретних станів пацієнта та особливостей захворювання.

Мета. Проаналізувати періопераційні характеристики пацієнтів, безпосередні та віддалені результати хірургічної корекції мітрального клапана у пацієнтів дитячого віку.

Матеріали та методи. З 2014 по 2024 рр. на базі ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України» проведено оперативне втручання (пластика або протезування мітрального клапана) 135 пацієнтам з приводу вродженої патології МК. Гендерні та антропометричні показники із зазначенням медіани МЕ [мін.; макс.] до операції представлені в таблиці 1.

Середній показник медіани вікового діапазону становив 60,5 місяців. Відсоткове співвідношення чоловічої та жіночої статі було практично однаковим.

Таблиця 1

Гендерні та антропометричні дані пацієнтів

Показник	Група пацієнтів (n = 135)	
Стать	Жіноча	71 (52,6 %)
	Чоловіча	64 (47,4 %)
Вік, міс.	60,5 [2; 204]	
Маса тіла, кг	20,1 [3,5; 92]	
BSA, м ²	0,68 [0,21; 2,08]	

Примітки: BSA – площа поверхні тіла.

Основними патологіями, які зустрічалися у досліджуваній групі пацієнтів, були: атріовентрикулярний септальний дефект (АВСД) – 61 (45,2 %), гіпертрофічна кардіоміопатія (ГКМП) – 24 (17,8 %), вроджена ізольована патологія мітрального клапана – 15 (11,1 %), інфекційний ендокардит мітрального клапана (ІЕ МК) – 10 (7,4 %) та інші патології – 25 (18,5 %). Відсоткове співвідношення аномалій МК подано у вигляді діаграми на рисунку 2.

Генетична та хромосомна патологія серед усіх пацієнтів досліджуваної групи спостерігалася у 29 пацієнтів (21,5 %). Найбільш поширеною генетичною патологією був синдром Дауна – 23 пацієнти (17 %), у яких було діагностовано повний АВСД. Відсоткове співвідношення та різноманітність генетичної патології у досліджуваній групі наведено в таблиці 2.

При поступленні всім пацієнтам згідно з внутрішньолікарняним протоколом виконували такі дослідження: антропометричні виміри, загальний клінічний та біохімічний аналізи крові, бактеріологічні аналізи та інструментальні дослідження (електрокардіографію (ЕКГ), рентгенографію органів грудної клітки, ехокардіографію (ЕхоКГ)). Основними методами діагностики при визначенні вади та оцінюванні хірургічного лікування були трансторакальне (ТТЕ) та транsezофагіальне ехокардіографічне (ТЕЕ) дослідження.

Для кращої анатомічної, функціональної та гемодинамічної візуалізації 28 пацієнтам (20,7 %) виконували додаткові методи обстеження: катетеризацію камер серця, комп'ютерну та магнітно-резонансну томографію серця.

Особливості гемодинаміки за даними ЕхоКГ та додаткових методів візуалізації до операції наведені у таблиці 3.

За даними ЕКГ оцінювали ознаки перевантаження лівих відділів серця, наявність аритмій, а також ознаки перевантаження правих відділів серця у пацієнтів із легеневою гіпертензією. За допомогою рентгенологічного дослідження оцінювали конфігурацію та розміри серця, стан легеневої тканини та легеневого кровообігу. Дослідження виконували в прямій, за потреби – у боковій проекції.

Особливу увагу в діагностиці приділяли функціональним показникам МК та ЛШ за даними ЕхоКГ.

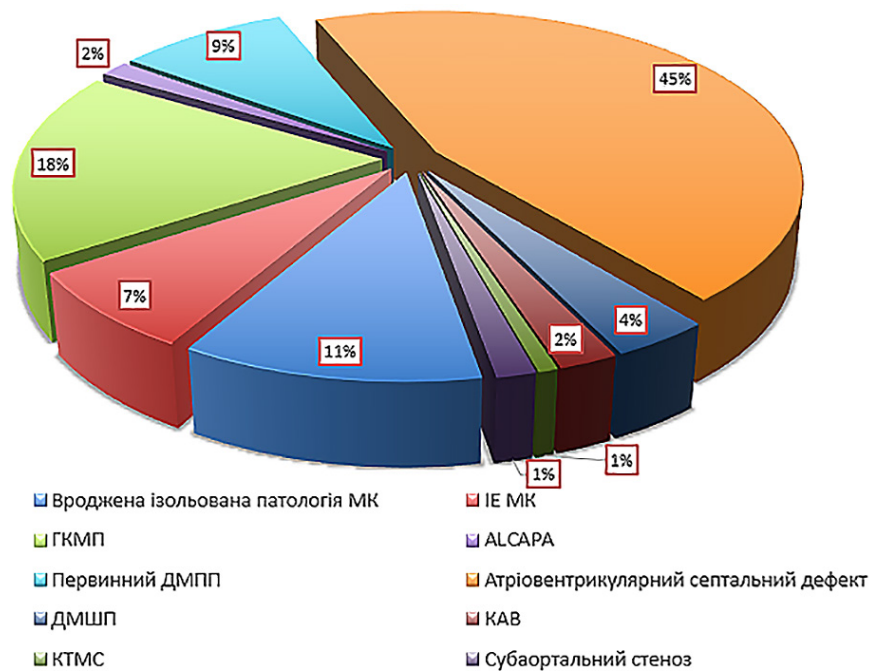


Рисунок 2. Розподіл пацієнтів за патологіями МК в поєднанні з іншими ВВС

Примітки: ДМПП – дефект міжпередсердної перегородки, ДМШП – дефект міжшлуночкової перегородки, КТМС – коригована транспозиція магістральних судин, АЛСАРА – Аномальне відходження лівої коронарної артерії від легеневої артерії, КАВ – комбінована аортальна вада.

Таблиця 2

Генетична варіабельність при патологіях МК (n=135)

№	Генетична патологія	Кількість, n(%)
1.	Синдром Дауна	23 (17 %)
2.	Синдром Вільямса	2 (1,5 %)
3.	Хвороба Барлоу	1 (0,7 %)
4.	Синдром Шона	2 (1,5 %)
5.	Синдром Марфана	1 (0,7 %)

Мітральну недостатність класифікували від мінімальної до вираженої на основі аномального потоку струменя в ліві передсердя (color-flow jet area та vena contracta). Під час ЕхоКГ також оцінювали морфологію МК, підклапанних структур та наявність будь-яких інших структурних чи функціональних відхилень. Цей метод дослідження був «золотим стандартом» для визначення подальшої хірургічної тактики.

Додатково для передопераційного планування 26 пацієнтам (19,3 %) виконано комп'ютерну томографію серця та 4 (3,0 %) – магнітно-резонансну томографію. В основному це були пацієнти з поєднаними вродженими вадами серця та МНД, а саме ГКМП, АЛСАРА та КАВ.

Статистичну обробку проведено за допомогою програм Microsoft Excel 2016, IBM SPSS Statistics 21.0, GMDH Shell DS. Залежно від отриманих результатів розраховано середнє значення та показник медіани. Кількісні дані оцінювали шляхом визначення частоти ознак та відсотка від загальної кількості спостережень.

Таблиця 3

Передопераційні показники гемодинаміки

Показник	Група пацієнтів n=135
Недостатність МК	
Виразена, n (%) / Vena contracta, мм	29 (21,4) / 7±0,8
Помірна, n (%) / Vena contracta, мм	49 (36,3) / 4±1,5
Невелика, n (%)	
Мітральний стеноз, n (%)	2 (1,5)
Градiєнт на МК, МЕ (мм рт.ст.)	10 [4; 15]
ФВ ЛШ, МЕ (%)	61 [42; 78]
КДІ ЛШ, МЕ (мл/м²)	77,3 [95; 209]
Діаметр ЛП, см²	3,9±0,7
Перфорація стулок МК, n (%)	7 (5,2)
Веgetації на МК, n (%)	6 (4,4)
Гіпертрофія ВТЛШ/ВТПШ, n (%)	24 (17,8)
Патологічні вторинні хорди, n (%)	20 (14,8)
Відрив хорд, n (%)	12 (8,9)
Подовження ПСМК, n (%)	9 (6,7)

Примітки: ФВ – фракція викиду, КДІ – кінцево-діастолічний індекс, ЛП – ліві передсердя, ВТЛШ – вихідний тракт лівого шлуночка, ВТПШ – вихідний тракт лівого шлуночка, ПСМК – передня стулка мітрального клапана

Методи хірургічної корекції. У всіх пацієнтів показання до операції та техніка хірургічного втручання оцінювались індивідуально приймаючи до уваги всі передопераційні обстеження, клінічний стан пацієнта та наявність супутньої патології.

Виконання реконструктивних операцій було в пріоритеті та проведено у 129 хворих (95,6 %), а заміну МК – 6 пацієнтам (4,4 %). Відсоткове співвідношення хірургічних технік, які застосовувались під час втручання представлені в таблиці 4.

Хірургічні втручання виконувались під загальною анестезією в умовах штучного кровообігу (ШК) та гіпотермії. Оперативним доступом у всіх пацієнтів була серединна стернотомія. Для захисту міокарда застосовували кристалоїдний фармакохолодовий кардіоплегічний розчин у розрахунку 30 мл/кг.

Таблиця 4

Види пластичних хірургічних технік

Види пластик МК	n=129
Видалення вегетації, n (%)	6 (4,4)
Пластика перфорації стулки, n (%)	7 (5,2)
Плікація ПСМК, n (%)	26 (19,2)
Пластика ЗСМК (плікація P1 і P2), n (%)	7 (5,2)
Транслокація хорд МК, n (%)	15 (11,1)
Резекція хорд ПСМК, n (%)	5 (3,7)
Імплантація штучних хорд, n (%)	1 (0,7)
Анулопластика МК за Kay-Wooler-Reed, n (%)	7 (5,2)
Анулопластика МК з використанням синтетичного кільця, n (%)	12 (8,9)
Пластика за Carpentier, n (%)	15 (11,1)
Alfieri, n (%)	4 (2,9)
Септальна мієктомія із пластикою МК, n (%)	24 (17,8)

Примітки: ЗСМК – задня стулка мітрального клапана, P1 і P2 – сегменти задньої стулки мітрального клапана.

Перед корекцією МК проводили ревізію клапана та підклапанних структур. У пацієнтів із дилатацією кільця виконували анулопластику: у 7 (5,2 %) – за Kay-Wooler-Reed, у 12 (8,9 %) – із використанням синтетичного кільця, а у 15 пацієнтів (11,1 %) із необхідністю додаткового ремоделювання стулок та транслокації хорд – пластику за Carpentier. Пацієнтам із пролапсом стулок виконували трикутну або чотирикутну резекцію. При подовженні хорд – вкорочення, при розриві – транслокацію власних хорд (11,1 %) або імплантацію штучних (0,7 %), а при наявності аномальних додаткових хорд – їх резекцію (3,7 %). У випадках розщеплення стулок проводили плікацію ПСМК або ЗСМК у 26 (19,2 %) та у 7 (5,2 %) пацієнтів відповідно. У пацієнтів із ІЕ МК з перфорацією стулки виконано пластику перфорації - 7 (5,2 %) та у 6 пацієнтів (4,4 %) – видалено вегетації.

Усім пацієнтам із супутніми серцево-судинними патологіями: ГМКП, АВСД, КАВ, ДМПП, ДМШП, АLCAPA та інші було успішно виконано радикальну корекцію. Інтраопераційно для оцінки корекції МК, а також інших супутніх аномалій всім пацієнтам виконувалось ТЕЕ перед і після реконструкції.

Результати. У ранньому післяопераційному періоді госпітальна летальність склала 3,0 %, померло 4 пацієнти із діагнозом повний АВСД у поєднанні із вираженою МНд. Причиною летальності 3 померлих пацієнтів (2,2 %) була гостра серцева недостатність, а у 1 (0,7 %) – дихальна недостатність внаслідок вірусної пневмонії. У віддаленому періоді летальність склала 0,7 %, померла пацієнтка після протезування МК внаслідок вірусної пневмонії. Середня тривалість спостереження склала $49 \pm 16,2$ місяці. Серед пацієнтів із ІЕ МК рецидивів за період спостереження не спостерігалось. Повторні втручання було виконано 4 пацієнтам (3,0 %) внаслідок наростання МНд до вираженої. Одному пацієнту після корекції ГМКП, із метою профілактики раптової серцево-судинної смерті, імплантовано кардіовертер-дефібрилятор. Дані інтраопераційного періоду представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Інтраопераційна характеристика пацієнтів

Показник	Група пацієнтів (n = 135)
Тривалість операції, хв	415 [270; 590]
ШК, хв	91 [52; 446]
Перетиснення аорти, хв	57 [17; 181]
Гіпотермія, °C	30 [28; 34]

Показник медіани тривалості перетискання аорти склав 57 [17; 181] хвилин, медіани тривалості ШК – 91 [52; 446] хвилин. Особливу увагу в інтраопераційному періоді звертали на результат корекції МК, а саме ступінь регургітації та градієнт на МК, які показали задовільний результат корекції. Проте в ранньому післяопераційному періоді у 4 пацієнтів (3,0 %) за даними ТТЕ наріс ступінь МНд до вираженої, в результаті чого було проведено протезування МК через неможливість виконання пластики. Дані післяопераційних показників представлено у таблиці 6. Особливо звертаємо увагу на пацієнтів із помірною МНд – 22 (16,7 %), для визначення потреби повторної корекції.

Показник медіани тривалості ШВЛ становив 18 [2; 324] години. Показник медіани перебування пацієнтів у ВРІТ склав 16 [7; 355] діб.

У ранньому післяопераційному періоді у 12 пацієнтів (8,9 %) спостерігалась серцева недостатність, у 8 (5,9 %) пацієнтів – дихальна недостатність, в 1 пацієнта (0,7 %) було діагностовано гідроторакс, в 5 (3,7 %) – повна АВ-блокада.

Варто відмітити, що неускладнений перебіг раннього післяопераційного періоду спостерігали у 109 (80,7 %) пацієнтів. Слід зазначити, що свобода від реоперацій через 10 років склала 97,1 %, що підкреслює довговічність хірургічних втручань.

Обговорення. Хірургічне лікування патології мітрального клапана у дітей залишається складним і

Таблиця 6

Післяопераційна характеристика пацієнтів

Показники	Група пацієнтів n=135
Тривалість інотропної підтримки, МЕ год	40,5 [21; 276]
Тривалість ШВЛ, МЕ год	18 [2; 324]
Перебування у ВРІТ, МЕ діб	16 [7; 355]
Перебування в стаціонарі, МЕ діб	21 [10; 368]
Ступінь МНД	
Виражена, n (%)	4 (3,0)
Помірна, n (%)	22 (16,7)
Невелика, n (%)	27 (20,0)
Мінімальна, n (%)	32 (23,7)
ФВ ЛШ, МЕ %	55 [42; 66]

Примітки: ШВЛ – штучна вентиляція легень, ВРІТ – відділення реанімації та інтенсивної терапії.

відповідальним завданням, яке вимагає ретельного підходу та мультидисциплінарної команди [1]. У нашому дослідженні, проведеному на базі ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України», ми проаналізували результати оперативних втручань, що включали пластику у 129 пацієнтів та протезування МК у 6 пацієнтів віком від 2 місяців до 18 років.

Згідно з даними, вроджені аномалії мітрального клапана, хоча й зустрічаються рідше в дитячій практиці, все ж становлять серйозну проблему через їх поєднання з іншими вродженими вадами серця [6]. Високий відсоток таких патологій, як АВСД та ГМКП, вказує на необхідність комплексного підходу до лікування. Важливим аспектом є й наявність генетичних аномалій, таких як синдром Дауна, які суттєво ускладнюють лікувальний процес [3,7].

Результати нашого дослідження показують, що рання післяопераційна летальність становила 3,0 %, що є відносно задовільним результатом. Основними причинами летальності стали гостра серцева недостатність та дихальна недостатність, що підкреслює важливість ранньої діагностики та своєчасного хірургічного втручання. Відзначаємо, що у віддаленому періоді летальність склала 0,7 %, що свідчить про успішність виконаних операцій.

Хірургічне втручання на МК у новонароджених та немовлят має особливо високий ризик і пов'язане з

вищим рівнем рецидивів та повторного втручання на ранній стадії [8,9].

Проведені оперативні втручання продемонстрували позитивні результати, зокрема щодо зменшення ступеня МНД. Анулопластика із застосуванням синтетичного кільця показує кращу довговічність та меншу кількість реоперацій з приводу дилатації кільця МК [10,11].

Важливим є той факт, що протезування МК виконувалося лише у 4,4 % випадків, що свідчить про пріоритетність реконструктивних операцій. Це підкреслює переваги пластичних втручань, які забезпечують кращу функціональність клапана та зменшують ризик ускладнень у порівнянні з протезуванням. Безперечно, виконання інтраопераційно ТЕЕ має важливе значення для оцінки реконструкції МК та знижує ризик повторного втручання із можливістю одразу доповнити реконструкцію або протезувати клапан [12]. Особливу увагу слід приділити тривалості післяопераційного перебування у ВРІТ та стаціонарі, які в нашій групі склали 16 та 21 добу відповідно. Це свідчить про необхідність постійного моніторингу пацієнтів у післяопераційний період та забезпечення своєчасної корекції можливих ускладнень.

Висновки. Виконання інтраопераційної трансезофагеальної ехокардіографії дає можливість оцінювати стан корекції в умовах операційної, що допомагає уникнути повторних втручань та покращити результати лікування.

Реконструктивні операції залишаються пріоритетним вибором у дітей і склали 95,6 % від загальної кількості втручань та мають меншу ймовірність розвитку ускладнень. Оцінка безпосередніх і віддалених результатів свідчить про важливість індивідуального та мультидисциплінарного підходу до лікування пацієнтів. Свобода від реоперацій протягом 10 років склала 97,1 %, що підкреслює довговічність хірургічних втручань.

Автори заявляють про відсутність потенційних конфліктів інтересів.

Участь авторів: Майстрик Г.В.^{ABCDE}, Дзюрий І. В.^{ACDE}, Труба Я. П.^{ACDEF}

А – концепція роботи та дизайн, В – збір та аналіз даних, С – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, Е – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Список використаних джерел

References

- Iddawela S, Joseph PJS, Ganeshan R, Shah HI, Olatigbe TAT, Anyu AT, et al. Paediatric mitral valve disease—from presentation to management. *Eur J Pediatr*. (2022) 181(1):35–44. <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04208-7>
- Carpentier A. Cardiac valve surgery—the “French correction”. *J Thorac Cardiovasc Surg*, Volume 86, Issue 3, 1983, Pages 323–337, ISSN 0022-5223, [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(19\)39144-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(19)39144-5)
- Cai Y, Jiang N, Chen G, Mi Y, Zhong H, Jia B, Zhang H, Ye M. Risk factors for mitral valve dysfunction, reoperation and death following repair of the primary mitral valve disease in children. *J Thorac Dis* 2023;15(8):4154–4171. doi: <https://doi.org/10.21037/jtd-23-270>
- Tuncer ON, Ertugay S, Akhundova M, Levent E, Atay Y. Long-term outcomes of mitral valve repair in children. *Front Cardiovasc Med*. 2024 Oct 1;11:1454649. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1454649> PMID: 39411173; PMCID: PMC11473355.

5. Van Puyvelde J, Meyns B, Rega F, Gewillig M, Eyskens B, Heying R, Cools B, Salaets T, Hellings PW, Meuris B. Mitral valve replacement in children: balancing durability and risk with mechanical and bioprosthetic valves. *Interdiscip Cardiovasc Thorac Surg*. 2024 Mar 5;38(3):ivae034. doi: <https://doi.org/10.1093/icvts/ivae034>. PMID: 38447197; PMCID: PMC10948284.
6. Qi L, Ma K, Zhang B, Rui L, Lin Y, Wang G, Li S. Pediatric Mitral Regurgitation: Standardized Repair-Oriented Strategy With Leaflet Plication. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2020 Winter;32(4):1002-1012. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2020.05.029>. Epub 2020 Jun 5. PMID: 32505798.
7. Dimopoulos K, Constantine A, Clift P, Condliffe R, Moledina S, Jansen K, Inuzuka R, Veldtman GR, Cua CL, Tay ELW, Opatowsky AR, Giannakoulas G, Alonso-Gonzalez R, Cordina R, Capone G, Namuyonga J, Scott CH, D'Alto M, Gamero FJ, Chicoine B, Gu H, Limsuwan A, Majekodunmi T, Budts W, Coghlan G, Broberg CS; for Down Syndrome International (DSI). Cardiovascular Complications of Down Syndrome: Scoping Review and Expert Consensus. *Circulation*. 2023 Jan 31;147(5):425-441. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.059706> Epub 2023 Jan 30. PMID: 36716257; PMCID: PMC9977420.
8. Isaacson E, Lucjak C, Johnson WK, Yin Z, Wang T, Rein L, Woods RK, Tweddell JS, Hraska V, Mitchell ME. Mitral Valve Surgery in Neonates, Infants, and Children: Surgical Approach, Outcomes, and Predictors. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2020 Autumn;32(3):541-550. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2020.01.005>. Epub 2020 Jan 21. PMID: 31972302.
9. Wang Z, Ma K, Li S. Application of a Novel Mitral Valvuloplasty Strategy in Children with Mitral Regurgitation. *Pediatr Cardiol*. 2024 Jul 13. doi: <https://doi.org/10.1007/s00246-024-03586-7>. Epub ahead of print. PMID: 38997515.
10. Isolated Congenital Mitral Regurgitation Repair in Children: Long-term Outcomes of Artificial Rings. Van, Dung Hung et al. *The Annals of Thoracic Surgery*, Volume 113, Issue 2, 638 – 645, doi: 10.1016/j.athoracsur.2021.01.024
11. Christenson JT, Kalangos A. Use of a biodegradable annuloplasty ring for mitral valve repair in children. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. (2009) 17(1):11–2. <https://doi.org/10.1177/0218492309102260>.
12. Chen W, Li M, Sheng W, Jia B, Huang G. Congenital mitral valve defects in pediatric population: a narrative review of surgical repair. *Pediatr Med* 2023;6:6., <https://doi.org/10.21037/pm-21-52>.

Experience of Surgical Treatment of Mitral Valve Pathology in Children

Hanna V. Maistriuk, Ivan V. Dziuryi, Iaroslav P. Truba

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

Isolated congenital mitral pathology occurs with a frequency of 0.5% among all congenital heart defects and is combined with others in 65–82% of cases. Surgical treatment of congenital mitral valve dysfunction still results in a significant mortality rate. In the presence of severe mitral valve pathology and the impossibility of performing valve repair in children of all ages, valve replacement becomes vitally necessary. The goal of mitral valve repair is not only to restore anatomy but, more importantly, to restore functional hemodynamics.

Aim. To analyze the perioperative characteristics of patients and the immediate and long-term results of surgical correction of the mitral valve in pediatric patients.

Materials and methods. Between 2014 and 2024, 135 patients aged 2 months to 18 years with congenital mitral valve anomalies underwent surgical correction (mitral valve repair or replacement) at the National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine. There were 64 male patients (47.4 %) and 71 female patients (52.6 %). The most common congenital heart defects associated with mitral valve anomalies in the study group were: atrioventricular septal defect – 61 cases (45.2 %), hypertrophic cardiomyopathy – 24 (17.8 %), congenital isolated mitral valve disease – 15 (11.1 %), and infective endocarditis of the mitral valve – 10 (7.4 %).

Results and discussion. In the early postoperative period, 4 patients died, resulting in a hospital mortality rate of 3.0 %. In 3 patients (2.2 %), the cause of death was acute heart failure, while in 1 patient (0.7 %) it was respiratory failure due to viral pneumonia. During long-term follow-up, there was one additional death (0.7 %).

Mitral valve replacement was required in 6 patients (4.4 %). The mean follow-up duration was 49 ± 16.2 months. Severe residual mitral regurgitation occurred in 4 patients (2.3 %), necessitating reintervention. Moderate mitral regurgitation was observed in 22 patients (17 %), mild in 27 patients (20 %), and minimal in 32 patients (23.7 %). No recurrences were recorded among patients with infective endocarditis during the follow-up period. All patients with associated intracardiac anomalies underwent concomitant surgical correction.

Conclusions. Modern diagnostic techniques enable the early detection of mitral valve anomalies, and contemporary surgical approaches yield favorable outcomes. Mitral valve repair is intended not only to reconstruct anatomical integrity but, more critically, to restore physiological hemodynamic performance. The 10-year reoperation-free rate of 97.1 % highlights the durability of surgical interventions. Reconstructive surgery remains the treatment of choice in pediatric patients, as it is associated with a lower risk of complications compared to valve replacement.

Keywords: congenital heart disease, left atrioventricular valve, left atrioventricular valve reconstruction in children, left AV valve replacement, atrioventricular septal defect, infective endocarditis.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 21.05.2025

Після доопрацювання / Revised: 26.05.2025

Прийнято до друку / Accepted: 28.05.2025

Чиж М.О.¹, канд. мед. наук, ст. дослідник, завідувач відділу експериментальної кріомедицини, <https://orcid.org/0000-0003-0085-296X>

Гладких Ф.В.^{2,3}, доктор філософії, ст. наук. співробітник відділу променевої патології та паліативної медицини, <https://orcid.org/0000-0001-7924-4048>

Лядова Т.І.², д-р мед. наук, професор, декан медичного факультету, <https://orcid.org/0000-0002-5892-2599>

Матвєєнко М.С.², доктор філософії, доцент, завідувачка кафедри загальної хірургії, анестезіології та паліативної медицини, <https://orcid.org/0000-0002-0388-138X>

Коморовський Р.Р.⁴, д-р мед. наук, професор, професор кафедри внутрішньої медицини №2, <https://orcid.org/0000-0002-0288-4132>

¹Інститут проблем кріобіології і кріомедицини Національної академії наук України, м. Харків, Україна

²Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, м. Харків, Україна

³ДУ «Інститут медичної радіології та онкології імені С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна

⁴Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, м. Тернопіль, Україна

Метаболічні зрушення у міокарді при адреналіновому ушкодженні та вплив кріоекстракту серця на лактатно-піруватний обмін

Резюме

Метаболічні зрушення у міокарді при адреналіновому ушкодженні є наслідком надмірної активації β-адренорецепторів серцевого м'яза. Це призводить до ряду біохімічних і морфологічних змін, що можуть викликати токсичне ушкодження міокарда. Основні метаболічні порушення включають порушення вуглеводного обміну.

Мета. Вивчення впливу екстракту кріоконсервованих фрагментів серця поросят на активність глікогенолізу в кардіоміоцитах та його потенційний терапевтичний ефект на моделі адреналінової міокардіодистрофії (АМД).

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження проводилися на 84 нелінійних білих щурах-самцях. Модель АМД відтворювали за методикою Маркової О.О. шляхом одноразового підшкірного введення 0,18 % розчину адреналіну тартрату у дозі 5 мг/кг маси тіла. Кріоконсервовані фрагменти серця поросят вводили внутрішньоочеревно у дозі 0,1 мг/мл щоденно протягом 14 днів із розрахунку 50 мкг пептидів на 100 г маси тіла. Сумарну активність лактатдегідрогенази (ЛДГ) у сироватці крові визначали спектрофотометричним методом. Вміст лактату та пірувату у тканинах міокарда визначали спектрофотометричним методом згідно з відповідною методикою.

Результати. Показано, що при АМД спостерігається активація анаеробного гліколізу, зростання рівня лактату, зниження пірувату та підвищення активності лактатдегідрогенази, що свідчить про глибокі порушення енергетичного метаболізму та розвиток гіпоксії. Застосування ЕКСП достовірно знижує рівень лактату й ЛДГ, а також нормалізує концентрацію пірувату, що вказує на відновлення окисного фосфорилування в кардіоміоцитах.

Висновки. Отримані результати свідчать про потенційну терапевтичну цінність екстракту кріоконсервованих сердець поросят як препарату з метаболічно-коригуючими властивостями при ушкодженнях міокарда катехоламінової природи. Екстракт чинить позитивний вплив на основні показники лактатно-піруватного обміну при адреналіновій міокардіодистрофії.

Ключові слова: адреналін, лактатдегідрогеназа, лактат, піруват, екстракт кріоконсервованих фрагментів органів

Вступ. Захворювання серцево-судинної системи залишаються провідною причиною інвалідності та смертності у світі, і особливу увагу в їх патогенезі приділяють порушенням енергетичного метаболізму кардіоміоцитів. У нормі серцевий м'яз є надзвичайно енергозалежною тканиною, що функціонує переважно за рахунок аеробного окислення жирних кислот і глюкози. У стресових та патологічних станах, таких як ішемія, гіпоксія або катехоламінове перевантаження, ефективність цього процесу різко знижується, що спричиняє активацію анаеробного гліколізу [1,2]. У перші години після токсичного чи ішемічного ураження міокарда відмічається підвищення загальної активності лактатдегідрогенази (ЛДГ) у плазмі крові, як ознака ушкодження кардіоміоцитів [3]. Лактоцидоз, який виникає внаслідок анаеробного гліколізу, гальмує активність багатьох ферментів та пошкоджує структури клітини [4,5].

Через пригнічення піруватдегідрогеназного комплексу відмічається порушення в перетворенні пірувату в ацетил-КоА. Під дією адреналіну знижується співвідношення піруват/лактат, що свідчить про зсув у бік анаеробного метаболізму. Це – чутливий показник тканинної гіпоксії та оксидативного стресу [6]. При адреналіновому ушкодженні може зростати до 20:1 і більше. Порушення лактатно-піруватного балансу негативно впливає на функціональний стан міокарда, спричиняє зниження ефективності скорочення, енергетичний дефіцит та загострює оксидативний стрес.

Модель адреналінового ушкодження широко використовується у експериментальній кардіології для відтворення гіперкатехоламінемії, яка спостерігається при стрес-індукованій кардіоміопатії, феохромоцитомі, гострій серцевій недостатності, а також при тривалому застосуванні β -адреноміметиків [7,8].

Особливий науковий інтерес становить лактатно-піруватний обмін як один із ключових біомаркерів змін у клітинному енергетичному балансі. Підвищення співвідношення лактат/піруват (Л/П) розглядається як надійний показник окисно-відновного дисбалансу і використовується для оцінки ступеня гіпоксії, ступеня тканинного стресу та ефективності терапевтичних втручань.

У сучасних умовах зростання частоти кардіоміопатій, зокрема токсичного та автоімунного походження, важливим напрямом є пошук ефективних і безпечних засобів кардіопротекції. Все більше уваги привертають безклітинні біологічні продукти, що містять регуляторні молекули тканинного походження. Ці препарати здатні забезпечувати імуномодуючі, метаболічно-коригуючі та антиоксидантні ефекти, впливаючи на гомеостаз серцевого м'яза [9,10].

Зокрема, культуральні середовища, збагачені біологічно активними речовинами мезенхімальних стовбурових клітин, продемонстрували позитивний вплив на скоротливу функцію серця у моделі автоімунного міокардиту за результатами ехокардіогра-

фії [11], а також супроводжувалися зменшенням вираженості запального процесу та некротичних змін міокарда [12].

Паралельно з цим активно вивчаються тканинні кріоекстракти – препарати, що не містять клітин, але зберігають широкий набір сигнальних пептидів, антиоксидантів, амінокислот, глікопротеїнів та інших біоактивних компонентів [9]. Важливим прикладом є екстракти плаценти, які зменшували прояви кардіотоксичності у моделі антрациклін-індукованого ураження міокарда [13].

Особливо перспективними вважаються екстракти кріоконсервованих фрагментів серця тваринного походження (ксеногенного), що зберігають структуру, подібні до ендogenous серцевого матриксу. У моделях адреналін-індукованого ураження серця у щурів застосування такого екстракту сприяло покращенню ультразвукових показників функції міокарда, зменшенню ішемічних змін і стабілізації обмінних процесів [14]. Подібні ефекти спостерігалися і при використанні екстракту серця у моделі некрозу міокарда: фіксувалися позитивні зміни морфологічного стану серцевої тканини, зменшення зон ушкодження і покращення трофіки [15].

Слід зазначити, що ще у ранніх дослідженнях було показано, що тканинні екстракти, зокрема з кріоконсервованих органів, здатні зберігати біологічну активність і модулювати стан клітин-мішеней, зокрема в умовах гіпоксії чи метаболічного стресу [16]. Сучасні морфофункціональні та біохімічні дослідження лише підтверджують цей потенціал, що відкриває шлях до подальшого доклінічного і клінічного вивчення подібних засобів.

Таким чином, екстракти кріоконсервованих фрагментів ксеногенного серця є перспективними кандидатами для створення нових безпечних кардіопротекторів з комплексною біологічною дією. Однак механізми дії екстракту кріоконсервованих фрагментів серця поросят (ЕКСП) в умовах катехоламін-індукованого ушкодження залишаються недостатньо вивченими, зокрема його вплив на лактатно-піруватний обмін.

З огляду на вищевикладене, дослідження впливу ЕКСП на метаболічні показники у моделі адреналінового ушкодження є актуальним як з теоретичної, так і з прикладної точки зору – для розробки нових напрямів метаболічної терапії в кардіології.

Мета. Вивчення впливу екстракту кріоконсервованих фрагментів серця поросят на активність глікогенолізу в кардіоміоцитах та його потенційний терапевтичний ефект на моделі адреналінової міокардіодистрофії (АМД).

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження проведені на 84 нелінійних щурах-самцях масою 250–300 г, які утримувались у стандартних умовах віварію. АМД моделювали за методикою Маркової О.О. (1998 р.) шляхом одноразового підшкірного (п/м) введення 0,18 % розчину адреналіну тартрату в дозі 5 мг/кг маси тіла [17].

Кріоконсервовані фрагменти серця поросят отримували згідно з методикою [15,16]. Концентрацію пептидів в екстрактах визначали спектрофотометричним методом при довжині хвилі 280 нм. Кінцева концентрація пептидів в екстракті складала 0,1 мг/мл. Екстракти серця поросят вводили внутрішньоочеревно з розрахунку 50 мкг пептидів на 100 г маси тварини щоденно протягом 14 днів.

Тварини контрольної групи отримували еквіоб'ємну кількість 0,9 % розчину натрію хлориду. В якості референс-препарату обрано кордарон (10 мг/кг, в/м), який широко використовується для лікування ішемічної хвороби серця [18]. Матеріалом дослідження виступали гомогенати тканин серця щурів після декапітації тварин. Сумарну активність лактатдегідрогенази (ЛДГ) в сироватці крові визначали спектрофотометричним методом, який ґрунтується на прямопропорційності активності ЛДГ та швидкості зменшення світлопоглинання при довжині хвилі $\lambda = 340\text{--}365$ нм, що характерно для перетворення пірувату на лактат з одночасним окисненням НАДН (Піруват + НАДН + H^+ → Лактат + НАД $^+$). Результати виражали в мккат/л [19]. Дослідження проводили із використанням наборів для біохімічних досліджень. Вміст лактату та пірувату у тканинах серця визначали спектрофотометрично [20].

Експериментальні дослідження проведені на лабораторних щурах відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3477-IV від 21.02.2006 р., Загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених Першим національним конгресом України з біоетики (м. Київ, 2001 р.), а також інших чинних вітчизняних та міжнародних нормативних актів. Комплексну програму досліджень розглянуто та погоджено Комітетом з біоетики при ІПКіК НАН України (витяг з протоколу № 2 від 3 січня 2022 р.).

Статистичну обробку одержаних результатів проведено з використанням прикладної програми для роботи з електронними таблицями «Microsoft Office Excel». Оцінку характеру розподілу величин у кожній групі вибіркової сукупності проводили за допомогою W-критерію Шапіро-Вілка. Однорідність дисперсій визначали за критерієм Левена. Цифрові дані у разі нормального розподілу величин наведені у вигляді « $M \pm m$ » ($M \pm SE$), де M – середнє арифметичне значення, m (SE) – стандартна похибка середнього арифметичного. Також наводили 95 % довірчий інтервал (95 % ДІ), який відповідає довірчому інтервалу (Confidence Interval – CI) на рівні 5 % – 95 %.

Результати та їх обговорення. Дослідження, проведене в рамках цієї роботи, показало значну різницю в рівнях лактатдегідрогенази (ЛДГ) у різних групах щурів на різні дні експерименту. На 2-й день дослідження рівень ЛДГ у контрольній групі досяг значення 9,0 [8,3; 9,3] мккат/л, що було суттєво вищим порівняно з групою інтактних щурів, де цей показник становив 4,3 [4,2; 4,6] мккат/л ($p = 0,001$;

різниця 109,3 %). Така велика різниця в рівнях ЛДГ свідчить про виражене підвищення цього показника в умовах експериментальної моделі гострої міокардіальної дисфункції (АМД). Водночас у групі щурів, яким вводили експериментальний препарат (ЕКСП), рівень ЛДГ становив 7,0 [6,0; 9,0] мккат/л, що було на 22,2 % менше порівняно з контрольною групою ($p = 0,04$). Однак цей показник все ще був значно вищим за рівень ЛДГ у інтактних щурів, що підтверджує часткову ефективність препарату у зниженні рівня ферменту, але не повну нормалізацію його концентрації. У групі щурів, яким вводили кордарон, рівень ЛДГ становив 8,0 [7,0; 8,0] мккат/л, що на 14,3 % нижче порівняно з контрольною групою, однак різниця була статистично незначущою ($p = 0,4$), що може свідчити про менш виражений ефект цього препарату на рівень ЛДГ.

На 7-й день дослідження рівень ЛДГ у контрольній групі щурів, які не отримували лікування, знизився до 7,0 [7,0; 7,5] мккат/л, що на 22,2 % менше порівняно з початковим рівнем ($p = 0,009$). Це зниження рівня ЛДГ в контрольній групі свідчить про певний природний процес відновлення після розвитку АМД, однак показник залишався вищим за норму. У групі щурів, яким вводили ЕКСП, рівень ЛДГ знизився до 5,0 [5,0; 5,0] мккат/л, що на 28,6 % менше, ніж у контрольній групі ($p = 0,009$). Це свідчить про виражений коригувальний ефект ЕКСП, який значно сприяв нормалізації рівня ЛДГ. У групі щурів, яким вводили кордарон, рівень ЛДГ становив 5,0 [5,0; 6,5] мккат/л, що на 28,6 % менше порівняно з групою без лікування ($p = 0,03$), хоча зміни були менш вираженими порівняно з групою ЕКСП. Ці результати свідчать про певну активність кордарону, і його ефективність виявляється співставною з досліджуваним препаратом.

На 14-й день у контрольній групі щурів, які не отримували лікування, рівень ЛДГ зменшився до 5,0 [4,8; 5,3] мккат/л, що на 44,4 % нижче порівняно з 2-м днем ($p = 0,01$) і на 28,6 % менше порівняно з 7-м днем ($p = 0,01$). Це свідчить про деяке зниження рівня ЛДГ на фоні природних процесів відновлення, однак рівень залишався вище за норму, що вказує на неповну нормалізацію функцій організму. У групі щурів, яким вводили ЕКСП, рівень ЛДГ становив 4,5 [4,2; 5,0] мккат/л, що на 35,7 % менше порівняно з 2-м днем ($p = 0,01$) і на 10,0 % менше порівняно з 7-м днем ($p = 0,07$), що вказує на поступову стабілізацію цього показника внаслідок лікування. У групі щурів, яким вводили кордарон, рівень ЛДГ знизився до 4,5 [3,5; 4,8] мккат/л, що на 43,7 % менше порівняно з 2-м днем ($p = 0,01$), однак зміни на 7-й день були не настільки вираженими ($p = 0,02$), що вказує на менш ефективний вплив кордарону на нормалізацію рівня цього ферменту (таблиця 1).

У щурів з АМД встановлено значне підвищення рівня лактату в тканинах серця вже на другий день після введення адреналіну: у контрольній групі він

Таблиця 1

Вплив екстракту кріоконсервованих фрагментів серця поросят на рівень лактатдегідрогенази (ЛДГ) в тканинах серця щурів на моделі адреналінової міокардіодистрофії, мккат/л (Ме [LQ; UQ], n=84)

Строк	I група	II група	III група	IV група	Рівень статистичної вірогідності [%]			
	Інтактні щури	Контроль (АМД без лікування)	АМД + ЕКСП	АМД+ кордарон (10 мг/кг)	P ₂₋₁	P ₃₋₂	P ₄₋₂	P ₄₋₃
2 день	4,3 [4,2; 4,6]	9,0 [8,3; 9,3]	7,0 [6,0; 9,0]	8,0 [7,0; 8,0]	0,001 [109,3 %]	0,04 [22,2 %]	0,002 [11,1 %]	0,4 [14,3 %]
7 день	4,3 [4,0; 4,7] p _{д2} = 0,4 [-1 ^{а2}]	7,0 [7,0; 7,5] p _{д2} = 0,009 [-22,2 %] ^{а2}	5,0 [5,0; 5,0] p _{д2} = 0,009 [-28,6 %] ^{а2}	5,0 [5,0; 6,5] p _{д2} = 0,06 [-37,5 %] ^{а2}	0,001 [62,8 %]	0,001 [28,6 %]	0,03 [28,6 %]	0,2 [-]
14 день	4,0 [4,0; 5,0] p _{д2} = 0,5 [-7,0 %] ^{а2} p _{д7} = 0,3 [-7,0 %] ^{а7}	5,0 [4,8; 5,3] p _{д2} = 0,01 [-44,4 %] ^{а2} p _{д7} = 0,01 [-28,6 %] ^{а7}	4,5 [4,2; 5,0] p _{д2} = 0,01 [-35,7 %] ^{а2} p _{д7} = 0,07 [-10,0 %] ^{а7}	4,5 [3,5; 4,8] p _{д2} = 0,01 [-43,7 %] ^{а2} p _{д7} = 0,02 [-10,0 %] ^{а7}	0,09 [25,0 %]	0,048 [10,0 %]	0,02 [10,0 %]	0,2 [-]

Примітки:

1. p₂₋₁ – рівень статистичної вірогідності розбіжності показників;
2. [%] – значення розбіжностей показників у відсотках;
3. Індексми _{1' 2' 3} вказано номер групи, між показниками яких проведено зрівняння;
4. Індексми _{д2' д7} вказано строки дослідження, з показниками яких проведено зрівняння в динаміці.

зростав у порівнянні з інтактними тваринами майже втричі. Такий різкий стрибок свідчить про виражене порушення аеробного метаболізму внаслідок гіпоксії міокарда, що типово для ушкоджень, індукованих катехоламінами (таблиця 2).

Застосування ЕКСП позитивно впливало на нормалізацію рівня лактату вже на ранніх етапах. На другий день лікування його концентрація в групі ЕКСП становила 6,4 мкмоль/г, що на 18,9 % нижче за контроль і свідчить про часткове відновлення аеробного обміну. До сьомого дня рівень лактату знижувався до 4,9 мкмоль/г, що на 23,7 % менше, ніж у групі без лікування, і наближався до показників фізіологічної норми. Це свідчить про поступове зменшення гіпоксичного стресу в кардіоміоцитах і відновлення функціонального стану енергетичних систем клітин. До 14-го дня вміст лактату в групі ЕКСП складав 2,9 мкмоль/г, що лише на 7,4 % перевищувало нормальні значення, і був достовірно нижчим, ніж у контрольній групі, де залишався підвищеним – 3,3 мкмоль/г.

Порівняння з групою, яка отримувала кордарон (10 мг/кг), демонструє, що екстракт мав подібну ефективність у зниженні рівня лактату, особливо на 7-й та 14-й день. Водночас у групі кордарону спостерігали дещо меншу динаміку покращення, що, ймовірно, пов'язано з відмінностями у механізмах дії препаратів. ЕКСП, на відміну від кордарону, може впливати не лише на електрофізіологічні властивості міокарда, а й активувати процеси регенерації та відновлення клітинного метаболізму. Це робить екстракт перспективним кандидатом для подальших

досліджень у сфері лікування міокардальних ушкоджень, пов'язаних із ішемією та гіпоксією.

Оцінка впливу ЕКСП на рівень пірувату в тканинах серця щурів на моделі АМД показала, що на 2-й день рівень пірувату в контрольній групі (щури з АМД без лікування) був значно знижений до 0,07±0,01 мкмоль/г (95 % ДІ: 0,05–0,09), що є на 77,3 % менше, ніж у групі інтактних щурів, де цей показник становив 0,30±0,01 мкмоль/г (p<0,001). У групі щурів, яким вводили ЕКСП, рівень пірувату був 0,10±0,08 мкмоль/г (95 % ДІ: 0,08–0,11), що на 41,7 % більше порівняно з контрольною групою (p=0,05). У групі щурів, яким вводили кордарон, рівень пірувату становив 0,11±0,004 мкмоль/г (95 % ДІ: 0,10–0,11), що на 54,2 % більше порівняно з контролем (p=0,007), але не було значних відмінностей порівняно з групою ЕКСП.

На 7-й день рівень пірувату в контрольній групі залишався низьким і складав 0,10±0,006 мкмоль/г (95% ДІ: 0,09–0,11), що на 45,8 % більше порівняно з 2-м днем (p=0,009). У групі щурів, яким вводили ЕКСП, рівень пірувату зріс до 0,18±0,012 мкмоль/г (95% ДІ: 0,15–0,20), що на 77,1 % більше порівняно з контрольними щурами (p<0,001). У групі щурів, яким вводили кордарон, рівень пірувату становив 0,16±0,009 мкмоль/г (95% ДІ: 0,14–0,17), що на 55,7 % більше порівняно з контролем (p<0,001), але менш значне зростання порівняно з групою ЕКСП.

На 14-й день рівень пірувату в контрольній групі залишався на рівні 0,16±0,08 мкмоль/г (95 % ДІ: 0,15–0,18), що на 135,4 % більше порівняно з 2-м днем (p=0,01) і на 61,4 % більше порівняно з 7-м днем

Таблиця 2

Вплив екстракту кріоконсервованих фрагментів серця поросят на рівень лактату в тканинах серця щурів на моделі адреналінової міокардіодистрофії, мкмоль/г ($M \pm m$, 95% ДІ, $n=84$)

Строк	I група	II група	III група	IV група	Рівень статистичної вірогідності [%]			
	Інтактні щури	Контроль (АМД без лікування)	АМД + ЕКСП	АМД+ кордарон (10 мг/кг)	P_{2-1}	P_{3-2}	P_{4-2}	P_{4-3}
2 день	2,7±0,09 (95 % ДІ: 2,5–2,8)	7,9±0,17 (95 % ДІ: 7,5–8,2)	6,4±0,08 (95 % ДІ: 6,2–6,5)	5,8±0,10 (95 % ДІ: 5,6–6,0)	<0,001 [196,2 %]	<0,001 [18,9 %]	<0,001 [26,9 %]	<0,001 [9,8 %]
	2,5±0,07 (95 % ДІ: 2,4–2,7) $p_{d2} = 0,1$ [-5,4 %] ^{a2}	6,1±0,11 (95 % ДІ: 5,9–6,3) $p_{d2} = 0,009$ [-22,9 %] ^{a2}	4,9±0,14 (95 % ДІ: 4,6–5,2) $p_{d2} = 0,009$ [-23,7 %] ^{a2}	5,1±0,04 (95 % ДІ: 5,0–5,2) $p_{d2} = 0,009$ [-11,4 %] ^{a2}	<0,001 [141,5 %]	<0,001 [19,8 %]	<0,001 [16,0 %]	0,2 [4,7 %]
14 день	2,5±0,10 (95 % ДІ: 2,3–2,7) $p_{d2} = 0,04$ [-5,9 %] ^{a2} $p_{d7} = 0,5$ [-0,6 %] ^{a7}	3,3±0,08 (95 % ДІ: 3,2–3,5) $p_{d2} = 0,01$ [-57,7 %] ^{a2} $p_{d7} = 0,01$ [-45,2 %] ^{a7}	2,9±0,20 (95 % ДІ: 2,5–3,3) $p_{d2} = 0,01$ [-55,0 %] ^{a2} $p_{d7} = 0,01$ [-41,1 %] ^{a7}	2,7±0,16 (95 % ДІ: 2,4–3,0) $p_{d2} = 0,01$ [-52,6 %] ^{a2} $p_{d7} = 0,01$ [-46,5 %] ^{a7}	<0,001 [33,1 %]	0,05 [13,7 %]	<0,001 [18,0 %]	0,6 [5,0 %]

Примітки:

1. p_{2-1} – рівень статистичної вірогідності розбіжності показників;
2. [%] – значення розбіжностей показників у відсотках;
3. Індексом $1' 2' 3'$ вказано номер групи, між показниками яких проведено зрівняння;
4. Індексом $d2' d7'$ вказано строки дослідження, з показниками яких проведено зрівняння в динаміці.

($p=0,01$). У групі щурів, яким вводили ЕКСП, рівень пірувату був $0,28 \pm 0,014$ мкмоль/г (95 % ДІ: 0,25–0,31), що на 186,7 % більше порівняно з 2-м днем ($p=0,01$) і на 57,3 % більше порівняно з 7-м днем ($p=0,01$). У групі щурів, яким вводили кордарон, рівень пірувату становив $0,24 \pm 0,05$ мкмоль/г (95 % ДІ: 0,23–0,25), що на 128,4 % більше порівняно з 2-м днем ($p=0,01$) і на 55,1 % більше порівняно з 7-м днем ($p=0,01$). Це свідчить про стійке підвищення рівня пірувату в тканинах серця щурів на 14-й день, особливо в групах, що отримували ЕКСП (таблиця 3).

Результати дослідження свідчать про суттєвий вплив ЕКСП на нормалізацію співвідношення «лактат/піруват» у тканинах серця щурів із моделлю АМД, що відображає зміну аеробного та анаеробного обміну в кардіоміоцитах. У контрольній групі щурів з АМД без лікування вже на 2-й день показник співвідношення «лактат/піруват» зріс майже в 10 разів порівняно з інтактними тваринами: 97,5 [87,8; 185,0] проти 9,3 [8,1; 9,5] ($p=0,001$), що вказує на глибоке зрушення метаболізму в бік анаеробного гліколізу. У групі тварин, які отримували екстракт, це співвідношення було достовірно нижчим – 70,0 [56,8; 78,4], що на 28,2 % менше за контрольну групу ($p=0,008$), тоді як у групі з кордароном воно становило 56,0 [51,6; 57,2] – на 42,6 % нижче за контроль ($p=0,001$).

На 7-й день показники продовжили змінюватися: у контрольній групі значення знизилось до 61,1 [53,6; 69,4], що на 37,3 % менше порівняно з

2-м днем ($p=0,009$), але все ще залишалось істотно вищим за норму ($p=0,001$ у порівнянні з інтактними тваринами). У групі з ЕКСП співвідношення становило 27,2 [23,8; 31,8], що на 55,5 % менше, ніж у контрольній ($p=0,001$). У групі з кордароном – 34,7 [30,1; 37,1], що також свідчить про значне покращення порівняно з нелікованою групою ($p=0,001$).

На 14-й день у тварин контрольної групи співвідношення зменшилося до 21,3 [18,4; 23,1], однак залишалось в 2,5 раза вищим за значення інтактної групи ($p=0,001$). У щурів, які отримували екстракт, показник «лактат/піруват» ще більше наближався до норми – 11,1 [8,5; 12,2], що свідчить про виражене відновлення аеробного метаболізму. У групі з кордароном показник становив 11,9 [10,6; 12,1], що також наближався до нормальних значень. Порівняння між двома терапевтичними групами (ЕКСП і кордарон) на цьому етапі не виявило статистично значущої різниці ($p=0,2$), що свідчить про подібну ефективність обох підходів у контексті впливу на цей метаболічний показник (таблиця 4).

Отримані результати підтверджують, що надмірне введення адреналіну викликає глибокі метаболічні порушення у міокарді, що проявляються зростанням вмісту лактату, зниженням рівня пірувату та значним підвищенням співвідношення лактат/піруват. Такі зміни є типовими для гіпоксичних і гіперметаболічних станів, коли аеробне фосфорилування блокується, а клітини вимушені використовувати анаеробний шлях генерації АТФ, який менш ефективний

Таблиця 3

Вплив екстракту кріоконсервованих фрагментів серця поросят на рівень пірувату в тканинах серця щурів на моделі адреналінової міокардіодистрофії, мкмоль/г ($M \pm m$, 95 % ДІ, $n=84$)

Строк	I група	II група	III група	IV група	Рівень статистичної вірогідності [%]			
	Інтактні щури	Контроль (АМД без лікування)	АМД + ЕКСП	АМД+ кордарон (10 мг/кг)	P_{2-1}	P_{3-2}	P_{4-2}	P_{4-3}
2 день	0,30±0,01 (95 % ДІ: 0,28–0,32)	0,07±0,01 (95 % ДІ: 0,05–0,09)	0,10±0,08 (95 % ДІ: 0,08–0,11)	0,11±0,004 (95 % ДІ: 0,10–0,11)	<0,001 [77,3 %]	0,05 [41,7 %]	0,007 [54,2 %]	0,4 [8,8 %]
7 день	0,29±0,008 (95 % ДІ: 0,27–0,31) $p_{a2}=0,1$ [-3,8 %] ^{a2}	0,10±0,006 (95 % ДІ: 0,09–0,11) $p_{a2}=0,009$ [45,8 %] ^{a2}	0,18±0,012 (95 % ДІ: 0,15–0,20) $p_{a2}=0,009$ [82,4 %] ^{a2}	0,16±0,009 (95 % ДІ: 0,14–0,17) $p_{a2}=0,009$ [47,3 %] ^{a2}	<0,001 [65,5 %]	<0,001 [77,1 %]	<0,001 [55,7 %]	0,2 [12,1 %]
14 день	0,29±0,015 (95 % ДІ: 0,26–0,31) $p_{a2}=0,3$ [-5,2 %] ^{a2} $p_{a7}=0,3$ [-1,5 %] ^{a7}	0,16±0,08 (95 % ДІ: 0,15–0,18) $p_{a2}=0,01$ [135,4 %] ^{a2} $p_{a7}=0,01$ [61,4 %] ^{a7}	0,28±0,014 (95 % ДІ: 0,25–0,31) $p_{a2}=0,01$ [186,7 %] ^{a2} $p_{a7}=0,01$ [57,3 %] ^{a7}	0,24±0,05 (95 % ДІ: 0,23–0,25) $p_{a2}=0,01$ [128,4 %] ^{a2} $p_{a7}=0,01$ [55,1 %] ^{a7}	<0,001 [43,5 %]	<0,001 [72,6 %]	<0,001 [49,6 %]	0,03 [13,3 %]

Примітки:

1. p_{2-1} – рівень статистичної вірогідності розбіжності показників;
2. [%] – значення розбіжностей показників у відсотках;
3. Індексом $1', 2', 3$ вказано номер групи, між показниками яких проведено зрівняння;
4. Індексом $a2', a7$ вказано строки дослідження, з показниками яких проведено зрівняння в динаміці.

Таблиця 4

Вплив екстракту кріоконсервованих фрагментів серця поросят на співвідношення «лактат/піруват» в тканинах серця щурів на моделі адреналінової міокардіодистрофії (Ме [LQ; UQ], $n=84$)

Строк	I група	II група	III група	IV група	Рівень статистичної вірогідності [%]			
	Інтактні щури	Контроль (АМД без лікування)	АМД + ЕКСП	АМД+ кордарон (10 мг/кг)	P_{2-1}	P_{3-2}	P_{4-2}	P_{4-3}
2 день	9,3 [8,1; 9,5]	97,5 [87,8; 185,0]	70,0 [56,8; 78,4]	56,0 [51,6; 57,2]	0,001 [944,6 %]	0,008 [28,2 %]	0,001 [42,6 %]	0,06 [20,0 %]
7 день	8,3 [8,3; 8,3] $p_{a2}=0,2$ [-10,7 %] ^{a2}	61,1 [53,6; 69,4] $p_{a2}=0,009$ [-37,3 %] ^{a2}	27,2 [23,8; 31,8] $p_{a2}=0,009$ [-61,1 %] ^{a2}	34,7 [30,1; 37,1] $p_{a2}=0,009$ [-38,1 %] ^{a2}	0,001 [633,3 %]	0,001 [55,5 %]	0,001 [43,3 %]	0,06 [27,3 %]
14 день	8,6 [8,2; 9,8] $p_{a2}=0,4$ [-7,64 %] ^{a2} $p_{a7}=0,4$ [3,5 %] ^{a7}	21,3 [18,4; 23,1] $p_{a2}=0,01$ [-78,1 %] ^{a2} $p_{a7}=0,009$ [-65,1 %] ^{a7}	11,1 [8,5; 12,2] $p_{a2}=0,01$ [-84,2 %] ^{a2} $p_{a7}=0,009$ [-59,3 %] ^{a7}	11,9 [10,6; 12,1] $p_{a2}=0,01$ [-78,7 %] ^{a2} $p_{a7}=0,009$ [-65,6 %] ^{a7}	0,001 [147,5 %]	0,001 [48,1 %]	0,001 [44,1 %]	0,2 [7,7 %]

Примітки:

1. p_{2-1} – рівень статистичної вірогідності розбіжності показників;
2. [%] – значення розбіжностей показників у відсотках;
3. Індексом $1', 2', 3$ вказано номер групи, між показниками яких проведено зрівняння;
4. Індексом $a2', a7$ вказано строки дослідження, з показниками яких проведено зрівняння в динаміці.

і супроводжується утворенням кислих метаболітів. Це свідчить про розвиток мітохондріальної дисфункції, що є характерним для кардіоміоцитів при впливі катехоламінів. У літературі зазначається, що адреналін спричиняє оксидативний стрес, підвищення

вільних радикалів і порушення електронно-транспортного ланцюга, що призводить до зниження активності піруватдегідрогеназного комплексу та нагромадження лактату [3,19]. Нормалізація рівня лактату та відновлення пірувату дозволяє припус-

тити, що кріоекстракт впливає на мітохондріальний метаболізм, активуючи аеробне окислення субстратів. Можливими механізмами такої дії є стимуляція піруватдегідрогенази – ключового ферменту, що забезпечує вхід пірувату в цикл Кребса; антиоксидантна дія – зниження активності вільнорадикальних процесів, які блокують ферментні системи; мембраностабілізуюча функція – захист мітохондріальних мембран і збереження потенціалу внутрішньої мембрани; постачання біогенних регуляторів (пептиди, амінокислоти), які здатні модулювати клітинні сигнальні каскади та підтримувати гомеостаз. Отримані результати корелюють з даними досліджень, у яких тканинні екстракти (зокрема, печінки, мозку або серця) демонструють адаптогенні та кардіотропні властивості, сприяючи відновленню обміну речовин при патологіях серцево-судинної системи [15].

З практичної точки зору кріоекстракт серця може бути розглянутий як потенційний засіб для корекції ішемічних, стрес-індукованих або медикаментозних уражень міокарда, особливо у випадках, коли доступ до кисню обмежений або енергетичний метаболізм порушений. Його перевагами є комплексний склад, природне походження та біосумісність, що робить його перспективним для подальших доклінічних і клінічних досліджень. Таким чином, застосування кріоекстракту серця може сприяти нормалізації енергетичного обміну в ураженому міокарді, покращенню адаптаційних можливостей серцевого м'яза та зниженню вираженості адреналін-індукованого метаболічного ушкодження.

Висновки

Адреналінове ушкодження міокарда супроводжується активацією анаеробного гліколізу, що проявляється підвищенням рівня лактату (до $7,9 \pm 0,17$ мкмоль/г), зниженням концентрації пірувату (до $0,07 \pm 0,01$ мкмоль/г) та зростанням співвідношення лактат/піруват майже в 10 разів (до 97,5 [87,8; 185,0]; $p=0,001$), а також дворазовим збільшенням активності лактатдегідрогенази (до 9,0 [8,3; 9,3] мккат/л; $p=0,001$), що є маркерами вираженої гіпоксії, оксидативного стресу та ушкодження кардіоміоцитів.

Екстракт кріоконсервованих сердець поросят демонструє метаболічно-коригуючий ефект, до-

стовірно знижуючи активність лактатдегідрогенази на 28,6 % вже на 7-й день ($5,0$ [5,0; 5,0] мккат/л; $p=0,009$), рівень лактату – на 12,1 % до 14-го дня ($2,9 \pm 0,20$ мкмоль/г; $p=0,05$), та підвищуючи рівень пірувату з 2-ї доби (до $0,10 \pm 0,08$ мкмоль/г; $p=0,05$), що свідчить про активацію окисного метаболізму і зниження гіпоксичного навантаження.

За всіма ключовими показниками лактатно-піруватного обміну екстракт кріоконсервованих сердець поросят перевищує або не поступається ефективності референсного препарату кордарон, що підтверджує його перспективність як нового кардіометаболічного засобу для корекції катехоламін-індукованого ушкодження міокарда.

Конфлікт інтересів. Автори рукопису свідомо за-свідчують відсутність фактичного або потенційного конфлікту інтересів щодо результатів цієї роботи з фармацевтичними компаніями, виробниками біомедичних пристроїв, іншими організаціями, чиї продукти, послуги, фінансова підтримка можуть бути пов'язані з предметом наданих матеріалів або які спонсорували проведені дослідження.

Перспективи подальших досліджень. Нормалізація рівня лактату, пірувату та лактатдегідрогенази екстракт кріоконсервованих фрагментів серця поросят перспективним препаратом для лікування патологій, пов'язаних з ішемією та гіпоксією міокарда. Результати цього експерименту відкривають нові можливості для подальших досліджень і потенційного використання екстракту в клінічній практиці для лікування серцево-судинних захворювань.

Інформація про фінансування. Стаття є фрагментом планової науково-дослідної роботи Інституту проблем кріобіології і кріомедицини Національної академії наук України «Особливості перебігу деструктивно-запальних та репаративних процесів під впливом низьких температур та кріоекстрактів органів ссавців» (номер державної реєстрації: 0121U113328, шифр теми: НАН України 2.2.6.147, термін виконання: 2022–2026 рр., керівник – кандидат медичних наук, старший дослідник, в.о. зав. відділом експериментальної медицини – Чиж М. О.).

Список використаних джерел

References

1. Netiazhenko VZ, Netiazhenko NV, Malchevska TI. Myocardial cytoprotection in the treatment of ischemic heart disease. *Clinical Studies*. 2015;3(41):70–80. Available from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Medns_2015_5_14
2. Voloshyna OB, Kovalchuk LI, Balashova IV, Buheruk VV, Zbitnieva VO. Coronavirus disease: impact on risk and clinical course of cardiovascular diseases. *Odes'kij medichnij žurnal*. 2023;2(183):98–103. Available from: http://files.odmu.edu.ua/journal/2023/02/m232_098.pdf
3. Berezin AE, Berezin AA. Adverse Cardiac Remodelling after Acute Myocardial Infarction: Old and New Biomarkers. *Dis Markers*. 2020;2020:1215802. <https://doi.org/10.1155/2020/1215802>
4. Voloshchuk NI, Rudenko KV, Matiash OR, Denysiuk OM. Pathobiochemical aspects of alcoholic cardiomyopathy: The role of hydrogen sulfide in the mechanism of cardiocytoprotection (a review). *Zaporozhye Medical Journal*. 2022;24(2):219–29. Available from: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.2.242826>

5. Yevsieieva VV, Kharchenko KV. The role of the POCUS protocol in the diagnosis of urosepsis-caused Takotsubo syndrome in a patient with cervical cancer. Clinical case report. Ukrainian journal of radiology and oncology. 2024;32(4):589–596. <https://doi.org/10.46879/ukroj.4.2024.589-596>
6. Druziuk RB, Denefil OV. Development of oxidative stress in adrenaline-induced heart injury in male rats with castration and hypodynamia. Medical and Clinical Chemistry. 2022;24(4):67–73.
7. Denefil OV, Yaroshenko TYa, Medynskyi MI, Kotyuk UV. Mechanisms of adrenal myocardial damage in rats with varying motor activity. Medical and Clinical Chemistry. 2021;23(4):69–74.
8. Tsivenko OI, Matvieienko MS, Liashok AL, Bychkova OYu, Tsivenko VM. Monitoring of infusion therapy in patients with reduced cardiac reserve during abdominal operations. The Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series «Medicine». 2024;32(1(48)):73–85. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2024-48-08>
9. Chyzh MO, Halchenko SYe, Hladkykh FV, Byzov VV, Rohoza LA, Belochkina IV, Sleta IV. *Cell-free cryopreserved biological products: production technology and composition analysis*. Monograph. Vinnytsia: Tvory; 2024. 264 p. <https://doi.org/10.46879/2024.1>
10. Matvieienko MS, Hladkykh FV, Oleksiuk OB. Therapeutic potential of exosomes from mesenchymal stromal cells in sepsis. Karazin Journal of Immunology. 2024;7(1(13)):84–97. <https://doi.org/10.26565/3083-5615-2024-13-09>
11. Hladkykh FV, Liadova TI, Komorovsky RR, Chyzh MO. *Ultrasound characterization of functional changes in myocardium following the use of mesenchymal stem cell-conditioned medium in an autoimmune myocarditis model*. Ukrainian Journal of Cardiology. 2024;31(6):35–46. <https://doi.org/10.31928/2664-4479-2024.6.3546>
12. Hladkykh FV, Liadova TI, Komorovsky RR. *Cell-free cryopreserved biological agents for cardiac protection in autoimmune myocarditis: morphofunctional study in animal model*. Scripta Medica. 2025;6(2):233–43. <https://doi.org/10.5937/scriptamed56-56858>
13. Hladkykh FV, Chyzh MO, Koshurba IV, Belochkina IV, Komorovsky RR, Marchenko MM, Koshurba YV. *Anthracycline-induced cardiac injury and the effect of placenta cryoextract on myocardium in doxorubicin cardiomyopathy*. Ukrainian Journal of Radiology and Oncology. 2023;31(2):190–205. <https://doi.org/10.46879/ukroj.2.2023.190-205>
14. Chyzh MO, Belochkina IV, Hloba VY, Sleta IV, Mykhailova IP, Hladkykh FV. *Ultrasound study of rat hearts after experimental epinephrine injury and application of xenogenic heart extract*. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Medicine. 2024;32(2(49)):185–97. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2024-49-06>
15. Chyzh MO, Babaeva HH, Rohoza LA, Halchenko SYe. *Extract from cryopreserved piglet heart fragments as a regulator of myocardial condition in rats with myocardial necrosis model*. Bulletin of Problems in Biology and Medicine. 2020;4(158):78–83. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2020-4-158-78-83>
16. Halchenko SYe. *Extracts of cryopreserved xenogenic organ fragments: production and biological effects*. Problems of Cryobiology. 2005;15(3):403–6.
17. Markova OO, Popovych IL, Tserkovniuk AV, Baryliak LG. Adrenaline cardiomyodystrophy and organism reactivity. Kyiv; 1997. 126 p.
18. Stepaniuk HI, Sokyryko MV, Stepaniuk NH, Hladkykh FV, Korotkyi YV. Evaluation of the cardioprotective effect of 1-(1-adamantyl-1-ethoxy)-3-(N-methylmorpholinium)-2-propanol iodide (UK-76) under conditions of experimental adrenaline-induced myocardial injury. Odesa Medical Journal. 2016;(6)158:26–32. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7907521>
19. Karyakina EV, Belova SV. Medium-mass molecules as an integrated indicator of metabolic disorders: literature review. Clinical Laboratory Diagnostics. 2004;(3):3–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15137194/>
20. Dua S, Garg N. Biochemical Methods of Analysis: Theory and Applications. 1st ed. Harrow, UK: Alpha Science; 2010. 220 p.

Metabolic Changes in the Myocardium during Adrenaline-Induced Injury and the Effect of Heart Cryoextract on Lactate-Pyruvate Metabolism

Mykola O. Chyzh¹, Fedir Vol. Hladkykh^{2,3}, Tetiana I. Liadova², Mariia S. Matvieienko², Roman R. Komorovsky⁴

¹Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

²V. N. Karazin Kharkiv National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

³State Organization "Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

⁴Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

Abstract

Metabolic injury to the myocardium during excessive adrenergic stimulation is primarily mediated by overstimulation of β -adrenergic receptors, resulting in a cascade of biochemical and structural changes that lead to myocardial toxicity.

Aim. To investigate the effect of an extract derived from cryopreserved fragments of piglet hearts on glycogenolysis activity in cardiomyocytes, and to evaluate its potential therapeutic efficacy in a model of adrenaline-induced myocardial dystrophy.

Materials and methods. The study was conducted on 84 non-linear male white rats. Adrenaline-induced myocardial dystrophy was modeled using a single subcutaneous injection of 0.18 % adrenaline tartrate at a dose of 5 mg/kg (according to the method of Markova). The experimental group received an intraperitoneal injection of the

extract (peptide concentration 0.1 mg/ml, 50 µg per 100 g body weight) daily for 14 days. LDH activity was measured in blood serum using a spectrophotometric method. Lactate and pyruvate concentrations were determined spectrophotometrically in myocardial tissue homogenates collected post-mortem.

Results. In the untreated group, adrenaline administration caused significant metabolic disturbances: increased LDH activity, elevated lactate levels, and reduced pyruvate concentrations, indicating a shift toward anaerobic glycolysis and myocardial hypoxia. Administration of the extract significantly reduced LDH activity and lactate concentrations, while increasing pyruvate levels and restoring the lactate/pyruvate ratio toward physiological values. These findings suggest a restoration of oxidative phosphorylation and improved energy metabolism in cardiomyocytes.

Conclusions. The extract of cryopreserved piglet heart tissue demonstrates therapeutic potential as a metabolic modulator in the context of catecholamine-induced myocardial injury. Its ability to normalize lactate-pyruvate metabolism indicates its promise as a cardioprotective agent for correcting metabolic imbalances in myocardial dystrophy.

Keywords: *adrenaline, lactate dehydrogenase, lactate, pyruvate, extract of cryopreserved organ fragments*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 17.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 07.05.2025

Прийнято до друку / Accepted: 25.05.2025

Перепека Є.О., доктор філософії, провідний науковий співробітник відділення електрофізіології та рентгенхірургічних методів лікування аритмій серця, <https://orcid.org/0000-0001-9755-8825>

Іщенко М.С., лікар-рентгенолог відділення променевої діагностики, в.о. зав. відділення променевої діагностики, <https://orcid.org/0000-0002-4166-7173>

Боднарєвська Е.В., лікар-інтерн відділення лікування складних аритмій з рентгеноопераційною, <https://orcid.org/0009-0001-0019-7195>

Кравчук Б.Б., канд. мед. наук, завідувач відділу електрофізіології та рентгенхірургічних методів лікування аритмій серця, <https://orcid.org/0000-0002-4535-7797>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Оцінка ступеню фіброзування лівого передсердя у пацієнтів із різними формами фібриляції передсердь

Резюме

Вступ. Фібриляція передсердь (ФП) є найпоширенішим видом серцевої аритмії, яка має значний вплив на здоров'я пацієнтів у всьому світі. Фіброзування лівого передсердя (ФЛП) вважається незворотною формою ремоделювання, що виникає у відповідь на запалення, розтягнення або перевантаження лівого передсердя. Розповсюдження та ступінь ФЛП можуть бути пов'язані з прогнозом і результатами катетерної абляції при ФП.

Мета. Визначити, чи пов'язаний ступінь фіброзування лівого передсердя зі стадією прогресування фібриляції передсердь.

Матеріали та методи. За період із січня 2023 року по грудень 2024 року в ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України» було проведено 58 МРТ-досліджень із пізнім контрастним посиленням гадолінієм на предмет вивчення ступеня фіброзування різних камер серця. Лише 34 з цих пацієнтів увійшли в дослідження, оскільки відповідали критеріям включення. У 12 пацієнтів згодом була виконана катетерна абляція з приводу фібриляції передсердь (радіочастотна, кріобалонна абляція чи абляція імпульсним полем). У 10 була проведена спроба електричної кардіоверсії без катетерного втручання. Іншим 12 пацієнтам на момент проведення даного дослідження не було виконано жодних втручань – МРТ проводилося для вирішення подальшої тактики ведення пацієнта.

Результати. Серед 34 пацієнтів, що увійшли у дослідження, 13 (38 %) мали пароксизмальну форму ФП, 14 (41 %) – персистуючу, та 7 (21 %) – постійну. Серед пацієнтів із пароксизмальною ФП 9 (69 %) мали I ступінь фіброзування лівого передсердя (СФЛП), 4 (31 %) – СФЛП II. Жодного пацієнта із СФЛП III–IV у групі пароксизмальної ФП не відмічалось. У групі персистуючої ФП (n = 14,41 %) СФЛП I відмічався у 4 (29 %) пацієнтів, СФЛП II – у 8 (57 %), а СФЛП III та IV – по 1 (7 %) пацієнту. У пацієнтів із постійною формою ФП (n = 7,21 %) жодного випадку СФЛП I не спостерігалось. СФЛП II відмічався у 4 (57 %) пацієнтів, СФЛП III – у 2 (28 %), та СФЛП IV – у 1 (14 %). Аналіз показав статистично значуще зниження фракції викиду лівого шлуночка (ФВЛШ) у пацієнтів із прогресуванням ФП. У групі пароксизмальної форми середнє значення ФВЛШ становило 55,75 ± 11,05 %, тоді як у пацієнтів із персистуючою формою цей показник знизився до 47,46 ± 13,88 %, а у хронічній ФП – до 36,29 ± 12,08 % (p = 0,018).

Висновки. Згідно з отриманими нами результатами, ступінь фіброзування лівого передсердя корелює зі стадією прогресування фібриляції передсердь. Передопераційне планування з урахуванням вираженості фіброзування лівого передсердя у пацієнтів, що підлягають катетерному лікуванню, може потенційно спрогнозувати результати такого лікування і допомогти обрати правильну стратегію або технологію лікування пацієнтів із ФП.

Ключові слова: катетерна абляція, кріобалонна абляція, серцева недостатність, передсердна кардіоміопатія, електрична кардіоверсія, абляція імпульсним полем, кардіостимулятор.

Вступ. Фібриляція передсердь (ФП) є найпоширенішим видом серцевої аритмії, яка має значний

вплив на здоров'я пацієнтів у всьому світі [1]. Частота захворюваності на ФП продовжує зростати, що значною мірою пов'язано зі старінням населення [2]. За прогнозами, до середини XXI століття кількість хворих на ФП може досягти 16 мільйонів у США, 14 мільйонів у Європі та перевищити

© 2025 The Authors. National M. M. Amosov Institute of Cardiovascular Surgery NAMS of Ukraine. This is an open access article under the CC BY-SA license. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

70 мільйонів в Азії [3]. Захворювання супроводжується підвищеним ризиком інсульту (у 3–5 разів) і серцевої недостатності (у 5 разів), а близько 15 % усіх випадків інсульту пов'язані саме з цією аритмією [4–7].

Основні електрофізіологічні механізми, що ініціюють і підтримують ФП, залишаються до кінця не вивченими [8]. Існує гіпотеза, що захворювання є результатом комбінації активності ектопічних вогнищ та механізму повторного входу, якому сприяє розвиток фіброзу лівого передсердя (ФЛП) [9]. ФЛП вважається незворотною формою ремоделювання, що виникає у відповідь на запалення, розтягнення або перевантаження лівого передсердя [9]. Розповсюдження та ступінь ФЛП можуть бути пов'язані з прогнозом і результатами лікування після катетерної абляції [10,11].

Лікування ФП залишається викликом у повсякденній медичній практиці. Першою лінією у лікуванні ФП є антиаритмічна терапія та катетерні методи лікування [11]. Але ефективність першої через рік становить лише 30–35 % [13]. У випадках, коли медикаментозна терапія неефективна або викликає побічні ефекти, чи пацієнт не бажає приймати ліки, застосовується катетерна абляція. Ця технологія спрямована на ізоляцію лівого передсердя від патологічної електричної активності легеневих вен [14]. Катетерна абляція (ізоляція легеневих вен – ІЛВ) може виконуватись із застосуванням радіочастотної енергії, кріобалонної терапії або із застосуванням технології незворотної електропорації (абляції імпульсним полем – АІП) [15,16]. Ці технології демонструють схожу ефективність, однак успіх після першої процедури за 12 місяців для пароксизмальної ФП становить близько 70–80 %, знижуючись із часом від проведення процедури [17]. Новітні технології, такі як кріобалони другого покоління, катетери для радіочастотної абляції з вимірюванням сили натискання на стінку міокарда та катетери для АІП, лише незначно покращили результати лікування пацієнтів з ФП [18,19]. Катетерна абляція «понад ІЛВ», тобто субстратна абляція зон фіброзу, не показала переваг над проведенням виключно ІЛВ у пацієнтів з ФП [20].

МРТ із пізнім контрастним посиленням гадолінієм (LGE) використовується для візуалізації ФЛП та оцінки його розповсюдження. Ця технологія дозволяє визначати регіональний розподіл ФЛП, що може бути пов'язаний зі стадією прогресування ФП [21–25]. Дослідження показують, що зони ФЛП часто розташовані на задній стінці лівого передсердя навколо гирл легеневих вен, а їх розподіл залежить від ступеня прогресування захворювання [26–29]. Це підкреслює важливість індивідуального підходу до лікування кожного пацієнта.

Мета. Визначити чи пов'язаний ступінь фіброзування лівого передсердя із стадією прогресування фібриляції передсердь.

Матеріали та методи. За період із січня 2023 року по грудень 2024 року в ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова НАМН України» було проведено 58 МРТ-досліджень із пізнім контрастним посиленням гадолінієм (LGE) на предмет дослідження ступеня фіброзування різних камер серця. У 36 з цих пацієнтів було діагностовано ФП. Двоє з цих пацієнтів були виключені з групи дослідження через проведені раніше катетерні втручання з приводу ФП. Тобто у дослідження увійшло всього 34 пацієнти з різними формами фібриляції передсердь. У 12 з 34 пацієнтів згодом було виконано катетерну абляцію з приводу фібриляції передсердь (радіочастотна, кріобалонна абляція чи абляція імпульсним полем). У 10 пацієнтів була проведена спроба електричної кардіоверсії без катетерного втручання. Іншим 12 пацієнтам не було проведено жодних втручань на момент проведення дослідження – МРТ виконувалося для визначення подальшої тактики ведення пацієнта.

Протокол магнітно-резонансної томографії (МРТ)

Магнітно-резонансна томографія серця виконувалася на апараті Canon Vantage Orian 1,5 T (Canon Medical Systems, Японія) із використанням фазованої 16-канальної матричної котушки для тіла (Atlas SPEEDER 1.5T Body Coil) та спінальної котушки з 32 елементами (Atlas SPEEDER Spine Coil). Для оцінки фіброзу лівого передсердя застосовували послідовність із пізнім контрастним посиленням гадолінієм (LGE), яка виконувалася через 15 хвилин після внутрішньовенного введення гадоліній вмісного контрастного препарату (доза 0,1 ммоль/кг маси тіла, препарат Гадовіст, Bayer, Німеччина).

Використовувалась послідовність LGE, яка базувалася на тривимірній (3D) градієнт-ехо інверсійно-відновлювальній послідовності (3D inversion recovery gradient-echo sequence) з респіраторною та ЕКГ синхронізацією. Для визначення оптимального часу обнулення міокарду при МРТ (inversion recovery time) застосовували методику Look-Locker.

Основні параметри сканування були такими:

Voxel size: 1,5 × 1,5 × 1,5 мм.

Repetition time, msec/echo time, msec: 2,5/1,9 мс.

Inversion time: 300–380 мс.

Flip angle: 13°.

Bandwidth: 326 Гц/піксель.

Parallel acquisition technique factor: 2.

Результати обстежень були відправлені, переглянуті та інтерпретовані лікарями-рентгенологами на робочих станціях «Vitrea™ Advanced Visualization», з пакетом «Medis® Suite Cardiovascular MR (CVMR)».

Аналіз МРТ-зображень

Обробка МРТ-зображень здійснювалася лікарями-рентгенологами із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення для тривимірної реконструкції й аналізу зображень. Фіброз лівого передсердя визначався за допомогою методики візуальної оцінки ділянок контрастного посилення мі-

окарда лівого передсердя та наступного порівняння з умовно здоровим міокардом лівого шлуночка. Для визначення інтенсивності сигналу від ділянок фіброзу створювали регіони інтересу (ROI) в зонах контрастного посилення міокарда лівого передсердя та порівнювали з аналогічними регіонами інтересу (ROI), розміщеними на умовно здоровому міокарді лівого шлуночка. Сигнал вокселів з інтенсивністю, що перевищувала 50 % від умовно здорового міокарда лівого шлуночка, вважався ділянкою фіброзу.

Локалізація фіброзу лівого передсердя оцінювалася згідно з анатомічними орієнтирами. Сегменти лівого передсердя включали: дах, міжпередсердну перетинку, передню стінку, задню стінку, нижню стінку, а також гирла правих, лівих верхніх та нижніх легеневих вен. Сегменти з фіброзом протяжністю ≥ 1 см класифікувалися як такі, що містять фіброз (рисунок 1).

Дані візуалізації були переведені в ступінь фіброзування лівого передсердя (від I до IV).

Пацієнтів було розподілено на чотири категорії відповідно до рівня фіброзу лівого передсердя за класифікацією Utah, яка базується на відсотковій оцінці фіброзу:

Група I: ступінь фіброзування лівого передсердя 0-5 % (СФЛП I);

Група II: ступінь фіброзування лівого передсердя від 5 % до 20 % (СФЛП II);

Група III: ступінь фіброзування лівого передсердя від 20 % до 35 % (СФЛП III);

Група IV: ступінь фіброзування лівого передсердя понад 35 % (СФЛП IV)

Побудова вольтажної карти лівого передсердя

Тим пацієнтам із досліджуваної групи, яким проводилась радіочастотна катетерна абляція ізоляції легеневих вен ($n = 10$), після проведення під рентген- та контраст-контролем трансептальної пункції виконувалась реконструкція 3D-анатомічної моделі лівого передсердя (ЛП) та легеневих вен (ЛВ). Також будувалась вольтажна карта ЛП та легеневих вен для оцінки ступеня фібротичного ремоделювання (рисунок 2). Межі вольтажу виставлялись стандартно:

- зони вольтажу $< 0,1$ мВ відносились до зони рубця;
- зони вольтажу в межах від $0,1$ до $0,4$ мВ відносились до низьковольтажних зон;
- зони вольтажу в межах від $0,4$ до $1,2$ мВ відносились до перехідної зони;
- зони вольтажу $> 1,3$ мВ відносились до здорового міокарду.

Далі процедура ЛВ виконувалась за стандартним протоколом «висока потужність – коротка тривалість» (ВПКТ) нанесення радіочастотних аплікацій.

Так само, як і пацієнтів, яким виконувалось МРТ лівого передсердя з LGE, усіх пацієнтів із ФП, у кого будувалась вольтажна карта лівого передсердя, можна було розподілити на 4 групи залежно від ступеня розповсюдженості низьковольтажних зон та зон фіброзу:

1 – мінімальна кількість низьковольтажних зон та зон фіброзу (0- 5 %);

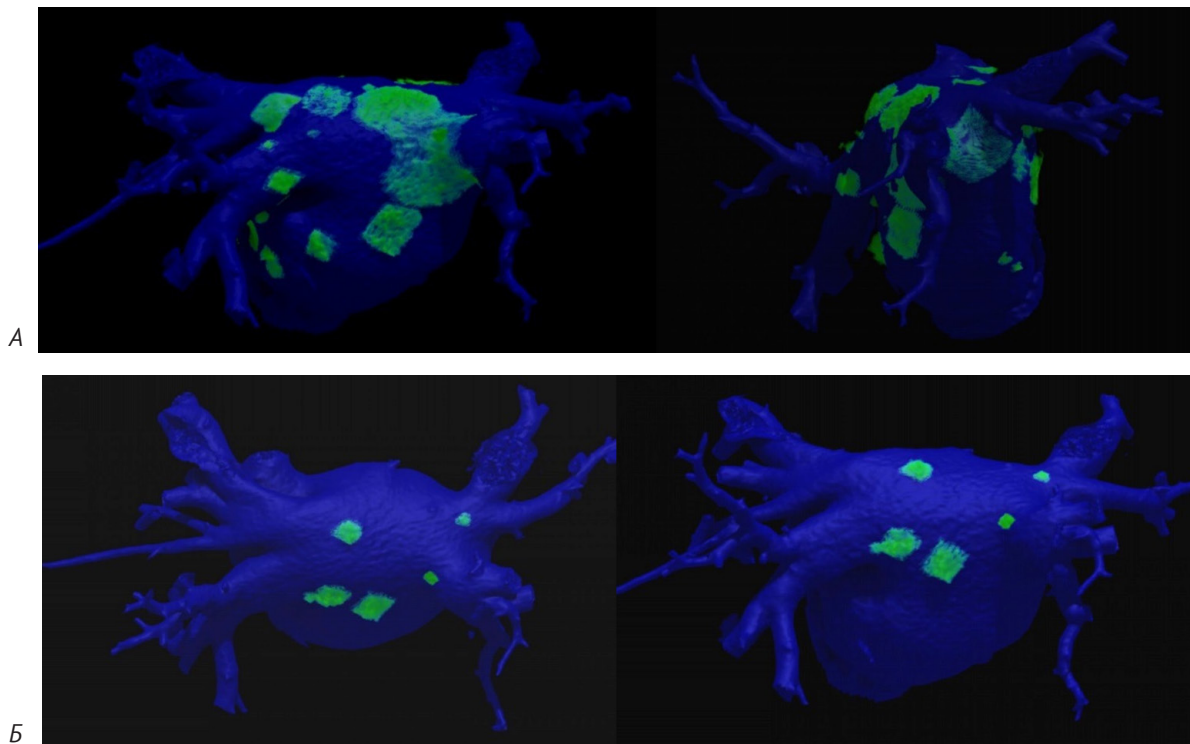


Рисунок 1. Розповсюдженість фіброзу в залежності від СФЛП

Примітки: А – IV ступінь; Б – I ступінь.

2 – помірна кількість низьковольтажних зон та зон фіброзу (5–25 %);

3 – виражена розповсюдженість низьковольтажних зон та зон фіброзу (25–50 %);

4 – тотальна розповсюдженість низьковольтажних зон та зон фіброзу (>50 %).

Статистичний аналіз. Безперервні змінні подаєні у вигляді середнього значення $\pm$ стандартне відхилення, а категорійні змінні – у відсотках. Для обробки даних застосовували як параметричні, так і непараметричні методи варіаційної статистики. Нормальність розподілу перевіряли за допомогою тесту Шапіро-Вілка. У випадку нормального розподілу для порівняння використовували t-тест Стюдента, а при відсутності нормального розподілу – U-тест Манна-Уїтні або тест Краскела-Уолліса (для аналізу більше ніж двох груп). Корекцію для множинних порівнянь виконували за методом Бонферроні. Для аналізу категорійних змінних застосовували точний критерій Фішера або тест χ^2 Пірсона.

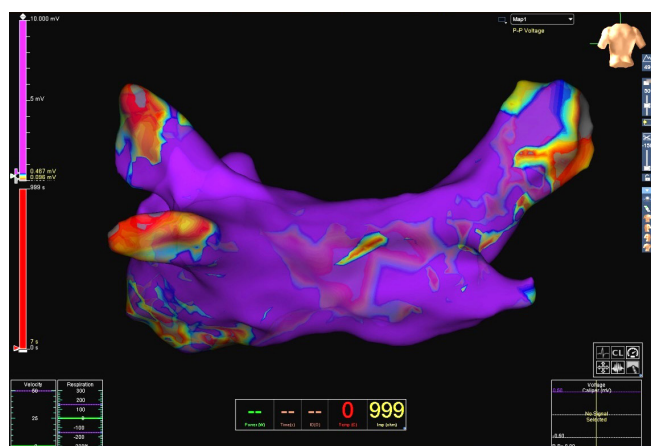
Результати. Серед 34 пацієнтів що увійшли у дослідження 13 (38 %) було із пароксизмальною

формою ФП, 14 (41 %) із персистуючою та 7 (21 %) із постійною. Серед пацієнтів із пароксизмальною ФП 9 (69 %) мали I СФЛП, 4 (31 %) – II СФЛП. Жодного пацієнта із СФЛП III-IV в групі пароксизмальної ФП не відмічалось. В групі персистуючої ФП (n=14, 41 %) – СФЛП I відмічався 4 (29 %) пацієнтів, СФЛП II – у 8 (57 %), та СФЛП III-IV – у 1 (7 %). У пацієнтів із постійною формою ФП (n=7, 21 %) жодного пацієнта із СФЛП I не спостерігалось. СФЛП II відмічався у 4 (57 %) пацієнтів, СФЛП III – у 2 (28 %) та СФЛП IV – у 1 (14 %) (таблиця 1).

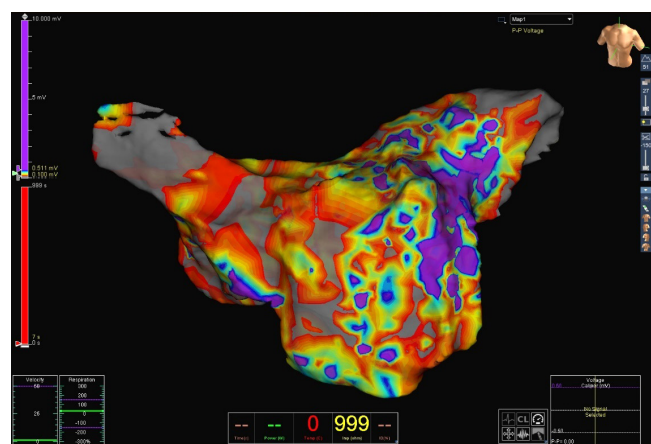
Аналіз показав статистично значуще зниження фракції викиду лівого шлуночка у пацієнтів із прогресуванням ФП. У групі пароксизмальної форми ФП середнє значення ФВЛШ становило $55,75 \pm 11,05$ %, тоді як у пацієнтів із персистуючою формою цей показник становив $47,46 \pm 13,88$ %, а у хронічній ФП – $36,29 \pm 12,08$ % ($p = 0,018$). Такі дані свідчать про негативний вплив ФП на скоротливу функцію серця, особливо у випадку її хронізації (рисунки 3 та 4).

Розмір лівого передсердя (ЛП) також демонстрував тенденцію до збільшення зі зростанням тривалості аритмії. У групі пароксизмальної ФП середній розмір ЛП становив $43,92 \pm 4,87$ мм, у групі персистуючої форми – $47,62 \pm 6,9$ мм, а у пацієнтів із хронічною ФП – $49,86 \pm 5,73$ мм ($p = 0,099$), що також свідчило про поступове ремоделювання лівого передсердя у зв'язку з тривалим перебігом аритмії (таблиця 2).

Показники кінцево-діастолічного об'єму лівого шлуночка (КДО). КДО показав тенденцію до статистично значущих відмінностей між групами ($p = 0,075$), що вказує на поступове збільшення розмірів лівого шлуночка, яке може бути пов'язаним із перевантаженням об'ємом через тривале порушення ритму. У пацієнтів із пароксизмальною ФП середній показник КДО становив $134,83 \pm 32,06$ мл, у групі персистуючої ФП – $156,23 \pm 31,31$ мл, а у хронічній формі – $179,71 \pm 47,05$ мл. Статистично значущі відмінності були виявлені для рівня тиску в правому шлуночку ($p = 0,002$). У пацієнтів із пароксизмальною ФП середній показник становив $32,8 \pm 5,25$ мм рт. ст., у групі персистуючої ФП – $40,77 \pm 7,98$ мм рт. ст., а у пацієнтів із хронічною формою – $52 \pm 10,97$ мм рт. ст.



А



Б

Рисунок 2: А – Мінімальний ступінь вираженості низьковольтажних зон та зон фіброзу;
Б – тотальне розповсюдження низьковольтажних зон та зон фіброзу

Таблиця 1

Розподіл СФЛП між групами пацієнтів стратифікованих по формі фібриляції передсердь

Форма фібриляції передсердь, n = 34	СФЛП I, n = 13 (38 %)	СФЛП II, n = 16 (47 %)	СФЛП III, n = 3 (9 %)	СФЛП IV, n = 2 (6 %)
Пароксизмальна, n=13 (38 %)	9 (69 %)	4 (31 %)	-	-
Персистуюча, n=14 (41 %)	4 (29 %)	8 (57 %)	1 (7 %)	1 (7 %)
Постійна, n=7 (21 %)	-	4 (57 %)	2 (28 %)	1 (14 %)

Таблиця 2

Демографічні, загальноклінічні та ехокардіографічні характеристики хворих стратифіковані по формі ФП

Параметр	Пароксизмальна, n = 13	Персистуюча, n = 14	Хронічна, n = 7	P value
Вік, років	55,08 ± 9,88	51,14 ± 8,94	52,43 ± 12,31	,617
Зріст, см	171,73 ± 7,39	179,71 ± 9,11	176 ± 10,33	,159
Вага, кг	86,55 ± 16,75	91,93 ± 15,63	91,17 ± 30,22	,759
ППТ, м ²	2,02 ± 0,24	2,14 ± 0,2	2,11 ± 0,4	,457
ФВЛШ, %	55,75 ± 11,05	47,46 ± 13,88	36,29 ± 12,08	,018
КДО, мл	134,83 ± 32,06	156,23 ± 31,31	179,71 ± 47,05	,075
КДІ, мл/м ²	67,66 ± 12,3	75,19 ± 12,12	84,66 ± 18,55	,151
ЛП, мм	43,92 ± 4,87	47,62 ± 6,9	49,86 ± 5,73	,099
Тиск в ПШ, мм. рт. ст.	32,8 ± 5,25	40,77 ± 7,98	52 ± 10,97	,002
ІМТ	29,05 ± 5,11	29,24 ± 5,83	28,5 ± 5,89	,949

Підвищення тиску в правому шлуночку може вказувати на зростаюче навантаження на праві відділи серця у пацієнтів із хронічною ФП та розвиток легеневої гіпертензії.

Різниця щодо віку, морфометричних параметрів (зріст, вага, ППТ, ІМТ), КДІ) між групами не спостерігалась.

Обговорення. Результати цього дослідження підтверджують важливу роль розвитку фіброзу лівого передсердя у прогресуванні фібриляції передсердь і, відповідно ефективності катетерного лікування при цьому захворюванні. Аналіз отриманих даних показав, що ступінь фіброзування ЛП безпосередньо корелює з формою ФП: пацієнти із пароксизмальною формою мали мінімальні структурні зміни передсердя, тоді як у групах із персистуючою та хронічною ФП фіброз був значно більш вираженим (рисунк 5). Це підтверджує концепцію, що ремоделювання передсердя є ключовим патофізіологічним механізмом у розвитку стійких форм ФП.

Важливо, що дані МРТ із пізнім контрастним підсиленням (LGE) демонструють високу точність у візуалізації фіброзу та можуть бути використані для

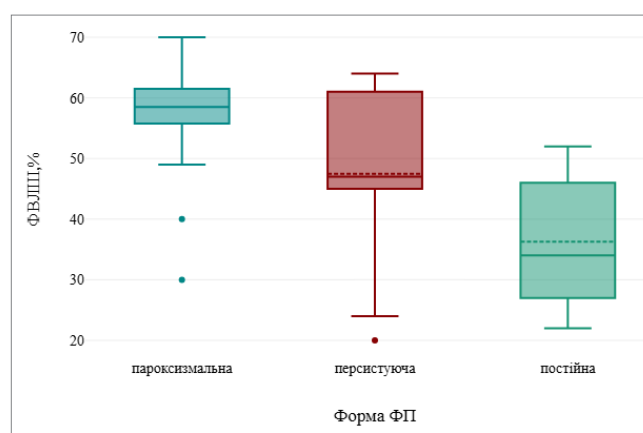


Рисунок 4. Показники ФВЛШ при різних формах фібриляції передсердь

стратифікації ризику пацієнтів та прогнозування ефективності перед виконанням катетерної абляції. Встановлено, що у пацієнтів із низьким ступенем фіброзу (I–II ступінь СФЛП) катетерна абляція демон-

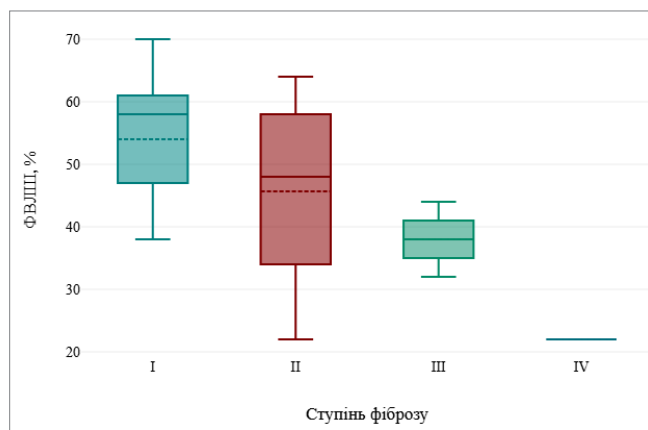


Рисунок 3. Розподіл середніх показників ФВЛШ по ступеню фіброзування лівого передсердя

Таблиця 3

Порівняння ступіню ФЛП та ступеню розповсюдженості зон фіброзу на вольтажній карті

Ступінь фіброзування лівого передсердя на МРТ	Ступінь розповсюдженості низьковольтажних зон та зон фіброзу на вольтажній карті ЛП	Форма фібриляції передсердь
I	2	пароксизмальна
I	1	пароксизмальна
I	1	персистуюча
I	1	пароксизмальна
I	2	пароксизмальна
II	2	пароксизмальна
II	1	пароксизмальна
I	1	пароксизмальна
II	3	персистуюча

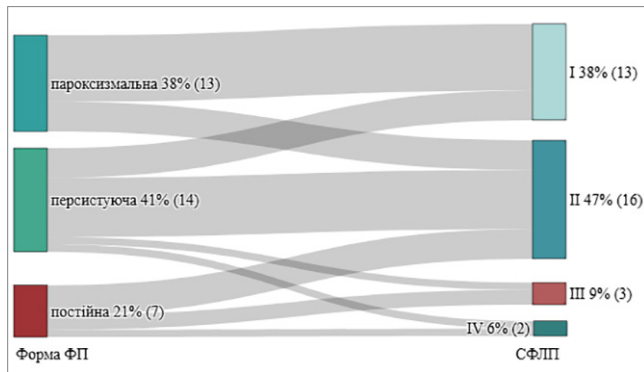


Рисунок 5. Діаграма Санкей із різними формами фібриляції передсердь та ступенем фіброзування ЛП

струє кращу ефективність та нижчий рівень рецидивів, що узгоджується з попередніми дослідженнями. У свою чергу, у пацієнтів із вираженим фіброзом (III–IV СФЛП) частота рецидивів значно вища, що свідчить про складність відновлення синусового ритму через структурні та електрофізіологічні зміни в передсердях [30].

Крім того, результати вольтажного картування за допомогою електроанатомічної навігації підтверджують кореляцію між зонами низьковольтної активності та зонами фіброзу на МРТ, що підкреслює

значення комплексного підходу до діагностики та лікування пацієнтів із ФП. Передопераційне виконання МРТ лівого передсердя для визначення ступеню фіброзування може сприяти більш точному плануванню катетерної абляції та вибору оптимальної стратегії лікування. Наприклад, пацієнтам із вираженим ФЛП може бути рекомендовано комбіноване лікування разом із «upstream» терапією або альтернативні стратегії (контролю ЧСС, а не ритму), такі як імплантація штучного водія ритму серця з абляцією атріовентрикулярного з'єднання [31,32].

Таким чином, отримані дані підтверджують важливість оцінки ступеня фіброзу передсердя у пацієнтів із ФП. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вдосконалення методів ранньої діагностики фіброзу та вивчення впливу різних стратегій лікування на прогноз пацієнтів із різними формами ФП.

Висновки. Згідно отриманих нами результатів – ступінь фіброзування лівого передсердя корелює із стадією прогресування фібриляції передсердь. Передопераційне планування на предмет вираженості фіброзування лівого передсердя у пацієнтів, що підлягають катетерному лікуванню може потенційно передбачити результати такого лікування і допомогти обрати правильну стратегію або технологію лікування пацієнтів із ФП.

Список використаних джерел

References

1. Linz D, Gawalko M, Betz K, Hendriks JM, Lip GYH, Vinter N, Guo Y, Johnsen S. Atrial fibrillation: epidemiology, screening and digital health. *Lancet Reg Health Eur*. 2024 Feb 1;37:100786. doi: 10.1016/j.lanepe.2023.100786
2. Lippi G, Sanchis-Gomar F, Cervellin G. Global epidemiology of atrial fibrillation: An increasing epidemic and public health challenge. *Int J Stroke*. 2021 Feb;16(2):217–221. doi: 10.1177/1747493019897870
3. Isabelle C Van Gelder, Michiel Rienstra, Karina V Bunting, Ruben Casado-Arroyo, Valeria Caso, Harry J G M Crijns, ESC Scientific Document Group, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): Developed by the task force for the management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC), with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. Endorsed by the European Stroke Organisation (ESO). *European Heart Journal*. 2024 September;45(36):3314–3414. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae176>
4. Elsheikh S, Hill A, Irving G, Lip GYH, Abdul-Rahim AH. Atrial fibrillation and stroke: State-of-the-art and future directions. *Curr Probl Cardiol*. 2024 Jan;49(1 Pt C):102181. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2023.102181
5. Bergau L, Bengel P, Sciacca V, Fink T, Sohns C, Sommer P. Atrial Fibrillation and Heart Failure. *J Clin Med*. 2022 Apr 29;11(9):2510. doi: 10.3390/jcm11092510
6. Martymianova L, Kamenska E, Bulyha A, & Serdyuk K. Atrial fibrillation with thrombotic complications. Justification of the diagnosis and treatment regimen according to evidence-based medicine (clinical case). *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Medicine*. 2024;32(4(51)): 571–583. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2024-51-11>
7. Zolotarova T, Bilchenko O, Volkov D, Pasyura I, & Prylutska K. Peculiarities of pharmacotherapy of chronic heart failure with retained left ventricular efficiency and associated atrial fibrillation depending on the method of heart rhythm control. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series “Medicine”*. 2022; (44). <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2022-44-07>
8. Ioannidis P, Zografos T, Christoforatos E, Kouvelas K, Tsoumeleas A, Vassilopoulos C. The Electrophysiology of Atrial Fibrillation: From Basic Mechanisms to Catheter Ablation. *Cardiol Res Pract*. 2021 Jun 5;2021:4109269. doi: 10.1155/2021/4109269
9. Vinciguerra M, Dobrev D, Nattel S. Atrial fibrillation: pathophysiology, genetic and epigenetic mechanisms. *Lancet Reg Health Eur*. 2024 Feb 1;37:100785. doi: 10.1016/j.lanepe.2023.100785
10. Ma J, Chen Q, Ma S. Left atrial fibrosis in atrial fibrillation: Mechanisms, clinical evaluation and management. *J Cell Mol Med*. 2021 Mar;25(6):2764–2775. <https://doi.org/10.1111/jcmm.16350>

11. Sohns C, Marrouche NF. Atrial fibrillation and cardiac fibrosis. *Eur Heart J*. 2020 Mar 7;41(10):1123-1131. doi: 10.1093/eurheartj/ehz786
12. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2024 Jan 2;149(1):e167. doi: 10.1161/CIR.0000000000001207
13. Jordi Heijman, Stefan H Hohnloser, A John Camm, Antiarrhythmic drugs for atrial fibrillation: lessons from the past and opportunities for the future. *EP Europace*. 2021 April;23(2):ii14–ii22. <https://doi.org/10.1093/europace/euaa426>
14. Natale A, Mohanty S, Sanders P, Anter E, Shah A, Al Mohani G, Haissaguerre M. Catheter ablation for atrial fibrillation: indications and future perspective. *Eur Heart J*. 2024 Nov 7;45(41):4383-4398. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae618>
15. Kawamura I, Koruth J. Novel Ablation Catheters for Atrial Fibrillation. *Rev Cardiovasc Med*. 2024 May 23;25(5):187. doi: 10.31083/j.rcm2505187
16. Kueffer T, Stettler R, Maurhofer J, Madaffari A, Stefanova A, Iqbal SUR, et al. Pulsed-field vs cryoballoon vs radiofrequency ablation: Outcomes after pulmonary vein isolation in patients with persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2024 Aug;21(8):1227-1235. doi: 10.1016/j.hrthm.2024.04.045
17. Maurhofer J, Kueffer T, Madaffari A, Stettler R, Stefanova A, Seiler J, Thalmann G, Kozhuharov N, Galuszka O, Servatius H, Haeberlin A, Noti F, Tanner H, Roten L, Reichlin T. Pulsed-field vs. cryoballoon vs. radiofrequency ablation: a propensity score matched comparison of one-year outcomes after pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2024 Mar;67(2):389-397. doi: 10.1007/s10840-023-01651-4
18. Kobori A, Sasaki Y, Pak M, Ishikura M, Murai R, Okada T, et al. Comparison of Cryoballoon and Contact Force-Sensing Radiofrequency Ablation for Persistent Atrial Fibrillation in Clinical Practice. *Circ J*. 2022 Jan 25;86(2):290-298. doi: 10.1253/circj.CJ-21-0608
19. Metzner A, Fiala M, Vijgen J, Ouss A, Gunawardene M, Hansen J, Kautzner J, Schmidt B, Duytschaever M, Reichlin T, Blaauw Y, Sommer P, Vanderper A, Achyutha AB, Johnson M, Raybuck JD, Neuzil P. Long-term outcomes of the pentaspline pulsed-field ablation catheter for the treatment of paroxysmal atrial fibrillation: results of the prospective, multicentre FARA-Freedom Study. *Europace*. 2024 Mar 1;26(3):euae053. <https://doi.org/10.1093/europace/euae053>
20. Marrouche NF, Wazni O, McGann C, Greene T, Dean JM, Dagher L, et al; DECAAF II Investigators. Effect of MRI-Guided Fibrosis Ablation vs Conventional Catheter Ablation on Atrial Arrhythmia Recurrence in Patients With Persistent Atrial Fibrillation: The DECAAF II Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2022 Jun 21;327(23):2296-2305. doi: 10.1001/jama.2022.8831
21. Li CY, Zhang JR, Hu WN, Li SN. Atrial fibrosis underlying atrial fibrillation (Review). *Int J Mol Med*. 2021 Mar;47(3):9. doi: 10.3892/ijmm.2020.4842
22. Anastasia Xintarakou, Stylianos Tzeis, Stelios Psarras, Dimitrios Asvestas, Panos Vardas, Atrial fibrosis as a dominant factor for the development of atrial fibrillation: facts and gaps. *EP Europace*. 2020 March;22(3): 342–351. <https://doi.org/10.1093/europace/euaa009>
23. Tore D, Faletti R, Biondo A, Carisio A, Giorgino F, Landolfi I, et al. Role of Cardiovascular Magnetic Resonance in the Management of Atrial Fibrillation: A Review. *Journal of Imaging*. 2022; 8(11):300. <https://doi.org/10.3390/jimaging8110300>
24. Chahine Y, Chamoun N, Kassab A, Bockus L, Macheret F, Akoum N. Atrial fibrillation substrate and impaired left atrial function: a cardiac MRI study. *Europace*. 2024 Nov 1;26(11):euae258. doi: 10.1093/europace/euae258
25. Li L, Zimmer VA, Schnabel JA, Zhuang X. Medical image analysis on left atrial LGE MRI for atrial fibrillation studies: A review. *Med Image Anal*. 2022 Apr;77:102360. doi: 10.1016/j.media.2022.102360
26. Tonko J, Lee A, Mannakkara N, Williams SE, Razavi R, Bishop M, et al. Structural phenotyping in atrial fibrillation with combined cardiac CT and atrial MRI: Identifying and differentiating individual structural remodelling types in AF. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2024 Sep;35(9):1788-1796. doi: 10.1111/jce.16357
27. Hopman LHGA, Bhagirath P, Mulder MJ, Eggink IN, van Rossum AC, Allaart CP, et al. Quantification of left atrial fibrosis by 3D late gadolinium-enhanced cardiac magnetic resonance imaging in patients with atrial fibrillation: impact of different analysis methods. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022 Aug 22;23(9):1182-1190. doi: 10.1093/ehjci/jeab245
28. Lamy J, Taoutel R, Chamoun R, Akar J, Niederer S, Mojibian H, et al. Atrial fibrosis by cardiac MRI is a correlate for atrial stiffness in patients with atrial fibrillation. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2024 Jan;40(1):107-117. doi: 10.1007/s10554-023-02968-x
29. Habibi M, Chrispin J, Spragg DD, Zimmerman SL, Tandri H, Nazarian S, et al. Utility of Cardiac MRI in Atrial Fibrillation Management. *Card Electrophysiol Clin*. 2020 Jun;12(2):131-139. doi: 10.1016/j.ccep.2020.02.006
30. Regmi MR, Bhattarai M, Parajuli P, Botchway A, Tandan N, Abdelkarim J, Labedi M. Prediction of Recurrence of Atrial Fibrillation Post-ablation Based on Atrial Fibrosis Seen on Late Gadolinium Enhancement MRI: A Metaanalysis. *Curr Cardiol Rev*. 2023;19(3):e051222211571. doi: 10.2174/1573403X19666221205100148
31. Moro C, Hernández-Madrid A, Matía R. Non-antiarrhythmic drugs to prevent atrial fibrillation. *Am J Cardiovasc Drugs*. 2010;10(3):165-73. doi: 10.2165/11537270-000000000-00000
32. Tung R, Burri H. Role of conduction system pacing in ablate and pace strategies for atrial fibrillation. *Eur Heart J Suppl*. 2023 Nov 9;25(Suppl G):G56-G62. <https://doi.org/10.1093/eurheartjsupp/suad119>

Assessment of the Degree of Left Atrial Fibrosis in Patients with Different Forms of Atrial Fibrillation

Eugene O. Perepeka, Elina V. Bodnarevska, Mykhailo S. Ishchenko, Borys B. Kravchuk,

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

Atrial fibrillation (AF) is the most common type of cardiac arrhythmia, which has a significant impact on the health of patients worldwide. Left atrial fibrosis (LAF) is considered an irreversible form of remodeling that occurs in response to inflammation, stretching, or overload of the left atrium. The prevalence and degree of LAF may be associated with the prognosis and treatment outcomes after catheter ablation.

Aim. To determine whether the degree of left atrial fibrosis is associated with the progression of atrial fibrillation.

Materials and methods. During the period from January 2023 to December 2024, the State Research Institute of Cardiology named after M.M. Amosov National Academy of Medical Sciences of Ukraine performed 58 MRI studies with late contrast enhancement with gadolinium to study the degree of fibrosis of different chambers of the heart. Thirty-six of these patients were diagnosed with AF. In 12 patients, catheter ablation for atrial fibrillation was subsequently performed (radiofrequency, cryoballoon ablation, or pulsed field ablation). In 10, an attempt at electrical cardioversion without catheter intervention was performed.

Results. Among the 34 patients included in the study, 13 (38 %) had paroxysmal AF, 14 (41 %) had persistent AF, and 7 (21 %) had permanent AF. Among the patients with paroxysmal AF, 9 (69 %) had stage I of left atrial fibrosis (LAF), 4 (31 %) had LAF stage II. No patients with LAF stage III-IV were observed in the paroxysmal AF group. In the persistent AF group (n = 14, 41 %), LAF stage I was observed in 4 (29 %) patients, LAF stage II in 8 (57 %), and LAF stage III and IV in 1 (7 %) patient in each group. In the patients with permanent AF (n = 7, 21 %), no patients with LAF stage I were observed. LAF stage II was observed in 4 (57 %) patients, LAF stage III in 2 (28 %), and LAF stage IV in 1 (14 %). The analysis showed a statistically significant decrease in left ventricular ejection fraction in patients with progressive AF. In the paroxysmal group, the mean LVEF was 55.75 ± 11.05 %, while in patients with persistent AF it decreased to 47.46 ± 13.88 %, and in chronic AF it decreased to 36.29 ± 12.08 % (p = 0.018).

Conclusions. According to our results, the degree of fibrosis of the left atrium correlates with the stage of progression of atrial fibrillation.

Keywords: Catheter ablation, cryoballoon ablation, heart failure, atrial cardiomyopathy, electrical cardioversion, pulsed field ablation, pacemaker.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 30.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 28.05.2025

Прийнято до друку / Accepted: 03.06.2025

Тимошенко А.Ю., лікар ультразвукової діагностики відділення ультразвукової діагностики, аспірантка кафедри хірургії серця та магістральних судин, <https://orcid.org/0000-0002-8593-4827>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М.Амосова НАМН України», м. Київ, Україна;
Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

Функція лівого передсердя. Чи можливо передбачити результат катетерної абляції при фібриляції передсердь?

Резюме

Вступ. Фібриляція передсердь (ФП) – найпоширеніше порушення ритму серця, що зустрічається у 1–2 % дорослого населення. Фібриляція передсердь значно підвищує ризики інсульту, серцевої недостатності та загальної смертності [1,3]. Катетерна абляція (КА) при ФП – «золотий» стандарт контролю аритмії у пацієнтів із неефективною медикаментозною терапією. Визначення функціонального стану лівого передсердя (ЛП) – критично важлива опція для прогнозування результатів абляції.

Мета. Оцінити функціональний стан лівого передсердя у пацієнтів із ФП за допомогою спекл-трекінг-ехокардіографії (STE) та провести аналіз його прогностичного значення для результатів катетерної абляції.

Матеріали та методи. Для оцінки функціонального стану ЛП використовують 2D трансторакальну ехокардіографію із застосуванням спекл-трекінг-ехокардіографії. Для детальної оцінки функціонального стану ЛП визначають індексований об'єм ЛП, фракцію викиду ЛП, а також показники стрейнів ЛП (резервуарна деформація, провідна деформація, насосна деформація), при цьому референтними значеннями є показники, опубліковані за результатами дослідження HUNT у 2023 році [17]. У період із червня по грудень 2024 року в НІССХ проходили лікування з приводу ФП 24 пацієнти, яким було проведено оцінку функціонального стану ЛП на доопераційному етапі. За результатами досліджень середній показник максимального об'єму ЛП склав $81,2 \pm 22,0$ мл, середній показник фракції викиду ЛП – $49,2 \pm 12,9$ %, а індексований об'єм ЛП (LAVI) був $40,0 \pm 10,3$ мл/м². Середні показники резервуарної, провідної та насосної функцій були такими: LASr – $23,0 \pm 10,2$ %, LAScd – $-13,8 \pm 5,5$ %, а LASct – $-9,2 \pm 6,1$ % відповідно.

Результати. У досліджуваній групі пацієнтів резервуарна, провідна та насосна функції ЛП виявилися нижчими порівняно з референтними значеннями, отриманими в рамках дослідження HUNT. Середній період спостереження склав 4,9 місяця, а відсоток рецидиву становив 16,7 % (4 пацієнти).

Висновки. Визначення функціонального стану ЛП за допомогою спекл-трекінг-ехокардіографії може стати альтернативним методом діагностики для прогнозування віддалених результатів після катетерного лікування з приводу ФП.

Ключові слова: ехокардіографія, спекл-трекінг, стрейни, резервуарна функція, провідна функція, насосна функція

Вступ. Фібриляція передсердь (ФП) є найпоширенішою аритмією, яка зустрічається у 1–2 % дорослого населення та значно підвищує ризик інсульту, серцевої недостатності та загальної смертності [1,3]. Катетерна абляція (КА) є ефективним методом лікування ФП, особливо у пацієнтів із рефрактерністю до медикаментозної терапії, і дозволяє досягти тривалого контролю ритму [2]. Однак довготривала ефективність КА залежить не тільки від технічно правильно виконаної процедури, а й від багатьох ін-

ших факторів, таких як вік пацієнта, тривалість ФП, форма ФП тощо.

Одним із ключових елементів, що впливають на результати КА, є функціональний стан лівого передсердя (ЛП). ЛП виконує три основні функції: резервуарну, провідну та насосну, які відіграють критичну роль у забезпеченні ефективної гемодинаміки. Відомо, що при ФП ЛП зазнає значних морфофункціональних змін, зокрема дилатації, фіброзу та зниження скорочувальної здатності, що може впливати на ймовірність рецидиву аритмії після КА [4]. Сучасні методи візуалізації, такі як спекл-трекінг-ехокардіографія (STE), дозволяють кількісно оцінити функцію ЛП, зокрема визначити показники резервуарного (LASr), провідного (LAScd) та насосного

(LASct) стрейнів. Референтні значення стрейнів ЛП були отримані у 1329 здорових учасників дослідження HUNT і опубліковані у 2023 році [20] (аналізи виконувалися за допомогою General Electric HealthCare EchoPAC). Згідно з даними, середні значення ± 2 SD для жінок і чоловіків наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Референтні значення LASr, LAScd, LASct за даними дослідження HUNT

	Жінки	Чоловіки
%LASr (резервуарна деформація)	33,2 (17,2–49,2)	32,7 (16,0–49,3)
%LAScd (провідна деформація)	-17,0 (-30,8 до -3,3)	-15,7 (-29,1 до -2,3)
%LASct (скорочувальна деформація)	-16,2 (-25,4 до -7,0)	-17,0 (-26,9 до -7,0)

Зниження LASr < 18 % асоціюється з підвищеним ризиком рецидиву ФП після КА, а порушення LAScd та LASct корелюють із жорсткістю ЛП та підвищеним тиском наповнення. Відповідно до останніх досліджень, зниження LASr пов'язане з вищою ймовірністю рецидиву ФП, що підкреслює його значущість як прогностичного маркера [5].

Мета. Оцінити функціональний стан лівого передсердя у пацієнтів із фібриляцією передсердь за допомогою спекл-трекінг-ехокардіографії та аналіз його прогностичного значення для результатів катетерної абляції.

Матеріали та методи. Оцінка функції лівого передсердя. Ліве передсердя виконує три основні функції: резервуарну, провідну та насосну. Порушення цих функцій при ФП може впливати на ефективність катетерної абляції [11,12]. Для оцінки структури та функції ЛП використовували трансторакальну ехокардіографію (ТТЕ) в 2D-режимі, що включала аналіз розмірів, об'ємів та механічних властивостей ЛП. Передньо-задній розмір ЛП вимірювали в парастернальній позиції по довгій осі ЛПШ. Об'єм ЛП (LAV) вимірювали за методом дисків (модифікований метод Сімпсона). Також вимірювали індексований об'єм ЛП (LAVI), який розраховували як відношення об'єму ЛП до площі поверхні тіла пацієнта. Показник індексованого об'єму ЛП > 34 мл/м² вважали ознакою дилатації ЛП [13].

Безпосередньо функція ЛП визначалась за допомогою виміру фракції викиду ЛП (LA EF) та обчислювалась як різниця між максимальним і мінімальним об'ємами ЛП, поділена на максимальний об'єм ЛП [6].

$$LA\ EF\ (\%) = ((LAV_{max} - LAV_{min}) / LAV_{max}) * 100,$$

де LA EF – фракція викиду ЛП (%);

LAV_{max} – максимальний об'єм ЛП (мл), вимірюється у фазі систоли шлуночків;

LAV_{min} – мінімальний об'єм ЛП (мл), вимірюється у фазі діастолі шлуночків.

Для детальної оцінки функції ЛП використовували спекл-трекінг-ехокардіографію [6,8,9,14]. Спекл-трекінг-ехокардіографія є одним із найбільш чутливих методів оцінки деформаційних характеристик ЛП, який дозволяє аналізувати його механіку незалежно від кута ультразвукового променя [15].

Характеристика когорти. До дослідження було включено 24 пацієнтів із фібриляцією передсердь, яким було виконано катетерну абляцію з приводу ФП у ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» в період з червня по грудень 2024 року. Загальна характеристика когорти подана у таблиці 2. Середній вік пацієнтів становив $57,8 \pm 11,1$ року. На передопераційному етапі всім пацієнтам було виконано базові інструментальні дослідження (ЕКГ, ЕхоКГ, холтеровське моніторування ЕКГ). За результатами обстежень, середній показник фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) становив $57,4 \pm 5,5$ %, кінцево-діастолічний об'єм лівого шлуночка (КДО) – $130,1 \pm 24,5$ мл. Інших структурних захворювань серця, що потребували хірургічної корекції, виявлено не було. У всіх пацієнтів на момент госпіталізації до стаціонару фіксувався синусовий ритм.

Таблиця 2

Загальна характеристика когорти

Показник	Значення
Кількість пацієнтів, n	24
Чоловіки, n (%)	13 (54.2 %)
Середній вік (р)	57.8 ± 11.1
КДО (мл)	130.1 ± 24.5
ФВ ЛШ (%)	57.4 ± 5.5

Також усім пацієнтам на передопераційному етапі було виконано спекл-трекінг-ехокардіографію лівого передсердя та визначено основні ехокардіографічні показники, а також середні значення резервуарної, провідної та насосної деформацій, які наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Основні ехокардіографічні показники ЛП

Максимальний об'єм ЛП (V LA max) (мл)	81.2 ± 22.0
Мінімальний об'єм ЛП (V LA min) (мл)	42.5 ± 18.7
Фракція викиду ЛП (LA EF) (%)	49.2 ± 12.9
Індексований об'єм ЛП (LAVI) (мл/м ²)	40.0 ± 10.3
Показники стрейнів ЛП	
LASr (%)	23.0 ± 10.2
LAScd (%)	-13.8 ± 5.5
LASct (%)	-9.2 ± 6.1

Катетерна абляція. Катетерні абляції з приводу фібриляції передсердь проводилися в електро-

фізіологічній лабораторії. Для цього використовували стаціонарну ангиографічну систему Alphenix Sky (Canon), електрофізіологічну систему LabSystem Pro (Boston Scientific) та навігаційну систему EnSite Precision (Abbott). Усім пацієнтам було виконано радіочастотну абляцію в обсязі анатомічної та електричної ізоляції легеневих вен. На момент завершення основного етапу втручання всі пацієнти мали синусовий ритм.

Статистичний аналіз. Отримані проміжні дані аналізувалися за критерієм Манна-Уїтні через малу вибірку пацієнтів. Статистично значущим вважалося значення $p < 0,05$.

Результати. У період з червня по грудень 2024 року в НІССХ ім. М.М. Амосова проходили катетерне лікування з приводу фібриляції передсердь 24 пацієнти, яким було виконано оцінку функціонального стану ЛП за допомогою спекл-трекінг ЕхоКГ. За результатами проведених досліджень середній показник максимального об'єму ЛП становив $81,2 \pm 22,0$ мл, середній показник фракції викиду ЛП – $49,2 \pm 12,9$ %, а індексований об'єм ЛП (LAVI) – $40,0 \pm 10,3$ мл/м². Середні показники резервуарної, провідної та насосної функцій були такими: LASr становив $23,0 \pm 10,2$ %, LAScd – $-13,8 \pm 5,5$ %, а LASct – $-9,2 \pm 6,1$ %. Загалом у досліджуваній когорті пацієнтів резервуарна, провідна та насосна функції ЛП виявилися нижчими порівняно з референтними значеннями, отриманими в рамках дослідження HUNT. Зокрема, середнє значення LASr (резервуарної деформації) в досліджуваній групі пацієнтів становило $23,0 \pm 10,2$ %, що є нижчим, ніж у референтної популяції HUNT (жінки: 33,2 % (17,2–49,2); чоловіки: 32,7 % (16,0–49,3)). Провідна деформація ЛП, представлена показником LAScd, також була зниженою ($-13,8 \pm 5,5$ %), тоді як у дослідженні HUNT цей показник становив $-17,0$ % ($-30,8$ до $-3,3$) у жінок та $-15,7$ % ($-29,1$ до $-2,3$) у чоловіків. Найбільш виражене зниження спостерігалось у скорочувальній деформації ЛП (LASct), яка у наших пацієнтів становила $-9,2 \pm 6,1$ %, що суттєво нижче за референтні значення ($-16,2$ % ($-25,4$ до $-7,0$) у жінок та $-17,0$ % ($-26,9$ до $-7,0$) у чоловіків).

Середній період спостереження становив 4,9 місяця (від 3 до 9 місяців). Всі пацієнти проходять холтерівське моніторування ЕКГ, повторне ЕхоКГ та ЕКГ спокою у 12 відведеннях через 3, 6 та 12 місяців після катетерного лікування з приводу фібриляції передсердь. У 20 (83,3 %) пацієнтів не було зареєстровано фібриляції передсердь / тріпотіння передсердь / передсердної тахікардії за період спостереження. У 4 (16,7 %) пацієнтів спостерігався рецидив фібриляції передсердь. Середній вік пацієнтів у групі без рецидиву становив $57,1 \pm 11$ років, а у групі з рецидивом – $61,2 \pm 12,4$ року. Показники індексованого об'єму лівого передсердя (LAVI) у пацієнтів з рецидивом становили $46,2 \pm 13,2$ мл/м² проти $38,8 \pm 10,1$ мл/м² у пацієнтів зі збереженням сину-

сового ритму. Середні показники фракції викиду ЛП (LA EF) були такими: $41,6 \pm 10,1$ % у пацієнтів з рецидивом та $50,8 \pm 13,5$ % у пацієнтів, які не мали рецидиву. Середні показники LASr % були наступними: $24,2 \pm 9,2$ % у пацієнтів без рецидиву та $16,9 \pm 7,6$ % у пацієнтів із рецидивом ($p < 0,2$). Середні показники LAScd % у пацієнтів без рецидиву та у пацієнтів з рецидивом становили $-14,6 \pm 5,3$ % та $-9,9 \pm 5,9$ % відповідно ($p = 0,3$). Також були розраховані середні показники LASct % у групі пацієнтів без рецидиву та у групі пацієнтів з рецидивом: $-9,9 \pm 6,7$ % та $-6,9 \pm 1,8$ % відповідно ($p = 0,3$).

Таблиця 4

Результати, отримані в ході спостереження

	З рецидивом	Без рецидиву
Кількість пацієнтів (n)	4	20
Середній вік (р)	61,2±12,4	57,1±11
Фракція викиду ЛП (LA EF) (%)	41,6±10,1	50,8±13,5
Індексований об'єм ЛП (LAVI) (мл/м ²)	46,2±13,2	38,8±10,1
LASr (%)	16,9±7,6	24,2±9,2
LAScd (%)	-9,9±5,9	-14,6±5,3
LASct (%)	-6,9±1,8	-9,9±6,7
Період спостереження (міс)	4,9	

Обговорення. На сьогоднішній день опубліковані дані таких великих досліджень, як HUNT та NORRE, дозволяють визначати та аналізувати функціональний стан лівого передсердя. Це вкрай важливо для пацієнтів із фібриляцією передсердь, яким планується катетерне лікування. За результатами дослідження функції ЛП у 24 пацієнтів, які проходили катетерне лікування з приводу фібриляції передсердь в НІССХ ім. М.М. Амосова, не виявлено статистично значущих відмінностей між двома групами пацієнтів за показниками резервуарної, провідної та скоротливої деформації лівого передсердя ($p > 0,05$ для всіх порівнянь, тест Манна-Уїтні). Водночас у групі пацієнтів із рецидивом спостерігається тенденція до зниження деформаційних характеристик порівняно з групою пацієнтів, що не мали рецидиву.

Одержані результати слід розглядати як попередні, з огляду на обмежену кількість пацієнтів у групі з рецидивом аритмії (4 пацієнти), що може знизити статистичну потужність тесту. Виявлена тенденція до зниження показників деформації ЛП у пацієнтів із рецидивом ФП після катетерного лікування потребує подальшого вивчення на більшій вибірці. Оцінка функціонального стану ЛП перед катетерним лікуванням може стати важливим компонентом у прогнозуванні результатів абляції. Оцінка стрейнів лівого передсердя може стати доступною та високоспецифічною альтернативою МРТ-діагностиці

для оцінки функціонального стану лівого передсердя [7,10,16].

Висновки. У нашому дослідженні взяли участь 24 пацієнти. Отримані попередні результати не можна екстраполювати в клінічну практику через малу вибірку пацієнтів. Подальші дослідження серед великої вибірки пацієнтів є доцільними для встановлення

кореляції між показниками стрейнів ЛП та довготривалими результатами від КА, враховуючи вже отримані результати великих досліджень HUNT та NORRE. Визначення чіткої кореляції із залученням більшої вибірки пацієнтів є необхідним для можливого встановлення прогностичних меж після катетерного лікування фібриляції передсердь.

Список використаних джерел

References

1. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, et al. ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021 Feb 1;42(5):373-498. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa612
2. Calkins H, Hindricks G, Cappato R et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2017 Oct;14(10):e275-e444. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.05.012>.
3. Zolotarova T, Bilchenko O, Volkov D, Pasyura I, & Prylutska K. Peculiarities of pharmacotherapy of chronic heart failure with retained left ventricular efficiency and associated atrial fibrillation depending on the method of heart rhythm control. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Medicine"*. 2022; 44. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2022-44-07>
4. Gupta DK, Shah AM, Giugliano RP et al. Effective aNticoagulation with factor xA next GEneration in AF-Thrombolysis In Myocardial Infarction 48 Echocardiographic Study Investigators. Left atrial structure and function in atrial fibrillation: ENGAGE AF-TIMI 48. *Eur Heart J*. 2014 Jun 7;35(22):1457-65. doi: 10.1093/eurheartj/ehu500.
5. Pathan F, D'Elia N, Nolan MT et al. Normal Ranges of Left Atrial Strain by Speckle-Tracking Echocardiography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017 Jan;30(1):59-70.e8. doi: 10.1016/j.echo.2016.09.007.
6. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016 Apr;29(4):277-314. doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
7. Cameli M, et al. Left atrial strain by speckle tracking echocardiography as an early predictor of outcome in patients with atrial fibrillation. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.03.022>
8. Reddy YNV, Obokata M, Verbrugge FH et al. Atrial Dysfunction in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction and Atrial Fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2020 Sep 1;76(9):1051-1064. doi: 10.1016/j.jacc.2020.07.009.
9. Mauriello A, Correra A, Ascrizzi A et al. Relationship Between Left Atrial Strain and Atrial Fibrillation: The Role of Stress Echocardiography. *Diagnostics (Basel)*. 2024 Dec 24;15(1):7. doi: 10.3390/diagnostics15010007.
10. Kim M H, Cho I, Kim K et al. Prognostic value of left atrial strain for outcome of catheter ablation in patients with atrial fibrillation and moderately enlarged left atrium. *European Heart Journal*. 2024 October; 45;1: ehae666.627. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae666.627>
11. Leischik R, Littwitz H, Dworak B et al. Echocardiographic Evaluation of Left Atrial Mechanics: Function, History, Novel Techniques, Advantages, and Pitfalls. *Biomed Res Int*. 2015;2015:765921. doi: 10.1155/2015/765921.
12. Gan GCH, Ferkh A, Boyd A et al. Left atrial function: evaluation by strain analysis. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2018 Feb;8(1):29-46. doi: 10.21037/cdt.2017.06.08.
13. Ji M, He L, Gao L et al. Assessment of Left Atrial Structure and Function by Echocardiography in Atrial Fibrillation. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Aug 5;12(8):1898. doi: 10.3390/diagnostics12081898.
14. Gan GCH, Bhat A, Chen HHL et al. Left Atrial Reservoir Strain by Speckle Tracking Echocardiography: Association With Exercise Capacity in Chronic Kidney Disease. *J Am Heart Assoc*. 2021 Jan 5;10(1):e017840. doi: 10.1161/JAHA.120.017840.
15. Khan HR, Yakupoglu HY, Kralj-Hans I et al. Left Atrial Function Predicts Atrial Arrhythmia Recurrence Following Ablation of Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2023 Jun;16(6):e015352. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.123.015352.
16. Parwani AS, Morris DA, Blaschke F et al. Left atrial strain predicts recurrence of atrial arrhythmias after catheter ablation of persistent atrial fibrillation. *Open Heart*. 2017 Apr 28;4(1):e000572. doi: 10.1136/openhrt-2016-000572.
17. Nyberg J, Jakobsen EO, Østvik A et al. Echocardiographic Reference Ranges of Global Longitudinal Strain for All Cardiac Chambers Using Guideline-Directed Dedicated Views. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023 Dec;16(12):1516-1531. DOI: 10.1016/j.jcmg.2023.08.011

Left Atrium Function: Can We Really Predict Outcomes after Catheter Ablation for Atrial Fibrillation?

Alina Yu. Tymoshenko

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

Introduction. Atrial fibrillation (AF) is the most common heart rhythm disorder, affecting 1–2 % of the adult population. AF significantly increases the risks of stroke, heart failure, and overall mortality [1]. Catheter ablation (CA) for AF is considered the gold standard for arrhythmia control in patients with ineffective drug therapy. Determining the functional state of the left atrium (LA) is critical for predicting ablation outcomes.

Aim. To evaluate the functional state of the left atrium in patients with AF using speckle tracking echocardiography (STE) and to analyse its prognostic value for catheter ablation results.

Materials and methods. Two-dimensional transthoracic echocardiography with speckle tracking was used to assess the functional state of the LA. For detailed assessment, the LA volume index, LA ejection fraction, and LA strain indicators (reservoir, conduit, and contractile deformation) were measured. Reference values were taken from the HUNT study published in 2023 [17]. Between June and December 2024, 24 patients treated for AF at Amosov NICVS were evaluated at the preoperative stage. The mean LA volume was 81.2 ± 22.0 ml, the mean LA ejection fraction was 49.2 ± 12.9 %, and the LA volume index (LAVI) was 40.0 ± 10.3 ml/m². The mean values of reservoir, conduit, and contractile functions were: LASr 23.0 ± 10.2 %, LAScd -13.8 ± 5.5 %, and LASct -9.2 ± 6.1 %, respectively.

Results. In the study group, the reservoir, conduit, and contractile functions of the LA were lower than the reference values reported in the HUNT study. The mean follow-up period was 4.9 months, and the relapse rate was 16.7 % (4 patients).

Conclusions. Assessment of the functional state of the LA using speckle tracking echocardiography may serve as an alternative diagnostic method to predict long-term outcomes after catheter ablation for AF.

Keywords: *echocardiography, speckle tracking, strains, reservoir function, conduit function, contractile function.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 07.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 24.04.2025

Прийнято до друку / Accepted: 25.05.2025

Rizkyastari Onny, MD, Medical Doctor Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine,
<https://orcid.org/0009-0006-9762-4726>

Tutik Harjianti, MD, Medical Doctor, Specialist in Internal Medicine, Consultant in Hematology and Medical Oncology Division of Hematology and Oncology, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine,
<https://orcid.org/0000-0002-9731-5193>

Pendrik Tandean, MD, Medical Doctor, Specialist in Internal Medicine, Consultant in Cardiovascular Medicine Division of Cardiology and Vascular Medicine, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine,
<https://orcid.org/0000-0002-6600-4763>

Syakib Bakri, MD, Medical Doctor, Specialist in Internal Medicine, Consultant in Nephrology and Hypertension Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, <https://orcid.org/0000-0002-6615-5166>

Himawan Sanusi, MD, Medical Doctor, Specialist in Internal Medicine, Consultant in Endocrinology and Metabolic Disease Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, <https://orcid.org/0000-0003-3828-2958>

Andi Alfian Zainuddin, MD, Medical Doctor, Doctor of Philosophy, Master of Public Health Department of Public Health and Community Medicine, Faculty of Medicine, <https://orcid.org/0000-0003-4590-6407>
Hasanuddin University, Makassar, Indonesia

Ejection Fraction Decline and Cardiotoxicity Following Anthracycline Chemotherapy: A Risk-Focused Study from an Indonesian Tertiary Care Center

Abstract

Background. Anthracycline chemotherapy is a cornerstone of cancer treatment but poses a risk of cardiotoxicity, often presenting as cancer therapy-related cardiac dysfunction (CTRCD). Monitoring left ventricular ejection fraction (LVEF) is essential to detect early cardiac impairment and support safer treatment strategies.

Aim. To assess LVEF changes after six cycles of anthracycline therapy and identify predictive factors associated with CTRCD.

Materials and methods. This observational pre-post study included 74 patients treated with anthracyclines at Dr. Wahidin Sudirohusodo Hospital, Makassar, from 2024 to 2025. LVEF was measured via echocardiographic surveillance before and after treatment. Cardiotoxicity was defined as a $\geq 10\%$ decrease in LVEF to $\leq 50\%$. Statistical tools included Wilcoxon signed-rank test, Chi-square, ROC curve analysis, and logistic regression.

Results. The mean LVEF significantly declined from 63.08 % to 56.76 % ($p = 0.001$). CTRCD occurred in 20.3 % of patients. Risk factors independently associated with cardiotoxicity included age ≥ 51 years (OR 2.80; $p = 0.016$) and cumulative anthracycline dose ≥ 457.5 mg/m² (OR 3.25; $p = 0.004$). When both factors were present, the risk increased nearly sixfold (OR 5.75; $p = 0.001$).

Conclusions. CTRCD was observed in one-fifth of patients following anthracycline therapy, with age and dose being significant contributors. These findings support the integration of risk-based echocardiographic surveillance into oncology care to ensure early detection and mitigate long-term cardiac complications.

Keywords: Anthracycline, Cardiotoxicity, Cancer Therapy-Related Cardiac Dysfunction, Echocardiographic Surveillance, Cumulative Dose, Ejection Fraction

Introduction

Cancer remains one of the primary causes of global morbidity and mortality, with approximately 19.3 million new cases and 10 million deaths reported annually, according to the Global Cancer Observatory (GLOBOCAN) 2024. In Indonesia, the incidence of cancer continues

to rise, imposing a growing burden on the healthcare system. Multiple treatment strategies are available for cancer patients, including surgery, radiotherapy, immunotherapy, and chemotherapy. Chemotherapy, a cornerstone in cancer treatment, acts by disrupting the proliferation and division of malignant cells. Despite its therapeutic effectiveness, it is frequently associated with a wide range of adverse effects, including hematologic toxicities—such as neutropenia, anemia, and thrombocytopenia, as well as non-hematologic

complications. These non-hematologic effects may involve various organ systems, with cardiotoxicity being one of the most serious, due to its potential to impair cardiac function significantly [1-3].

Anthracyclines, a commonly used class of chemotherapeutic agents, are highly effective in the treatment of breast cancer, lymphoma, and leukemia. Nevertheless, their use carries a recognized risk of cardiotoxicity, potentially leading to structural and functional cardiac damage, such as reduced left ventricular ejection fraction (LVEF), arrhythmias, and even congestive heart failure. Cardiotoxic effects can present in acute, subacute, or chronic forms, with irreversible myocardial injury especially likely when cumulative doses exceed the recommended threshold of 450 mg/m². The underlying mechanism involves the overproduction of free radicals, resulting in oxidative stress that damages cardiomyocytes and impairs mitochondrial activity. Additional risk factors—such as advanced age, pre-existing cardiovascular conditions, cumulative dosage, and comorbidities including hypertension and diabetes—further exacerbate cardiotoxic outcomes [4-7].

Given these risks, early detection and consistent monitoring of cardiac function are essential for patients undergoing anthracycline therapy. Echocardiography is widely utilized as a non-invasive tool to assess LVEF, serving as a critical parameter for evaluating cardiac performance during treatment. Importantly, research conducted by De Angelis et al. has shown that LVEF reductions may persist for up to five years following chemotherapy in breast cancer patients, highlighting the long-term nature of anthracycline-induced cardiotoxicity and its implications for patient quality of life [8-10].

Aim. This study aimed to evaluate changes in LVEF among cancer patients who had completed a minimum of six cycles of anthracycline-based chemotherapy and to identify clinical and treatment-related factors associated with cardiotoxicity. The study aimed to provide a better understanding of the long-term cardiac effects of anthracycline exposure, support the development of evidence-based monitoring strategies, and contribute to the early detection and management of cancer therapy-related cardiac dysfunction.

Materials and methods. A pre- and post-test study was conducted at Dr. Wahidin Sudirohusodo Hospital, a tertiary referral center in Makassar, Indonesia. Ethical approval was obtained from the Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Hasanuddin University (Approval No.: 88/UN4.6.4.5.31/PP36/2025). The study included all patients recorded in the hospital's medical records from 2024 to 2025 who received at least six cycles of anthracycline chemotherapy. Inclusion criteria encompassed patients aged ≥18 years with normal renal and hepatic function, a baseline LVEF >55 %, consent to participate, and completion of echocardiographic assessments before and after the chemotherapy regimen. Patients with a history of valvular heart disease, coronary artery disease, or cardiovascular events during

chemotherapy that precluded continuation of therapy were excluded.

Cardiotoxicity Definition. Cardiotoxicity in this study was defined based on current cardio-oncology guidelines from the European Society of Cardiology (ESC 2022), the International Cardio-Oncology Society (IC-OS 2022), and the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI 2016). Cancer therapy-related cardiac dysfunction (CTRCD) was considered present when there was a reduction in LVEF of ≥10 % points from baseline to an absolute value of ≤50 %, in the absence of clinical signs or symptoms of heart failure [18-20].

Data Analysis. Data analysis was performed using SPSS version 25 (IBM Corp., Armonk, NY). Descriptive statistics and frequency distributions were utilized to summarize the data. The Chi-square test assessed associations between variables. Paired t-tests and Wilcoxon signed-rank tests evaluated significant changes in LVEF pre- and post-chemotherapy. Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis determined the optimal cumulative anthracycline dose cut-off associated with a ≥10 % reduction in LVEF from baseline to an absolute value of ≤50 %. A p-value <0.05 was considered statistically significant.

Results. A total of 74 patients met the inclusion criteria and were enrolled in the final analysis. Among them, 39 were male (52.7 %) and 35 were female (47.3 %), with ages ranging from 18 to 72 years. The majority (67.5 %) were under 51 years of age, while 32.5 % were 51 years or older. Most patients (78.4 %) had no known comorbidities. Hypertension was recorded in 9.5 % of cases, diabetes mellitus type 2 in 6.8 %, and both conditions concurrently in 5.4 %. Regarding cancer type, lymphoma was the most prevalent malignancy (55.4 %), followed by osteosarcoma (25.7 %), breast cancer (14.9 %), and leukemia (4.1 %). Anthracycline dosing varied according to cancer type: 52.7 % of patients received a cumulative dose between 401–500 mg/m², primarily for breast cancer and non-Hodgkin lymphoma; 41.7 % received 201–400 mg/m², typically for osteosarcoma, Hodgkin lymphoma, and leukemia; and 5.4 % received less than 200 mg/m², exclusively in osteosarcoma cases. Based on current ESC and IC-OS definitions, 15 patients (20.3 %) were identified as having CTRCD, defined as a decline in LVEF of ≥10 percentage points to an absolute value of ≤50 % (table 1).

Baseline and post-treatment LVEF measurements indicated a statistically significant decline. The average pre-chemotherapy LVEF was 63.08 % (SD±3.81), which decreased to 56.76 % (SD±6.49) after six cycles of anthracycline-based chemotherapy. This corresponds to a mean reduction of 6.36 percentage points, or approximately 10.02 %. The difference was statistically significant (p = 0.001, Wilcoxon signed-rank test) (table 2).

Further analysis showed no significant association between LVEF decline and either sex (p = 0.406) or comorbidities (p = 0.264). However, age was a statistically significant factor. Among patients aged 51 years or older, 37.5 % experienced a decrease in LVEF of ≥10 %,

Table 1*Characteristics of Study Participants*

Variables	n	%
Sex		
Male	39	52.7
Female	35	47.3
Age Group		
<51 years	50	67.5
≥51 years	24	32.5
Comorbidities		
None	58	78.4
Hypertension	7	9.5
Diabetes Mellitus Type 2	5	6.8
Hypertension and Diabetes Mellitus Type 2	4	5.4
Types of Malignancy		
Breast Cancer (Doxorubicin)	11	14.9
Lymphoma (Doxorubicin)	41	55.4
Leukemia (Daunorubicin)	3	4.1
Osteosarcoma (Doxorubicin)	19	25.7
Cumulative Anthracycline Dose		
< 200 mg (Osteosarcoma)	4	5.4
201–400 mg (Osteosarcoma, Hodgkin Lymphoma, Leukemia)	31	41.7
401–500 mg (Breast Cancer, Non-Hodgkin Lymphoma)	39	52.7
Cardiotoxicity		
Cardiotoxic (≥10 % reduction in LVEF from baseline to ≤50 %)	15	20.27
Non-cardiotoxic	61	79.73

Source: personal data, 2025

compared to only 12 % in those under 51 years of age ($p = 0.006$) (table 3).

A dose-dependent relationship was observed between cumulative anthracycline exposure and the incidence of LVEF decline. None of the patients who received less than 200 mg/m² experienced cardiotoxicity. In contrast, 9.7 % of those receiving 201–400 mg/m² and 30.8 % of those receiving more than 400 mg/m² developed a reduction in LVEF of ≥10 % to ≤50 %. The difference among these groups was statistically significant ($p = 0.007$) (Table 4).

Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis identified a cumulative anthracycline dose of 457.5

mg/m² as the optimal threshold for predicting a ≥10 % reduction in LVEF to ≤50 %. This cutoff demonstrated an area under the curve (AUC) of 0.831, with a sensitivity of 73.3 % and specificity of 72.9 %, indicating strong discriminatory power (figure 1).

Bivariate logistic regression analysis demonstrated that both age and cumulative anthracycline dose were independently associated with a significant reduction in LVEF. Patients aged 51 years or older had 2.8 times higher odds of developing cardiotoxicity compared to younger patients (OR 2.80; 95 % CI: 1.20–6.51; $p = 0.016$). Similarly, those who received a cumulative anthracycline dose of ≥457.5 mg/m² were at a significantly greater risk (OR 3.25; 95 % CI: 1.45–7.30; $p = 0.004$). When both risk factors were present, the likelihood of LVEF decline increased synergistically, with an odds ratio of 5.75 (95 % CI: 2.10–15.7; $p = 0.001$), indicating a compounded effect (table 5).

Discussion. This study demonstrated a statistically significant reduction in LVEF following anthracycline chemotherapy, with an average decline of 6.36 percentage points, or 10.02 % from baseline ($p = 0.001$). This reflects direct myocardial toxicity, particularly after six cycles of treatment. The findings are consistent with previous research by Cardinale et al. [12] and Curigliano et al. [11], which identified increased cardiotoxicity risk at cumulative doses exceeding 250–450 mg/m².

Age also emerged as a significant factor. Patients aged 51 years or older experienced greater reductions in LVEF, likely related to age-associated cardiovascular changes such as decreased vascular compliance and elevated oxidative stress. These results align with earlier studies noting a heightened susceptibility to cardiotoxicity in older populations. No significant associations were observed between LVEF decline and gender or comorbidities (hypertension or diabetes), though hypertension remains a known compounding factor in heart failure progression, as discussed by Sawaya et al. [13].

The dose-dependent relationship between anthracycline exposure and cardiotoxicity was reaffirmed: 30.8 % of patients receiving >400 mg/m² experienced a significant decline in LVEF, while none in the <200 mg/m² group did. This mirrors data from Swain et al. [14] and Cardinale et al. [12], who identified cumulative thresholds of 450–550 mg/m² as critical markers of risk. The use of higher cumulative anthracycline doses in this cohort primarily reflects established treatment protocols for breast

Table 2*LVEF Before and After Anthracycline Chemotherapy*

Parameter	n	Mean	Std. deviation	Median	Minimum-Maximum	p value
Pre-Chemo	74	63.08	3.81	63.00	57.00–69.00	0,001*
Post-Chemo	74	56.76	6.49	59.00	40.00–68.00	
Reduction	0	6.36	-	4.00	17.00–1.00	

*Wilcoxon signed-rank test

Table 3

Association Between Confounding Variables and Decrease in LVEF

Variabel		LVEF Change		p value
		Normal	Decreased $\geq 10\%$ from baseline to EF $< 55\%$	
Comorbidities	None	46	12	0.264
	Hypertension	7	0	
	DM Type II	4	1	
	Hypertension and DM Type II	2	2	
Sex	Male	32	7	0.406
	Female	27	8	
Age Group	< 51 years	44	6	0.006*
	≥ 51 years	15	9	

*Chi-square test

Table 4

Association Between Cumulative Anthracycline Dose and LVEF Reduction

Cumulative Dose (mg)	Normal LVEF (n)	$\geq 10\%$ Decrease from Baseline to EF $\leq 50\%$ (n)	Total (n)	p value
< 200 mg	4	0	4	0.007*
201-400 mg	28	3	31	
>400 mg	27	12	39	
Total	59	15	74	

Note: Chi-square test

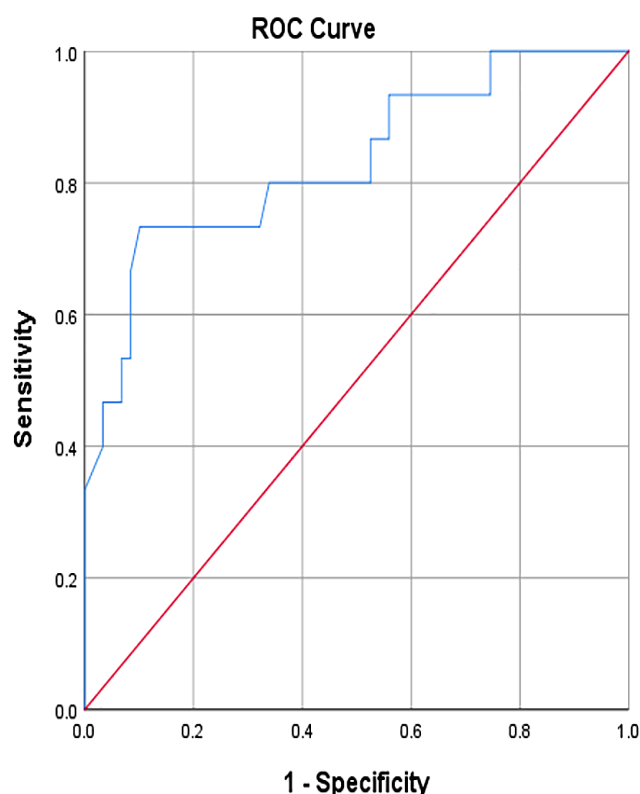


Figure 1. ROC Curve of Cumulative Anthracycline Dose in Predicting LVEF Reduction

cancer and non-Hodgkin lymphoma, which often require intensified regimens beyond 400 mg/m². These patterns are consistent with accepted oncologic practice and provide context for the observed cardiotoxicity rates.

Applying the updated CTRCD definition [18–20], 20.3 % of patients met criteria for cardiotoxicity. This highlights the urgency of early detection and individualized cardiac surveillance for patients receiving anthracyclines. The importance of proactive monitoring is further supported by Seidman et al. [6] and Cardinale et al. [12], who advocate for early imaging to prevent progression to overt heart failure.

ROC analysis validated 457.5 mg/m² as the optimal threshold for predicting LVEF decline, consistent with regional studies. In Korea, Kang et al. [15] identified a 455 mg threshold; in Singapore, Chen et al. [16] reported a 460 mg cut-off in breast cancer patients with an AUC of 80 %. These parallels suggest a consistent cardiotoxicity threshold across Asian populations. Supporting this, a local study by Wahdiyat et al. [17] showed that cardiac impairment may occur even before high cumulative doses are reached, particularly within the first three cycles. Collectively, these findings emphasize the need for routine echocardiographic monitoring throughout treatment, especially as patients near or exceed a cumulative dose of 450 mg/m².

In our analysis, both cumulative dose and age were independently associated with cardiotoxicity. Patients over 51 years of age and those exposed to ≥ 457.5 mg/m² had a significantly higher likelihood of experiencing LVEF

Table 5

Bivariate Logistic Regression Analysis of Age and Cumulative Dose on LVEF Reduction $\geq 10\%$

Variable		LVEF Change		OR	95 % CI	p value
		Normal LVEF	Decreased $\geq 10\%$ from baseline to EF $\leq 50\%$			
Cumulative Dose	<457,5 mg	43	4	3.25	1.45 – 7.30	0.004 *
	$\geq 457,5$ mg	16	11			
Age Group	< 51 years	44	6	2.80	1.20 – 6.51	0.016 *
	≥ 51 years	15	9			

*Bivariate logistic regression test

decline. When both risk factors were present, the odds of cardiotoxicity increased nearly sixfold. This reinforces earlier findings by Swain et al. [14] and Cardinale et al. [12], who demonstrated the combined impact of age-related vulnerability and dose intensity.

These observations support a shift toward individualized cardiac monitoring. According to the 2022 ESC guidelines on cardio-oncology [18], baseline risk assessment should be conducted before initiating anthracycline therapy. Risk factors include older age, pre-existing cardiovascular disease, and high anticipated cumulative dose. Although this study did not employ prospective risk stratification, all patients underwent echocardiographic assessment before and after treatment. Current recommendations advise that high-risk individuals undergo more frequent imaging—typically every two to three chemotherapy cycles. Our findings underscore the need to integrate risk-based echocardiographic surveillance into oncology protocols to facilitate early detection of subclinical cardiac injury and improve long-term outcomes.

Strengths and Limitations. This study employed a pre- and post-intervention design to evaluate the impact of six cycles of anthracycline chemotherapy on LVEF. The comprehensive use of statistical tools, including ROC curve analysis and logistic regression, allowed for the identification of critical risk factors such as cumula-

tive dose ≥ 457.5 mg/m² and patient age over 51 years. Conducted at Dr. Wahidin Sudirohusodo Hospital—a national referral and tertiary care center—the findings of this study are applicable to comparable clinical settings across Indonesia, particularly those managing high-risk oncology populations. A key limitation of the research lies in the absence of long-term follow-up beyond the sixth chemotherapy cycle. Given that anthracycline-induced cardiotoxicity may progress or emerge after a latency period, future studies with extended observation windows are essential. Nevertheless, the results contribute significantly to clinical practice by identifying high-risk patients and highlighting the necessity of routine LVEF monitoring to mitigate long-term cardiac complications.

Conclusions. This study demonstrated a significant decline in left ventricular ejection fraction after six cycles of anthracycline-based chemotherapy, particularly among patients aged 51 years and older and those exposed to cumulative doses ≥ 457.5 mg/m². These findings highlight the critical importance of routine echocardiographic monitoring—both before treatment initiation and throughout chemotherapy—to enable early detection of subclinical cardiotoxicity. Integrating risk-based cardiac surveillance protocols into oncology care is essential to prevent irreversible cardiac dysfunction and improve long-term outcomes for cancer patients.

Список використаних джерел

References

1. Global Cancer Observatory. GLOBOCAN 2024: Cancer Incidence and Mortality Worldwide. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2024.
2. Zamorano JL, Lancellotti P, Rodriguez Muñoz D, et al. 2016 ESC Position Paper on cancer treatments and cardiovascular toxicity. Eur Heart J. 2016;37(36):2768–2801. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw211>
3. Curigliano G, Lenihan D, Fradley M, et al. Cardiotoxicity of anticancer treatments: ESMO Clinical Practice Guidelines. Ann Oncol. 2020;31(2):171–190. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2019.10.023>
4. Plana JC, Galderisi M, Barac A, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy. J Am Soc Echocardiogr. 2014;27(9):911–939. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.07.012>
5. Lipshultz SE, Lipsitz SR, Sallan SE, et al. Long-term cardiovascular toxicity in children and adolescents treated with doxorubicin. N Engl J Med. 1995;332(12):1738–1744. <https://doi.org/10.1056/NEJM199506293322602>
6. Seidman A, Hudis C, Pierri MK, et al. Cardiac dysfunction in the trastuzumab clinical trials experience. J Clin Oncol. 2002;20(5):1215–1221. <https://doi.org/10.1200/JCO.2002.20.5.1215>
7. Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, et al. ACC/AHA 2005 Guideline Update for the Diagnosis and Management of Chronic Heart Failure in the Adult. J Am Coll Cardiol. 2009;53(15):e1–e90. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.11.013>
8. De Angelis A, Urbanek K, Cappetta D, et al. Doxorubicin cardiotoxicity and target cells: a broader perspective. Cardio-Oncology. 2016;2:5. <https://doi.org/10.1186/s40959-016-0012-1>

9. Kamelia T, Harjianti T, Tandean P. Perubahan konsentrasi NT-proBNP dan fraksi ejeksi ventrikel kiri pada pasien kemoterapi doxorubicin. *J Penyakit Dalam Indones*. 2017;4(2):78.
10. Azzam M, Wasef M, Khalaf H, Al-Habbab A. 3D-based strain analysis and cardiotoxicity detection in cancer patients receiving chemotherapy. *BMC Cancer*. 2023;23:1. Available from: <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-023-11261-y>
11. Curigliano G, Lenihan D, Fradley M, & Dent S, Jordan K. Management of cardiac disease in cancer patients throughout oncological treatment: ESMO consensus recommendations. *Ann Oncol*. 2020;31(2):171–190. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2019.10.023>
12. Cardinale D, Colombo A, Lamantia G, et al. Early detection of anthracycline cardiotoxicity and improvement with heart failure therapy. *Circulation*. 2015;131(22):1981–1988. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.013777>
13. Sawaya H, Sebag IA, Plana JC, et al. Early detection and prediction of cardiotoxicity in chemotherapy-treated patients. *Am J Cardiol*. 2011;107(9):1375–1380. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2011.01.006>
14. Swain SM, Whaley FS, Ewer MS. Congestive heart failure in patients treated with doxorubicin. *Cancer*. 2003;97(11):2869–2879. <https://doi.org/10.1002/cncr.11407>
15. Kang M, Koo H, Yang DH, et al. Cardioprotective effect of early dexrazoxane use in anthracycline-treated pediatric patients. *J Chemother*. 2012;24(5):292–296. <https://doi.org/10.1179/1973947812Y.00000000038>
16. Chen VZZ, Law HY, Chew FLM, et al. Cardiotoxicity after anthracycline chemotherapy for childhood cancer in a multiethnic Asian population. *Front Pediatr*. 2021;9:639603. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.639603>
17. Wahdiyat M, Harjianti T, Tandean P. Gambaran perubahan ekokardiografi pada pasien kanker yang mendapat terapi doxorubicin [Specialist thesis]. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2022.
18. Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, et al. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). *Eur Heart J*. 2022;43(41):4229–4361. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac244
19. Herrmann J, Lenihan D, Armenian S, et al. Defining cardiovascular toxicities of cancer therapies: an IC-OS consensus statement. *Eur Heart J*. 2022;43(4):280–299. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab674>
20. Lancellotti P, Cosyns B, editors. *The EACVI Echo Handbook*. Oxford: European Society of Cardiology Publications; 2016. <https://doi.org/10.1093/med/9780198713623.001.0001>

Зниження фракції викиду та кардіотоксичність після хіміотерапії антрациклінами: дослідження, орієнтоване на ризик, проведене в індонезійському центрі третинної медичної допомоги

Rizkyastari, Tutik Harjianti, Pendrik Tandean, Syakib Bakri, Himawan Sanusi, Alfian Zainuddin
Hasanuddin University, Makassar, Indonesia

Хіміотерапія антрациклінами є наріжним каменем лікування онкологічних захворювань, але створює ризик кардіотоксичності, часто проявляючись у вигляді серцевої дисфункції, пов'язаної з лікуванням онкологічних захворювань. Моніторинг фракції викиду лівого шлуночка (ФВЛШ) є важливим для раннього виявлення серцевої недостатності та підтримки безпечніших стратегій лікування.

Мета. Оцінити зміни ФВЛШ після шести циклів терапії антрациклінами та визначити прогностичні фактори серцевої дисфункції, пов'язаної з лікуванням онкологічних захворювань.

Матеріали та методи. Це спостережне дослідження до та після лікування включало 74 пацієнтів, які отримували антрацикліни в лікарні доктора Вахідіна Судірохусодо, Макассар, з 2024 по 2025 рік. ФВЛШ вимірювалася за допомогою ехокардіографії до початку лікування та після його завершення. Кардіотоксичність визначали як зниження ФВЛШ на $\geq 10\%$ до $\leq 50\%$. Статистичні інструменти включали критерій знакових рангів Вілкоксона, χ^2 -критерій, аналіз ROC-кривих та логістичну регресію.

Результати. Було виявлено значне зниження середнього значення ФВЛШ з 63,08% до 56,76% ($p = 0,001$). У 20,3% пацієнтів спостерігалася кумулятивна кардіотоксичність. Фактори ризику, незалежно пов'язані з кардіотоксичністю, включали вік ≥ 51 рік (відношення шансів (ВШ) 2,80; $p = 0,016$) та кумулятивну дозу антрацикліну $\geq 457,5$ мг/м² (ВШ 3,25; $p = 0,004$). За наявності обох факторів ризик збільшувався майже в шість разів (ВШ 5,75; $p = 0,001$).

Висновки. Кумулятивна кардіотоксичність спостерігалася у п'ятій частини пацієнтів після терапії антрациклінової терапії, причому вік та доза були значними факторами, що сприяли розвитку цього явища.

Ці дані підтверджують необхідність інтеграції ехокардіографічного спостереження в онкологічну допомогу для забезпечення раннього виявлення та лікування ускладнень з боку серцево-судинної системи.

Ключові слова: антрациклін, кардіотоксичність, серцева дисфункція, пов'язана з терапією раку, ехокардіографічний нагляд, кумулятивна доза, фракція викиду.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 20.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 16.05.2025

Прийнято до друку / Accepted: 04.06.2025

Таран Р.М.², лікар-анестезіолог вищої категорії, <https://orcid.org/0009-0008-4291-0906>

Осауленко В.В.^{1,2}, канд. мед. наук, доцент кафедри госпітальної хірургії І медичного факультету, завідувач відділення кардіохірургії, <https://orcid.org/0009-0006-0373-1046>

Чмуть К.О.^{1,2}, доктор філософії, асистент кафедри госпітальної хірургії І медичного факультету, лікар-хірург серцево-судинний для надання цілодобової екстреної медичної допомоги відділення кардіохірургії, <https://orcid.org/0000-0003-3387-6394>

Воротинцев С.І.^{1,2}, д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри анестезіології та інтенсивної терапії І медичного факультету, лікар-анестезіолог, <https://orcid.org/0000-0002-9159-6617>

¹Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя, Україна

²КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, м. Запоріжжя, Україна

Клінічна ефективність двостороннього подовженого ESP – block у пацієнтів кардіохірургічного профілю із серединною стернотомією в умовах штучного кровообігу

Резюме

Актуальність. Опіоїди є базисом у лікуванні болю.

Мета. Оцінити клінічну ефективність двосторонньої подовженої блокади площини м'язів випрямляча спини (ESPB) як компонента мультимодальної анальгезії при кардіохірургічних операціях із серединною стернотомією в умовах штучного кровообігу.

Матеріали та методи. У дослідження включено 123 пацієнти, які перенесли кардіохірургічне втручання на серці з серединною стернотомією зі штучним кровообігом. Середній вік пацієнтів – $60 \pm 1,5$ року. Пацієнтів розподілено: група 1 ($n=57$) – контрольна, у якій для періопераційної анальгезії використовували наркотичні анальгетики; група 2 – дослідна ($n=66$), у якій застосовували ESP-блок та фентаніл (за необхідності).

Точки дослідження: первинна – загальна доза наркотичних анальгетиків; вторинні – інтраопераційне споживання фентанілу, стабільність гемодинаміки, показники кислотно-лужного стану, час до екстубації трахеї, інтенсивність післяопераційного болю за візуально-числовою шкалою оцінки (ВЧШО), активізація пацієнтів, тривалість перебування у відділенні інтенсивної терапії.

Для статистичної обробки даних використовували пакети Statistica та Microsoft Excel 2013.

Результати. Інтраопераційна потреба у фентанілі була нижчою в групі 2, ніж у групі 1 ($3 \pm 0,05$ мкг/кг проти $15 \pm 0,05$ мкг/кг). Гемодинамічні показники в групі 2 протягом операції залишалися більш контрольованими та стабільними. Рівень лактату підвищувався в обох групах на кінець операції, але в групі 2 він був у 1,6 раза нижчим, ніж у групі 1 ($2,3 \pm 1,3$ ммоль/л проти $3,63 \pm 1,83$ ммоль/л). Інтенсивність болю за візуально-числовою шкалою оцінки в групі 2 була в середньому втричі нижчою, ніж у групі 1 упродовж 48 годин після операції. Наркотичні анальгетики призначали лише 4 (6,06 %) пацієнтам у групі 2, тоді як у групі 1 потреба була у 49 (80,6 %) пацієнтів.

Висновки. Двосторонній подовжений ESP-блок у пацієнтів кардіохірургічного профілю призводить до зменшення періопераційного споживання фентанілу та інтенсивності післяопераційного болю, що сприяє ранній екстубації трахеї та скорочує час перебування хворих у ВІТ.

Ключові слова: комбінована анестезія, блокада площини м'язів випрямляча спини, повна повздожжня стернотомія, післяопераційний біль, опіоїди.

Вступ. Операції на серці супроводжуються післяопераційним болем, який є сильним і викликає значний дискомфорт у пацієнтів, гальмує одужання

та призводить до більш тривалого перебування в лікарні [1]. Післяопераційний біль є одним із найпоширеніших ускладнень після хірургічного втручання: понад 47 % хірургічних пацієнтів у всьому світі відчують післяопераційний дискомфорт [2]. За даними Американського товариства болю, близько 80 % прооперованих пацієнтів відчують гострий

післяопераційний біль [3]. Багатофакторний біль може бути зумовлений різними причинами, такими як пошкодження тканин, стернотомія, наявність післяопераційних дренажів, переломи ребер та обширна ретракція грудної клітки. Внутрішньовенне введення опіоїдних анальгетиків є основою лікування періопераційного болю у пацієнтів, яким проводять кардіохірургічне втручання через серединну стернотомію [4]. Ускладнення (нудота, блювання, порушення функції кишечника), що виникають унаслідок використання опіоїдів, можуть спричинити значно серйозніші побічні ефекти, зокрема післяопераційне пригнічення дихання, гемодинамічні розлади та навіть смерть пацієнта [5]. Комбіноване застосування мультимодальної анальгезії з низькодозовою загальною анестезією на основі опіоїдів та методів провідникової анестезії може зменшити відповідь на хірургічний стрес і забезпечити можливість ранньої екстубації [6]. Подовжена регіонарна анестезія знижує інтенсивність інтра- та післяопераційного болю після операцій на відкритому серці [7]. Нейроаксіальну регіонарну анестезію, зокрема високу грудну епідуральну анестезію, застосовували раніше, однак її використання обмежене та не набуло широкого поширення через потенційний ризик епідуральної гематоми у пацієнтів із повною гепаринізацією [8]. Доступність ультразвуку спричинила еволюцію технік регіонарної анальгезії та блоkad периферичних нервів [9]. Рекомендується застосування міжфасціальних блоkad периферичних нервів за умови, що вони забезпечують задовільну післяопераційну анальгезію [10,11]. Післяопераційний біль після стернотомії можна полегшити шляхом блокування аферентних імпульсів

від нервів, які іннервують грудину [12]. Згідно з даними сучасної наукової літератури, ESPB – блокада площини м'язів випрямляча спини – є ефективним і відносно простим методом регіонарної анестезії, який використовується як інтраопераційно, так і з метою лікування післяопераційного болю в кардіохірургії [5].

Однак ця методика не включена до чинних протоколів і стандартів кардіоанестезіології, тому потребує подальшого вивчення й дослідження.

Мета. Оцінити періопераційну клінічну ефективність двобічного подовженого ESP-блоку як компонента мультимодальної анальгезії у пацієнтів, прооперованих на відкритому серці через серединну стернотомію в умовах штучного кровообігу.

Матеріали та методи. Це одноцентрове, ретроспективно-проспективне, обсерваційне контрольоване дослідження проводилося в КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, м. Запоріжжя, Україна. До остаточного аналізу було включено 123 пацієнти віком від 35 до 80 років, яким виконували кардіохірургічне втручання на відкритому серці з використанням серединної стернотомії в умовах штучного кровообігу.

Відповідно до локального протоколу анестезіологічного ведення кардіохірургічних пацієнтів ЗОКЛ (таблиця 1) та в залежності від методу анестезії пацієнти були розподілені на 2 групи: Група 1 (n = 57; 46 %) – контрольна, де для періопераційної анальгезії використовували наркотичні анальгетики (інтраопераційно – фентаніл, після операції – морфін, омнопон або фентаніл); Група 2 (n = 66; 54 %), для періопераційної анальгезії використовували ESP-блок та фентаніл (за необхідністю).

Таблиця 1

Локальний протокол анестезіологічного ведення кардіохірургічних пацієнтів

Етапи контролю	Протокол ведення
Моніторинг	ЕКГ, Sat, IBP, CVP, ABGs, BIS, NMT (TOF), MAC, T°C
Премедикація	Мідазолам 0,15 мг/кг в/в, фентаніл 0,05 мг в/в, парацетамол 1000 мг в/в
Індукція	Пропофол 1,5-2 мг/кг в/в Релаксація – атракуріум 0,4-0,6 мг/кг в/в
Підтримка	Севофлюран – 1,4-1,6 об %, FGF – 0,4-0,5 л/хв, FiO ₂ – 70% (цільовий MAC 0,7 – 0,8) Релаксація – атракуріум 0,2-0,4 мг/кг/год в/в безперервно (цільовий TOF count – 0-3 відкликів) Пропофол – 5-8 мг/кг/год (під час застосування ШК)
Інтраопераційна анальгезія	Група 1: Фентаніл 15-20 мкг/кг в/в (на весь час операції), лідокаїн 1 мг/кг/год в/в, кеторалак 30 мг в/в Група 2: Фентаніл 2-3 мкг/кг, в/в (за необхідністю), лідокаїн 1 мг/кг/год в/в, кеторалак 30 мг в/в + ESP-блок Th3-Th4 з катетеризацією з обох сторін
Післяопераційна анальгезія	Група 1: наркотичні анальгетики (морфін, омнопон, фентаніл) в перерахунку на морфін гідрохлорид 0,4-0,5 мкг/кг/хв в/в безперервно; декскетпрофен 1-2 мг/кг/добу в/в, парацетамол 1000 мг в/в 2 рази на добу Група 2: Ропівакаїну гідрохлорид 0,2-0,5% по 10-15 мл в кожний порт ESPB кожні 6 годин; декскетпрофен 1-2 мг/кг/добу в/в, парацетамол 1000 мг в/в 2 рази на добу

Примітки: ЕКГ – електрокардіограма; Sat – сатурація, показник насичення крові киснем; IBP – інвазивний артеріальний тиск; CVP – інвазивний центральний венозний тиск; ABGs – показники газоаналізатора; BIS – біспектральний індекс головного мозку; NMT (TOF) – моніторинг нейро-м'язової провідності; MAC – мінімальна альвеолярна концентрація інгаляційного анестетика; T°C – температура тіла пацієнта.

Техніка виконання ESP-блоку

Ми проводили ESP-блок із катетеризацією площини м'язів-випрямлячів спини на рівні Th3–Th4 у день хірургічного втручання, в асептичних умовах, у стані медикаментозного сну після переведення пацієнта на ШВЛ, у положенні лежачи на боці. За допомогою лінійного датчика 12LRS® (ультразвуковий апарат General Electric® Medical Systems, China) визначали анатомічні структури задньої поверхні грудної клітки, знаходили поперечний відросток Th3–Th4 хребця та контролювали просування кінчика голки доти, доки вона не досягала площини м'яза-випрямляча спини (рисунок 1). Після підтвердження правильного положення кінчика голки гідродисекцією 2–3 мл 5 % глюкози, катетер заводили за другий сусідній поперечний відросток хребця в каудальному напрямку з наступною обов'язковою візуалізацією розташування катетера.

Заведені катетери фіксували до шкіри 1–2 швами та накривали стерильним лейкопластиром. Перше введення місцевого анестетика (0,75 % розчин ропівакаїну – 15 мл) в обидва порти виконували за 15–20 хвилин до шкірного розрізу, наступне болюсне введення 0,5 % ропівакаїну 15 мл в обидва порти – через 6 годин від часу первинної дози введення. У відділенні інтенсивної терапії продовжували введення 0,2 % ропівакаїну 15 мл в обидва порти кожні 6 годин. Видаляли ESP-катетери на 3-ю добу після операційного періоду.

Нами зібрані та проаналізовані наступні показники пацієнтів: демографічні дані, діагноз, тип та тривалість оперативного втручання, інтраопераційні дози наркотичних анальгетиків, потреба в післяопераційному призначенні опіоїдів та нестероїдних протизапальних засобів (НПЗЗ), гемодинамічні інтраопераційні показники як критерії оцінки реакції на хірургічний стрес (АТ, ЧСС, показники газів крові та кислотно-лужного стану, рівень лактату та глікемії), час екстубації, інтенсивність післяопераційного болю за ВЧШО, активізація та мобільність пацієнтів після операції (сідання в ліжку, можливість виконання вдиху «на повні груди» та відкашлювання без болю), тривалість перебування у ВІТ (відділення інтенсивної терапії) та стаціонарі.

У післяопераційному періоді інтенсивність болю оцінювали відразу після екстубації, через 4 та 12 години після закінчення операції. Поєднана візуально-

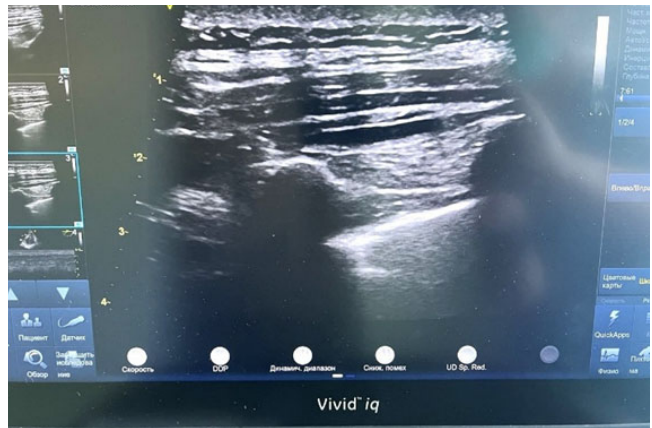


Рисунок 1. Поперековий відросток хребця та візуалізація кінчика голки та катетера в площині м'яза випрямляча спини (власні дані)

числова шкала оцінки (ВЧШО) болю є однією з різновидів запропонованих шкал МОЗ України [13] та прийнята для використання (рисунок 2).

Статистична обробка отриманих даних виконувалася за допомогою комп'ютерних програм пакета Statistica (Stat Soft Statistica v.13.0) та Microsoft Excel 2013 (ліцензія 00331-10000-00001-AA4040) із використанням параметричних та непараметричних критеріїв. Показники з розподілом, відмінним від нормального, визначалися за критерієм згоди Колмогорова–Смирнова. Для оцінки достовірності різниці абсолютних значень середніх величин використовувався непараметричний метод статистичного аналізу – критерій Манна–Уїтні (U). Дані в тексті й таблицях представлені у вигляді $M \pm m$ (середнє арифметичне $\pm$ стандартне відхилення) у випадку нормального розподілу досліджуваної ознаки. Статистично значущими в нашому дослідженні вважалися результати, якщо рівень $p < 0,05$.

Результати. Характеристика досліджуваних пацієнтів представлена в таблиці 2.

Як видно з таблиці 2, групи були співставні за віком, статтю, антропометричними даними, характером та середньою тривалістю оперативного втручання.

Показники гемодинаміки відстежували на наступних етапах: 1 – початок операції; 2 – стернотомія; 3 – початок ШК; 4 – вихід із ШК; 5 – кінець операції; 6 – екстубація. BIS під час операції оцінювали постій-

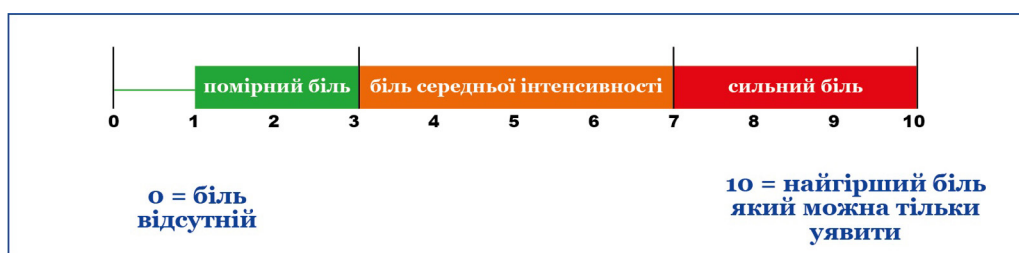


Рисунок 2. Візуально-числова шкала оцінки болю

Таблиця 2

Загальна характеристика пацієнтів, характер та тривалість оперативного втручання ($n = 123$)

Параметри	Група 1 ($n = 57$)	Група 2 ($n = 66$)	p
Жінки, n (%)	22 (38%)	21 (32%)	NS
Чоловіки, n (%)	35 (62%)	45 (68%)	NS
Вік, (років)	60,74 ± 11,61	60,85 ± 11,56	NS
ІМТ, (кг/м ²)	28,1 ± 2,4	28,4 ± 2,5	NS
Зріст, (см)	167,3 ± 7,4	168,1 ± 6,7	NS
АКШ+ПАК/ПМК/клапанна пластика	22 (38,6%)	24 (36,4%)	NS
АКШ	12 (21,05%)	18 (27,2%)	NS
ПАК	12 (21,05%)	13 (19,7%)	NS
Пластика або ПМК	11 (19,3%)	11 (16,7%)	NS
Тривалість операції, (хвилин)	330,96 ± 86,38	331,16 ± 75,54	NS

Примітки: (p – розрахунок за U-критеріями Манна-Уїтні; NS – відсутня статистична різниця, ІМТ – індекс маси тіла, АКШ – аортокоронарне шунтування, ПАК – протезування аортального клапана, ПМК – протезування мітрального клапана).

но, але фіксували на 1-му та 5-му етапах. Динаміка вищезазначених показників представлена в таблиці 3.

Як видно з таблиці 3, коливання АТ та ЧСС в групах дослідження були в межах допустимих значень. Проте в групі 1 середні значення АТ та ЧСС достовірно були вищими, ніж у групі 2 на всіх етапах операції ($p < 0,01$), за виключенням початку ШК. Рівень BIS достовірно не відрізнявся між групами дослідження. Загальна інтраопераційна доза наркотичних анальгетиків у групі ESP-блоку була в 5 разів меншою, ніж у групі контролю ($p < 0,01$).

Інтраопераційні показники КЛС, газів крові та деяких ланок метаболізму визначали на початку та по закінченню операції. Дані представлені в таблиці 4.

Як видно з таблиці 4, показники газового складу крові та глікемії на початку та наприкінці операції достовірно не відрізнялися між групами дослідження. Рівень лактату на 5 етапі мав тенденцію до підвищення в обох групах, але був у 1,6 раз меншим у групі 2, ніж у групі 1 ($p < 0,01$), незважаючи на те, що як вихідний, так і кінцевий рівень Hb у групі 2 був нижчим, ніж у групі 1 ($p < 0,01$).

Характеристики основних вторинних крапок дослідження представлені в таблиці 5 та на рисунку 6.

Проаналізувавши отримані результати, ми виявили достовірне статистичне зниження часу перебування прооперованих пацієнтів на ШВЛ (часу екстубації), який був у середньому на 320,05 хвилин коротшим у групі ESP-блоку, ніж у групі контролю

Таблиця 3

Показники гемодинаміки, BIS-моніторингу та доза фентанілу інтраопераційно

Показники/етап операції		Група 1 (n = 57)	Група 2 (n = 66)	p
АТ, (мм рт. ст.)	1	131/78 ± 8,4/7,0	113/66 ± 12,5/9,45	p<0,01
	2	135/79 ± 8,4/12,6	113/67 ± 10,97/7,64	p<0,01
	3	87/56 ± 1,97/4,58	86/56 ± 4,94/4,38	NS
	4	95/65 ± 4,72/4,92	99/58 ± 6,98/3,97	p<0,05
	5	131/79 ± 12,89/10,07	115/67 ± 6,62/5,35	p<0,01
	6	134/80 ± 10,32/12,5	117/68 ± 7,86/5,56	p<0,01
ЧСС, (уд/хв)	1	80 ± 7,98	67,98 ± 9,34	p<0,01
	2	89 ± 9,46	68 ± 7,98	p<0,01
	3	72 ± 9,47	70 ± 12,54	NS
	4	87 ± 16,65	71 ± 8,09	p<0,01
	5	101 ± 9,9	71 ± 8,09	p<0,01
	6	88 ± 13,11	73 ± 8,52	p<0,01
BIS, (%)	1	46 ± 4,34	45 ± 4,66	NS
	5	44 ± 4,22	43 ± 3,66	NS
Фентаніл, (мкг/кг)	1-5	15 ± 0,05	3 ± 0,05	p<0,01

Примітка: p – розрахунок за U-критеріями Манна-Уїтні, NS – відсутня статистична різниця.

Таблиця 4

КЛС, АВGs, глікемія та рівень лактату досліджуваних пацієнтів

Показники/етап операції		Група 1 (n = 57)	Група 2 (n = 66)	p
рН, (відн. од.)	1	7,38 ± 0,04	7,37 ± 0,03	NS
	5	7,38 ± 0,05	7,31 ± 0,54	NS
РаСО ₂ , (мм рт. ст.)	1	42,7 ± 6,85	41,18 ± 3,93	NS
	5	42,8 ± 6,56	40,5 ± 4,18	NS
РаО ₂ , (мм рт. ст.)	1	205,7 ± 70,06	197,36 ± 73,14	NS
	5	158,4 ± 45,07	124,2 ± 51,47	NS
Глікемія, (ммоль/л)	1	6,43 ± 1,61	6,32 ± 1,26	NS
	5	6,43 ± 1,61	6,32 ± 1,26	NS
Лактат, (ммоль/л)	1	1,13 ± 0,43	1,09 ± 0,4	NS
	5	3,63 ± 1,83	2,3 ± 1,3	p<0,01
Hb, (г/л)	1	133,03 ± 12,69	142 ± 21,04	p<0,01
	5	106,5 ± 12,06	116 ± 15,7	p<0,01

Примітка: р – розрахунок за U-критеріями Манна-Уїтні; рН – крові – співвідношення кислот та лугів в крові; РаСО₂ – парціальний тиск вуглекислого газу в артеріальній крові; РаО₂ – парціальний тиск кисню в артеріальній крові; Hb – гемоглобін.

Таблиця 5

Характеристика клінічних показників післяопераційного періоду

Показники	Група 1 (n = 57)	Група 2 (n = 66)	p
Час екстубації трахеї, (хв.)	339 ± 112,74	18,95 ± 5,73	p<0,01
Час активізації та мобільності пацієнтів, (год.)	24 ± 6,5	5 ± 1,7	p<0,01
Опіоїди, n (%)	49 (80,6 %)	4 (6,06 %)	p<0,01
Час у ВІТ, (год.)	119,2 ± 37,43	65,2 ± 42,56	p<0,01

Примітка: р – розрахунок за U-критеріями Манна-Уїтні.

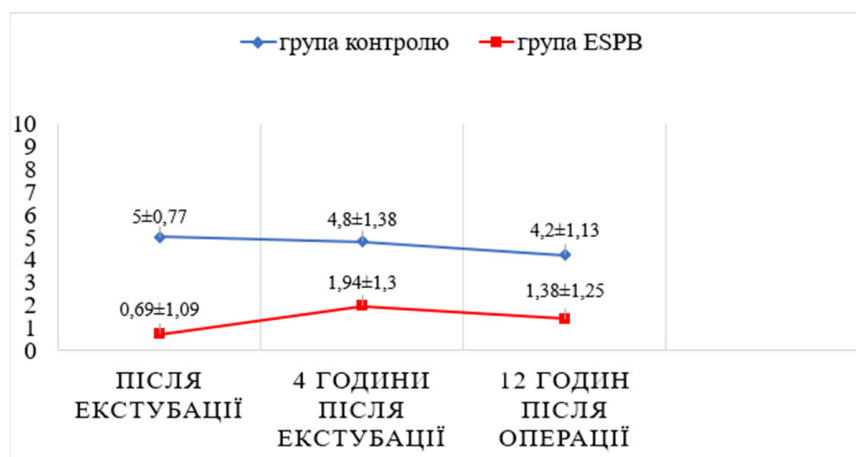


Рисунок 6. Оцінка післяопераційного болю в групах дослідження

($p < 0,01$). 80,6 % пацієнтів із групи 1 потребували призначення наркотичних анальгетиків у післяопераційному періоді, що значно перевищувало цей показник у групі 2 – 6,06 % ($p < 0,01$). Активізуватися та повноцінно рухатися пацієнти із групи 2 могли в середньому на 19 годин раніше, ніж пацієнти із групи 1 ($p < 0,01$), що безумовно сприяло скороченню в

середньому на 55 годин часу перебування у ВІТ пацієнтів з ESP-блоком у порівнянні з пацієнтами без ESP-блоку ($p < 0,01$).

Порівняно з рівнем післяопераційного болю в групі 1, інтенсивність больових відчуттів у групі 2 була значно нижчою: після екстубації – у середньому в 7,24 рази ($p < 0,01$); через 4 години – у середньому в

2,47 рази ($p < 0,01$); через 12 годин після хірургічного втручання – у середньому в 3,04 рази ($p < 0,01$).

Обговорення. Основною метою цього контрольованого дослідження було визначення загальної дози наркотичних анальгетиків, які призначалися протягом перших 48 годин після операції, та факторів, які могли на це вплинути. Суттєвих відмінностей та статистичної різниці щодо віку, статі, антропометричних даних, характеру операції та середньої тривалості у пацієнтів обох груп не виявлено. Різниці в коливаннях показників BIS-моніторингу також не було. Таким чином, вищезазначені фактори не могли вплинути на середню інтраопераційну дозу наркотичних анальгетиків. Підвищення рівня лактату спостерігали в обох групах досліджуваних пацієнтів, що є прогнозованим результатом у хворих, які перенесли операцію на відкритому серці в умовах ШК. Однак у групі 1 він виходив за межі нормальних значень та в середньому дорівнював $3,63 \pm 1,83$ ммоль/л, що в порівнянні з групою 2 (де рівень знаходився в межах референтних значень) було на 1,33 ммоль/л ($p < 0,01$). Це свідчить про покращення метаболічного стану у пацієнтів із ESP-блоком.

У групі пацієнтів, яким виконували ESP-блок із катетеризацією площини м'язів випрямляча спини на рівні Th3-Th4, відмітили, що четверо пацієнтів (6,06 %) мали значення за візуально-числовою шкалою оцінки болю на наступну добу після операції вище за 4 (середнє значення $5 \pm 1,41$) та відчували біль середньої інтенсивності (помаранчева зона). Отриманий відсоток пацієнтів із болісними та дискомфортними відчуттями, які не могли виконати вдих «на повні груди» та відкашлятися, ми віднесли до незадовільних результатів і пов'язали з можливими ускладненнями: складністю заведення катетерів під час ESP-блоку у пацієнтів із вагою понад 110 кг, відсутністю 100% впевненості у правильному розташуванні катетерів для подовженого знеболення, дислокацією катетерів при активізації та мобільності прооперованих пацієнтів, а також зниженим порогом індивідуальної больової чутливості. Втім, зазначені ускладнення не є суттєвими і не належать до помітно значущих.

Інших зафіксованих ускладнень (інфекційних, алергічних, гемодинамічних, гематом у місці встановлення катетерів, пневмотораксу, дискомфорту у пацієнтів) за період користування катетерами не спостерігали.

Аналізуючи системний огляд та дані метааналізу рандомізованих контрольованих досліджень, ми виявили, що автори остаточно не прийшли до впевненого висновку щодо ефективності та впливу ESPB при кардіохірургічних втручаннях за допомогою серединної стернотомії [14,15]. Автори посилаються на недостатність великих рандомізованих контрольованих досліджень та необхідність їх подальшого проведення. Інші автори вказують, що ESPB зменшує післяопераційне споживання опіоїдів та час штучної вентиляції легень, але суттєво не знижує інтраопера-

ційне споживання опіоїдів та показники болю після екстубації, посиляючись на метааналіз рандомізованих контрольованих досліджень, які включали техніку «одного уколу» для ESPB замість катетеризації простору та подовженої анальгезії [16]. Тому виявилось цікавим вивчити подовжену блокаду ESP у кардіохірургії як компонент мультимодального знеболення.

Результати нашого поточного дослідження продемонстрували, що застосування блокади простору м'язів випрямляча спини з катетеризацією на рівні Th3-Th4 з обох сторін у пацієнтів, яким проводили операцію на відкритому серці за допомогою серединної стернотомії в умовах штучного кровообігу, має статистичну та клінічну значущість. Вона пов'язана зі зниженою періопераційною потребою у фентанілі, зниженням інтенсивності болю за ВЧШО, стабільністю гемодинамічних показників під час оперативного втручання, покращенням метаболічного стану у вигляді зниження рівня лактату, ранньою екстубацією пацієнтів, скорішою активізацією та мобільністю і зменшенням тривалості перебування у відділенні інтенсивної терапії. Ці дані дозволяють з упевненістю стверджувати, що ESP-блок є перспективним періопераційним методом анальгезії в кардіохірургії, який вже починають використовувати деякі дослідники [14]. За нашими даними, двостороння блокада площини м'язів випрямляча спини з катетеризацією на рівні Th3-Th4 та подовженою анальгезією зменшує потребу в опіоїдах у пацієнтів після кардіохірургічної операції на відкритому серці через серединну стернотомію в умовах штучного кровообігу.

Висновки

1. ESPB забезпечує статистично та клінічно значиме знеболення у прооперованих пацієнтів, достовірно знижуючи інтенсивність післяопераційного болю та необхідність призначення наркотичних анальгетиків в періопераційному періоді.
2. Дана методика забезпечує стабільність показників гемодинаміки, газів крові, КЛС, метаболізму періопераційно у пацієнтів прооперованих на відкритому серці, що ймовірно сприяє зменшенню часу їхнього перебування на ШВЛ, у ВІТ та стаціонарі.
3. ESPB є відносно простим методом регіонарної анестезії, який безпечно можна використовувати інтраопераційно у пацієнтів кардіохірургічного профілю.

Подяки. Автори висловлюють подяку за злагожену роботу, професіоналізм, оперативні комунікації та зацікавленість у взаємодіях співробітникам відділень кардіохірургії, анестезіології та відділення екстреної невідкладної медичної допомоги №4 КНП «ЗОКЛ» ЗОР м. Запоріжжя, Україна. Окрема подяка лікарю-анестезіологу Бухтію Сергію Миколайовичу.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаних джерел

References

1. Zubrzycki M, Liebold A, Skrabal C, Reinelt H, Ziegler M, Perdas E, Zubrzycka M. Assessment and pathophysiology of pain in cardiac surgery. *J Pain Res.* 2018 Aug 24;11:1599-1611. <https://doi.org/10.2147/JPR.S162067>
2. Gao L, Mu H, Lin Y, Wen Q, Gao P. Review of the Current Situation of Postoperative Pain and Causes of Inadequate Pain Management in Africa. *J Pain Res.* 2023;16:1767-1778 <https://doi.org/10.2147/JPR.S405574>
3. Apfelbaum JL, Chen C, Mehta SS, et al. Postoperative pain experience: results from a national survey suggest postoperative pain continues to be undermanaged. *Anesth. Analg.* 2003;97(2):534-540. Available from: www.umj.com.ua/uk/publikatsia-247810-menedzhment-pislyaoperatsijnogo-bolyu-rol-i-mistse-kombinatiyi-metamizolu-ta-spazmolitikiv
4. Fernandes RM, Pontes JPJ, Rezende Borges CE, de Brito Neto DR, Pereira Adj, Carvalho VP, Gomes LG, Prado Silva FCd. Multimodal Analgesia Strategies for Cardiac Surgery: A Literature Review. *Hearts.* 2024; 5(3):349-364. <https://doi.org/10.3390/hearts5030025>
5. Барца ММ. Erector spine plane block як універсальний, безпечний та ефективний компонент мультимодальної анестезії. *Zaporozhye Medical Journal [інтернет].* 26, Січень 2022 [цит. за 13, Травень 2025];24(1):115-22. Available from: <https://zmj.zsmu.edu.ua/article/view/231687>
6. Pain management for multiple rib fractures: a narrative review. *prmd [Internet].* 2024 Jan. 3 [cited 2025 May 13];6(2):40-51. Available from: <https://perioperative.org.ua/index.php/prtmdc/article/view/119>
7. Weinstein EJ, Levene JL, Cohen MS, Andreae DA, Chao JY, Johnson M, Hall CB, Andreae MH. Local anaesthetics and regional anaesthesia versus conventional analgesia for preventing persistent postoperative pain in adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018, Issue 4. Art. No.: CD007105. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007105.pub3>
8. Shimizu C, Wakimoto M, Kita T. Efficacy of epidural anesthesia in minimally invasive cardiac surgery. *Saudi J Anaesth.* 2024 Oct-Dec;18(4):528-533. https://doi.org/10.4103/sja.sja_334_24
9. Gürkan Y, Vlassakov K. Future of Regional Anaesthesia: "A Block for Everyone". *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2023 Apr;51(2):157-162. <https://doi.org/10.5152/TJAR.2023.22101>
10. Niyonkuru E, Iqbal MA, Zeng R, Zhang X, Ma P. Nerve Blocks for Post-Surgical Pain Management: A Narrative Review of Current Research. *J Pain Res.* 2024 Oct 2;17:3217-3239. <https://doi.org/10.2147/JPR.S476563>
11. Sangkum L, Tangjitbampenbun A, Chalacheewa T, Brennan K, Liu H. Peripheral Nerve Blocks for Cesarean Delivery Analgesia: A Narrative Review. *Medicina (Kaunas).* 2023 Nov 4;59(11):1951. DOI: 10.3390/medicina59111951
12. Larsson M, Sartipy U, Franco-Cereceda A, Öwall A, Jakobsson J. Parasternal After Cardiac Surgery (PACS): a prospective, randomised, double-blinded, placebo-controlled trial study protocol for evaluating a continuous bilateral parasternal block with lidocaine after open cardiac surgery through sternotomy. *Trials.* 2022 Jun 20;23(1):516. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06469-5>
13. Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrainy 28 chervnya 2022 roku № 1122. Available from: <https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukraini-vid-28062022--1122-pro-zatverdzhennja-metodichnih-rekomendacij-schodo-znebolennja-postrazhdalih-na-etapah-evakuacii>
14. King M, Stambulic T, Servito M, Mizubuti GB, Payne D, El-Diasty M. Erector spinae plane block as perioperative analgesia for midline sternotomy in cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Card Surg.* 2022 Dec;37(12):5220-5229. <https://doi.org/10.1111/jocs.17005>
15. Greene JJ, Chao S, Tsui BCH. Clinical Outcomes of Erector Spinae Plane Block for Midline Sternotomy in Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2024 Apr;38(4):964-973. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2023.12.014>
16. Patel, Nimesh, Fayed, Mohamed1, Maroun, Wissam, Milad, Hannah, Adlaka, Katie, Schultz, Lonnie, Aiyer, Rohit, Forrest, Patrick, Mitchell, John D. Effectiveness of Erector Spinae Plane Block as Perioperative Analgesia in Midline Sternotomies: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Annals of Cardiac Anaesthesia.* 2024 Jul-Sep;27(3):193-201. https://doi.org/10.4103/aca.aca_134_23

Clinical Effectiveness of Bilateral Extended ESP Block in Cardiac Surgery Patients with Median Sternotomy under Conditions of Artificial Blood Circulation

Serhii I. Vorotyntsev^{1,2}, Ruslan M. Taran¹, Vyacheslav V. Osaulenko^{1,2}, Karina O. Chmul^{1,2}

¹ Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia, Ukraine

² Zaporizhzhia Regional Clinical Hospital, Zaporizhzhia, Ukraine

Abstract

Relevance. Opioid analgesics are always used to provide adequate analgesia, but may carry risks of complications and formation of chronic pain syndrome.

Aim. To evaluate the clinical effectiveness of bilateral extended blockade of the plane of the extensor back muscles (ESPB) as a component of multimodal analgesia in cardiosurgical operations with median sternotomy under conditions of artificial blood circulation.

Materials and methods. A single-center retrospective-prospective observational study included 123 patients who underwent cardiac surgery on the heart with a median sternotomy with artificial blood circulation. The average

age of the patients was 60 ± 1.5 years; there were 80 (65%) men and 43 (35%) women. Patients were divided into two groups: group 1 ($n=57$, 46%) – control, where narcotic analgesics were used for perioperative analgesia; group 2 – research group ($n=66$, 54%), ESP-block and fentanyl (if necessary).

End points of the study: primary – total dose of narcotic analgesics in the first 48 hours after extubation; secondary – intraoperative consumption of fentanyl, stability of hemodynamic indicators during surgery, dynamics of indicators of acid-base status, glycaemia and blood lactate level, time to extubation of the trachea, intensity of postoperative pain according to the visual-numerical assessment scale (NRPS), the need to prescribe narcotic analgesics, activation and mobility of patients, length of stay in the intensive care unit.

The Statistica package (Stat Soft Statistica v.13.0) and Microsoft Excel 2013 (license 00331-10000-00001-AA4040) were used for statistical data processing.

Results. Total intraoperative fentanyl requirement was lower in group 2 than in group 1 (3 ± 0.05 $\mu\text{g/kg}$ vs. 15 ± 0.05 $\mu\text{g/kg}$, respectively, $p < 0.01$). Hemodynamic indicators in both groups at the stages of surgical intervention were within the limits of reference values. However, in group 2, blood pressure and heart rate remained more controlled and stable during the operation ($p < 0.01$). The lactate level increased in both groups at the end of the operation, but in group 2 it was 1.6 times lower than in group 1 and was within the reference values (2.3 ± 1.3 mmol/L vs. 3.63 ± 1.83 mmol/L, respectively, $p < 0.01$).

The pain intensity according to the numerical pain rating scale (NRPS) in group 2 was on average 3 times less than in group 1 during 48 hours after surgery ($p < 0.01$). Narcotic analgesics were prescribed to only 4 (6.06%) patients in group 2, while in group 1, the need to prescribe narcotics was in 49 (80.6%) patients ($p < 0.01$).

Conclusions. The use of a bilateral extended ESP block in patients with a cardiosurgical profile with median sternotomy under conditions of artificial blood circulation leads to a decrease in the perioperative consumption of fentanyl and the intensity of postoperative pain, which contributes to early extubation of the trachea and shortens the time the patients stay in the intensive care unit.

Keywords: *combined anesthesia, ESP-block, artificial blood circulation, complete longitudinal sternotomy.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 21.02.2025

Після доопрацювання / Revised: 10.04.2025

Прийнято до друку / Accepted: 24.05.2025

Зелінська А.А., студентка 3-го курсу ННІ психічного здоров'я, <https://orcid.org/0009-0002-0500-3262>

Савчук Т.В., канд. мед. наук, доцент кафедри патологічної анатомії, <https://orcid.org/0000-0002-7218-0253>

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

Спадкова дилатаційна кардіоміопатія. Власне спостереження

Резюме

Мета. Провести клініко-патологоанатомічний аналіз спостереження спадкової дилатаційної кардіоміопатії з ендокардіальним фіброеластозом.

Матеріали та методи. Випадок патологоанатомічного дослідження 7-місячної дитини. Застосовувалися макроскопічний, мікроскопічний, морфометричний та статистичний методи дослідження.

Клініко-патологоанатомічний випадок. Дівчинка від III вагітності, III фізіологічних пологів на 38-му тижні, масою 2990 г, з оцінкою за шкалою Апгар 8–9 балів. Народилася у батьків з обтяженим родинним анамнезом – дві попередні дитини (хлопчики) померли від вродженої вади серця – дилатаційної кардіоміопатії у віці 6 років та 3,5 місяця. УЗ-дослідження серця під час вагітності та у 1,5 місяця не виявило відхилень від норми. У 7 місяців дитина загинула від гострої серцевої недостатності на тлі вірусної інфекції, коли вперше й було встановлено діагноз кардіоміопатії. На розтині виявлено розширення порожнини лівого шлуночка з фіброеластозом ендокарда. При мікроскопічному дослідженні: субендокардіально – зрілі звивисті сполучнотканинні волокна та молоді сполучнотканинні елементи в інтерстиції глибоких шарів, що свідчило про прогресування захворювання та призводило до порушення функції міокарда, пов'язаної з атрофією кардіоміоцитів.

Висновки. Нами представлено спостереження спадкової ДКМП з поєднанням дилатації ЛШ та ендокардіального фіброеластозу, які взаємно підсилювали прогресування фіброзних змін у серці та слугували причиною раптової смерті на тлі гострої респіраторної вірусної інфекції. Проблемою ДКМП є визначення причини її розвитку – генетичні порушення або імунізапальні механізми. Даний випадок, з першими проявами хвороби у 6-місячному віці, підкреслює необхідність ранньої діагностики, генетичного скринінгу, особливо при обтяженому сімейному анамнезі.

Ключові слова: *фіброеластоз ендокарда, лівий шлуночок, кардіоміоцити, міокард, патологічна анатомія, генетичний скринінг.*

Вступ. Дилатаційна кардіоміопатія відноситься до групи гетерогенних захворювань міокарда, що характеризуються структурними та функціональними змінами за відсутності інших серцевих патологій [1,2]. Крім дилатаційної кардіоміопатії (ДКМП), виділяють гіпертрофічну, рестриктивну, правошлуночкову аритмогенну дисплазію та некомпактний міокард [1,2,3,4]. ДКМП притаманна прогресуюча дилатація порожнини серця (частіше лівого шлуночка (ЛШ)) з розвитком систолічної дисфункції, що є одним із провідних показань до трансплантації серця [1,2]. Етіологічний спектр ДКМП охоплює генетичні аномалії (переважно аутосомно-домінантні мутації в генах саркомерного апарату, ядерного каркасу, міжклітинних контактів і білкових іонних каналів) [4,5]; поствірусний міокардит із персистуючою

імунною активацією, а також низку рідкісних метаболічних і мітохондріальних порушень [6,7]. Гістологічні зміни при ДКМП включають виражене порушення архітекtonіки м'язових волокон: гіпертрофію кардіоміоцитів, міжклітинний фіброз, ділянки ішемічного пошкодження тканини, міоліз та фрагментацію м'язових волокон [8]. Одним із ключових, хоча й недостатньо досліджених, феноменів у контексті ДКМП є ендокардіальний фіброеластоз (ЕФЕ) – патологічне осередкове або дифузне потовщення ендокарда внаслідок надмірного формування колагеново-еластичних структур [20,22]. Гістогенетично ЕФЕ розглядають як наслідок дисфункціонального ендотеліо-мезенхімального переходу (EndMT) [10,11], спричиненого дизрегуляцією TGF β /BMP-сигналіngu на тлі гіпоксії, вірусного ураження чи турбулентного кровотоку [10,11,12,13,14]. Крім цього, описано низку спільних генетичних порушень, які не пов'язані безпосередньо з EndMT, але спричиняють одночасний розвиток ДКМП та ЕФЕ, що дозволяє припустити, що ці процеси можуть бути паралельними та взаємно посилювати один одного [15]. Клінічні

прояви поєднання ДКМП та ЕФЕ включають симптоми лівошлуночкової серцевої недостатності (часто після перенесеної респіраторної вірусної інфекції), аритмію, підвищений ризик тромбоемболічних ускладнень [8]. У даній роботі представлено випадок тяжкого перебігу ДКМП з вираженим ЕФЕ у 7-місячної дитини, що демонструє складність патофізіологічних взаємозв'язків між цими станами та їхній потенційний синергізм у прогресуванні кардіальної дисфункції.

Мета. Провести клініко-патологоанатомічний аналіз спостереження спадкової дилатаційної кардіоміопатії з ендокардіальним фіброеластозом у 7-місячної дитини.

Матеріали та методи. Випадок патологоанатомічного дослідження дитини 7-місячного віку. Матеріал було отримано у відділенні патологічної анатомії НДСЛ «ОХМАТДИТ» МОЗ України згідно з договором. Роботу проведено з дотриманням біоетичних норм, регламентованих Гельсінською декларацією прав людини (1964 рік), Конвенцією Ради Європи з прав людини і біомедицини (1997 рік), а також чинним законодавством України. Застосовувалися макроскопічний, мікроскопічний, морфометричний та статистичний методи дослідження. Зрізи фарбувалися гематоксиліном та еозином (ГЕ). Для детальної візуалізації гістологічного зрізу серця проводили комп'ютерне дослідження оцифрованих слайдів за допомогою цифрового сканера Pannoramic DESK DW II [16].

Клініко-патологоанатомічний випадок. Дитина Н., 7 місяців, жіночої статі, народилася у батьків з обтяженим родинним анамнезом – дві попередні дитини (хлопчики) померли від вродженої вади серця – дилатаційної кардіоміопатії у віці 6 років та 3,5 мі-

сяців. Анамнез життя: від III вагітності, III фізіологічних пологів на 38-му тижні, масою 2990 г, з оцінкою за шкалою Апгар 8–9 балів. При УЗ-дослідженні серця під час вагітності та у 1,5 місяці відхилень від норми не виявлено.

Перші прояви хвороби з'явилися у 6 місяців: в'ялість і слабкість, зменшення апетиту та сечовиділення. Рентгенографія органів грудної клітки виявила розширення середостіння за рахунок збільшення розмірів серця.

На ЕхоКГ: розширення лівого передсердя та ЛШ зі зниженою скоротливістю, недостатність мітрального клапана. МРТ серця з контрастуванням: ознаки набряку міокарда та дифузного фіброзу. Виявлено двобічну полісегментарну пневмонію.

На тлі важкого стабільного стану, обумовленого дихальною та серцевою недостатністю, сталося раптове погіршення – тахікардія (до 240/хв), втрата свідомості та зупинка серця.

Клінічний діагноз: ідіопатична дилатаційна кардіоміопатія в стадії декомпенсації, серцева недостатність III ступеня, гостре ураження печінки, двобічна полісегментарна пневмонія, респіраторна недостатність I та II типу.

Патоморфологічні макроскопічні зміни серця. Серце збільшене у розмірах, конусоподібної форми, розмір – 9×7×6 см (норма – 4×5×2,5 см), маса – 90 г (норма – 40±1,64 г), заповнює майже все переднє середостіння (рисунк 1А). Верхівка серця сформована правим та лівим шлуночками. Камери серця розширені, заповнені рідкою кров'ю. Овальний отвір (рисунк 1Г) та артеріальна протока – закриті.

Міокард блідо-рожевого кольору. Товщина стінки правого шлуночка (ПШ) – 3 мм (рисунк 1В) (нор-

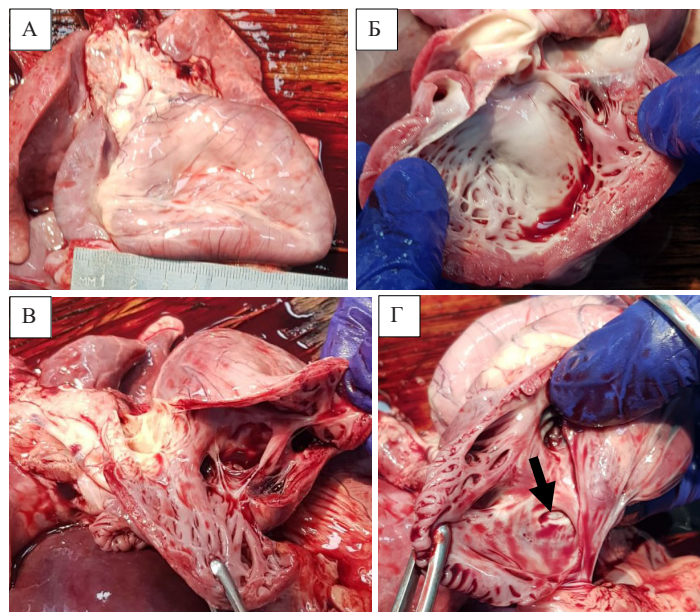


Рисунок 1. Макроскопічні зміни серця при дилатаційній кардіоміопатії

Примітки: А – вигляд спереду. Б – фіброеластоз ендокарду ЛШ (розрізана бічна стінка ЛШ). В – порожнина ПШ. Г – міжпередсердна перегородка, вигляд з боку ПП, fossa ovalis (стрілка).

ма – $2,5 \pm 0,08$ мм), ЛШ – 10 мм (норма – $7 \pm 0,05$ мм). Ендокард ЛШ потовщений до 1 мм, білуватого кольору. На передній стінці ЛШ спостерігалось збільшення трабекулярності (рисунок 1Б). Периметр легеневого стовбура на рівні півмісяцевих клапанів – 32 мм (норма – $29 \pm 4,32$ мм), периметр аорти – 29 мм (норма – $28 \pm 3,95$ мм).

Патоморфологічні мікроскопічні зміни серця. Співвідношення трабекулярного міокарда до компактного у ЛШ (ТМ/КМ) дорівнювало $0,61 \pm 0,13$. Структура міокарда порушена за рахунок змін у паренхімі та стромі орга-

на, проте просторову архітектуру – хід міокардіальних волокон – збережено на рівні норми. У трабекулярному міокарді волокна мали переважно поздовжній напрямок.

Усі трабекули ЛШ були вкриті шаром потовщеного фіброзованого ендокарда, який утворював зрощення між сусідніми трабекулами, формуючи численні порожнини (рисунок 2А, стрілка). Фіброз також виявлявся в глибині трабекул, між волокнами кардіоміоцитів, кількість яких різко зменшувалася аж до повного їх заміщення сполучною тканиною в субендокардіальних зонах (рисунок 2Б).

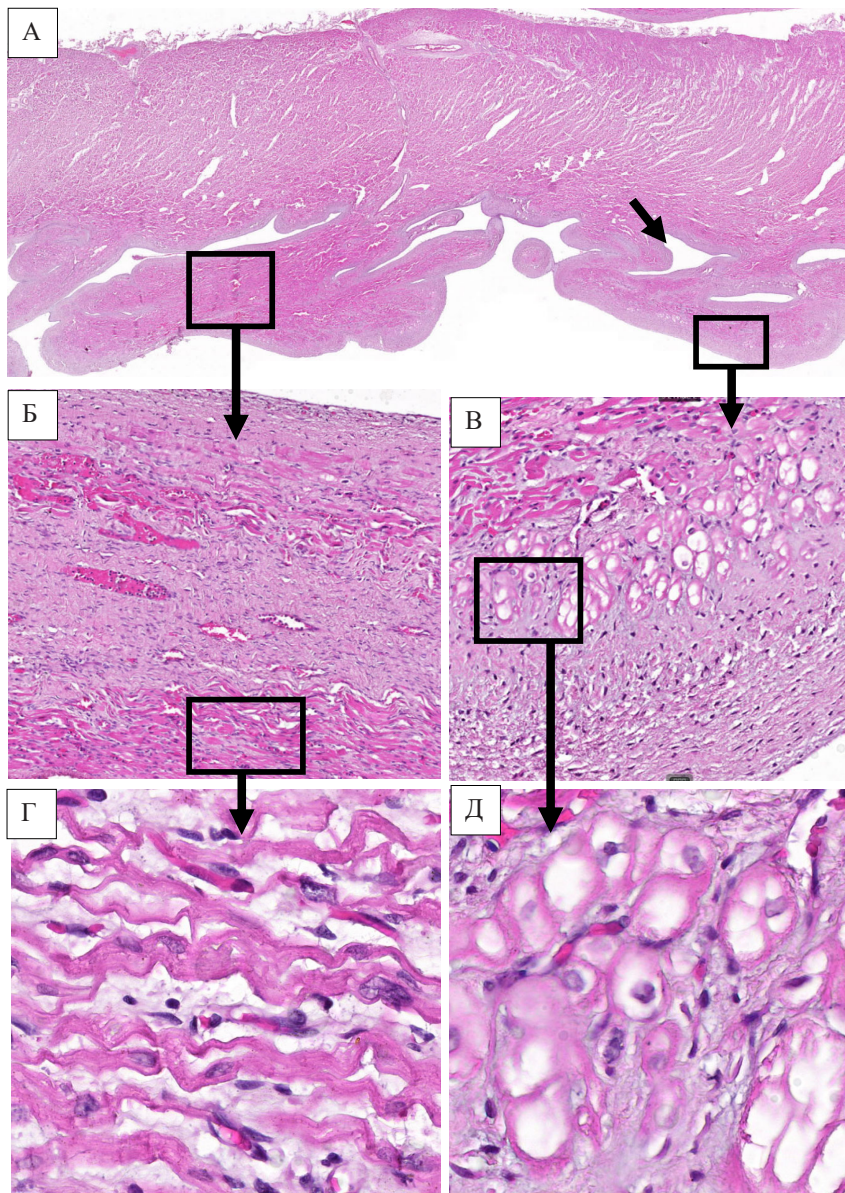


Рисунок 2. Мікроскопічні зміни серця при дилатаційній кардіоміопатії

Примітки: А – поздовжній зріз стінки ЛШ; трабекули, інкапсульовані шаром фіброзованого ендокарду (стрілка). Б – трабекулярний шар міокарда ЛШ, потовщений фіброзований ендокард, в центральній частині трабекули велика кількість тонкостінних судин серед вогнищ фіброзу, розширення судин, тромбоз. В – трабекулярний шар міокарда ЛШ (субендокардіальна зона): вигляд фіброзованого міокарду, атрофія м'язових волокон. Г – хвиляста форма збережених кардіоміоцитів глибоких зон. Д – гідропічно змінені кардіоміоцити субендокардіальної зони серед фіброзної тканини. А, $\times 10$; Б, $\times 100$; В, $\times 200$; Г, $\times 500$; Д, $\times 630$; ГЕ.

У кардіоміocyтах, прилеглих до фіброзованого ендокарда, виявлялися гідропічні зміни: клітини були збільшені в розмірах, мали кулясту форму внаслідок накопичення цитоплазматичної рідини. Цитоплазма таких клітин виглядала оптично порожньою, цитоплазматична мембрана, навпаки, була яскраво еозинотильною та потовщеною. Ядра ущільнені, зміщені на периферію (рисунок 2В, Д).

Волокна кардіоміocyтів у центральних ділянках трабекул мали «хвилясту» форму, що може свідчити про надмірне розтягнення (рисунок 2Г). Спостерігалася фрагментація м'язових волокон, міоліз. Між волокнами кардіоміocyтів виявлялися фіброblastи та молоді елементи сполучної тканини (рисунок 2Г).

В ядрах виявлялися передапоптичні зміни, ущільнення ядер – каріопікноз (рисунок 3.Е), як

прояв апоптозу. Між КМЦ спостерігалася пухка сполучна тканина з наявністю міофіброblastів та фіброblastів (рисунок 2.Г; 3.А), набряк. В інтерстиції виявлялися поодинокі лейкоцити (рисунок 3.Б, стрілки).

Стінки артеріол виглядали потовщеними за рахунок періартеріального фіброзу (рисунок 4А). Сполучна тканина була представлена волокнами звивистої форми з невеликою кількістю фіброblastів (рисунок 3В, Г; 4Б). У просвіті венул виявлялися гемолізовані еритроцити; лейкоцити були розташовані в периферичних відділах судини (рисунок 3В; 4Б). Спостерігався тромбоз судин мікроциркуляторного русла. Крім того, у компактному міокарді спостерігалися свіжі крововиливи діаметром до 3 мм, у центральних ділянках яких виявлялися зруйновані еритроцити, а

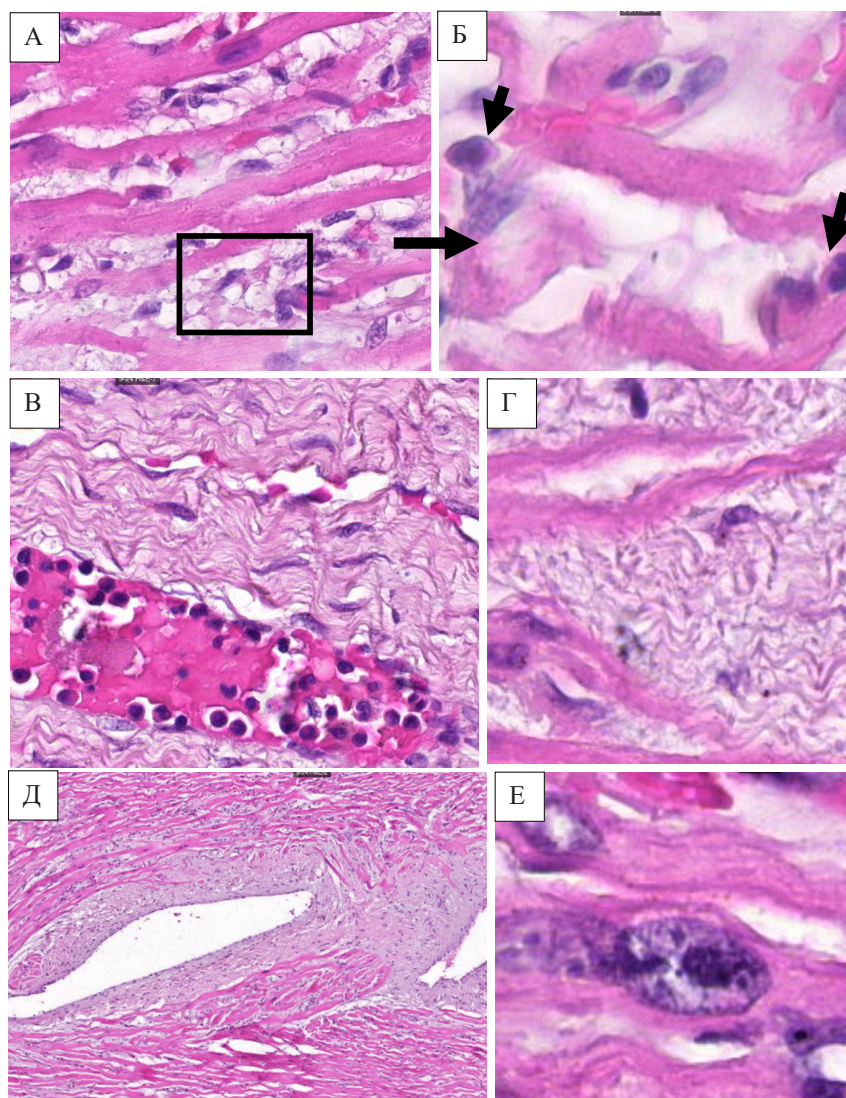


Рисунок 3. Мікроскопічні зміни серця при дилатативній кардіоміопатії

Примітки: А – поява молодих сполучнотканинних елементів між кардіоміocyтами з великою кількістю фіброblastів. Б – в інтерстиції поодинокі лейкоцити. В – венула серед фіброзної тканини. В просвіті судини крайове стояння лейкоцитів. Г – атрофовані кардіоміocyти серед звивистих сполучнотканинних зрілих волокон. Д – фіброеластоз, що інкапсулює трабукули. Е – ядро кардіоміocyта: апоптоз. А ×630, Б ×1900, В ×800, Г ×1500; Д ×100; Е ×2100; ГЕ.

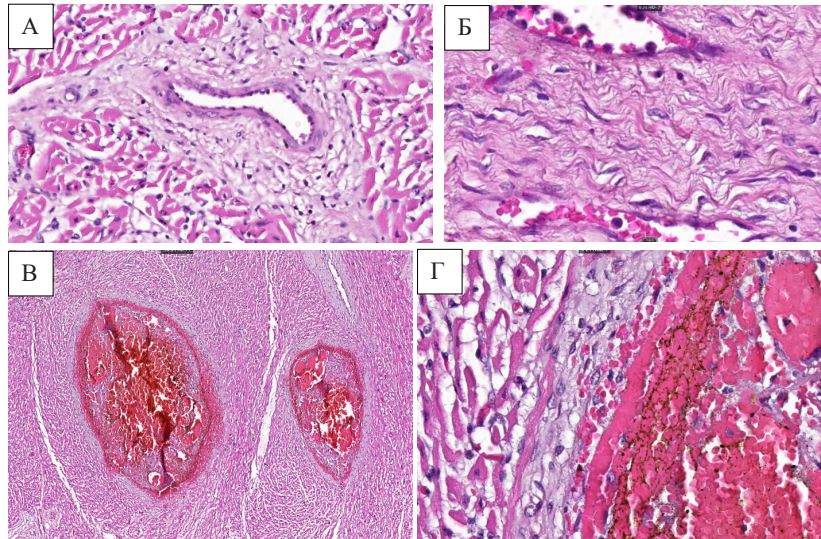


Рисунок 4. Мікроскопічні зміни серця при дилатаційній кардіоміопатії

Примітки: А – потовщення стінки артеріоли: періартеріальний фіброз. Б – венули серед фіброзованої тканини, в венулах крайове стояння лейкоцитів. В, Г – крововиливи з початком формування сполучнотканинної капсули (інкапсуляція). А×200; Б×820; В×70; Г×500; ГЕ.

навколо – формування молодого сполучної тканини (рисунок 4В, Г).

Патоморфологічні зміни в органах: Легені мало-повітряні, червоно-синюшного кольору, еластичної консистенції, на розрізі – помірно повнокровні. У просвіті альвеол та бронхіол – лейкоцити, макрофаги, фібрин (рисунок 5А). Відзначалося повнокров'я судин міжальвеолярних перегородок. Печінка масою 290 г, коричнево-червоного кольору, на розрізі – повнокровна. У цитоплазмі гепатоцитів – дрібні, численні, оптично порожні вакуолі; спостерігалось повнокров'я синусоїдів (рисунок 5Б). Нирки збільшені, набряклі, з блідо-рожевим кірковим шаром та синюшно-червоними пірамідами. Відзначалося повнокров'я клубочків, некроз епітелію канальців (рисунок 5В). Тимус в'ялий – 9,7 г. Відзначалася делімфотизація, наявність кістозно змінених тимічних тілець у мозковому шарі (рисунок 5Г). Морфологічні зміни тимуса свідчили про акцидентальну інволюцію.

Обговорення. ДКМП поєднує дилатацію камер серця та дифузний інтерстиціальний фіброз і проявляється порушенням морфофункціональної організації міокарда через дезінтеграцію і атрофію кардіоміоцитів [14]. В описаному нами спостереженні ДКМП у дитини 7-місячного віку, з раптовим початком захворювання та смертю на фоні гострої серцевої недостатності, дилатація порожнини ЛШ супроводжувалася ендокардіальним фіброеластозом. За результатами мікроскопічного дослідження внутрішніх органів діагностовано вогнищеву бронхопневмонію. Крім цього, спостерігалось потовщення міжальвеолярних перегородок з лімфоцитарною та лейкоцитарною інфільтрацією, реакція мікроциркуляторного русла – повнокров'я судин (рисунок 5А). Наявність

бронхопневмонії, інтерстиціального запалення легень та акцидентальної інволюції тимуса свідчили на користь гострої респіраторної вірусної інфекції, яку підтверджувала зміна реологічних властивостей крові. Проявом останніх були тромби у мікроциркуляторному руслі, вогнищеві крововиливи (рисунок 4В); це призводило до посилення гіпоксії в скомпрометованому ДКМП міокарді та зумовило швидку декомпенсацію серцевої діяльності, що склало вирішальну роль у танатогенезі. За даними літературних джерел, першим симптомом ДКМП є застійна серцева недостатність, на фоні якої й виникають аритмія, тромбоз та недостатність кровообігу [3]. Тобто, у нашому випадку вірусна інфекція могла лише прискорити фатальний перебіг хвороби.

Причину виникнення захворювання пов'язують з генетичними факторами або інфекційно-алергічною природою [3,4,5,6,7]. У розвитку описаної кардіоміопатії, враховуючи обтяжений сімейний анамнез (два хлопчики загинули від ДКМП), роль спадковості посідала перше місце. Крім того, різна стать дітей (в описаному спостереженні – дівчинка) свідчить про генетичний механізм розвитку хвороби, що не пов'язаний зі статтю. Ключові місця мутацій, що призводять до спадкової ДКМП, – саркомери та цитоскелет [4,5]. Генетичні мутації за участю генів, які кодуєть цитоскелетні, саркомерні та білки ядерної оболонки, становлять до 35 % випадків. З патогенними мутаціями в генах саркомерів та цитоскелетних пов'язане порушення м'язової провідності та, як наслідок, структурної цілісності міокарда [3]. Вплив на клітинний метаболізм фенотипу з розвитком ДКМП чинять мутації в генах, відповідальних за мітохондріальний гомеостаз (DNAJC19, TAZ/G4.5). Та-

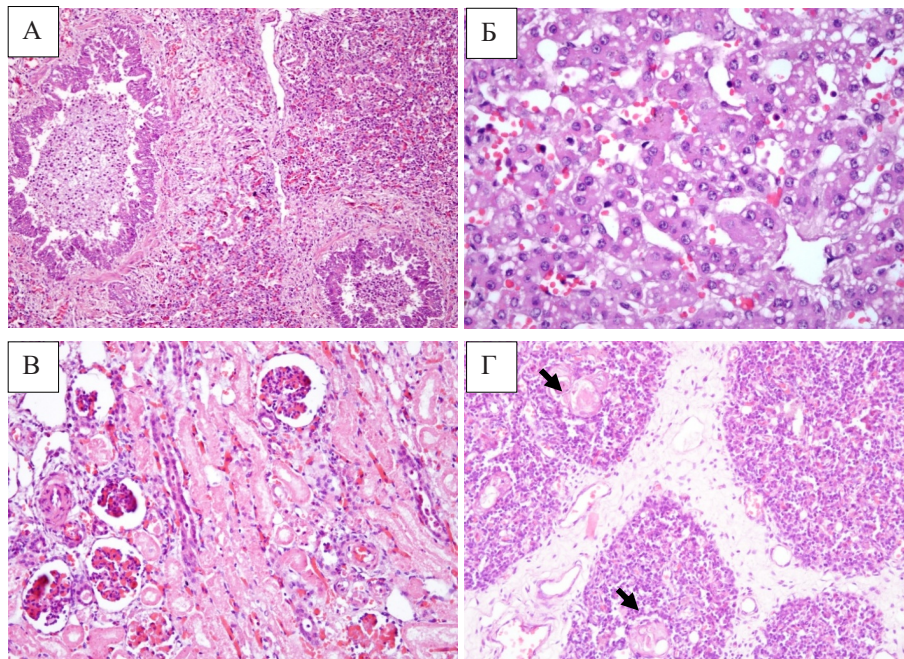


Рисунок 5. Мікроскопічні зміни в органах при дилатативній кардіоміопатії

Примітки: А – пневмонія: в просвіті альвеол та бронхіол – лейкоцити, макрофаги, фібрин. Б – тимус. В центрі часточки тимічні тільця кістозно-змінені (стрілка). В – повнокрів'я клубочків нирки, некроз епітелію канальців. Г – дрібновакуольна жирова дистрофія печінки, повнокров'я синусоїдів, $\times 200$; ГЕ.

кож окремі гени (DYS, BGA3) при вірусному міокардиті підвищують чутливість до розвитку ДКМП [3]. Тому рекомендується, щоб пацієнти з ДКМП проходили секвенування відомих генів кардіоміопатії, що є новим підходом для майбутніх методів лікування [5]. Інфекційну етіологію та імунопатологію визначають за допомогою ПЛР та ендоміокардіальної біопсії з подальшою імуногістологією [7]. У нашому спостереженні відсутній анамнез про можливі вірусні захворювання, які б могли стати причиною ДКМП. Відмічене нами крайове стояння лейкоцитів у судинах, поодинокі лейкоцитарна інфільтрація в інтерстиції в поєднанні з пневмонією може свідчити лише про наявну вірусну інфекцію на момент загибелі. Крім того, подібні до ДКМП ураження серця відмічаються при аутоімунних захворюваннях. Такий міокард характеризується імунною інфільтрацією з розвитком фіброзу міокарда та активацією генів ремоделювання [3,6].

Таким чином, проблема ДКМП полягає у вирішенні питань етіології (роль спадкових факторів чи інфекційних) та в розвитку фіброеластозу ендокарда. Останній супроводжує вроджені вади розвитку серця, такі як синдром лівобічної гіпоплазії серця (СЛГС), некомпактний міокард та ін. За свідченнями науковців, ендокардіальний фіброеластоз (EFE) є реакцією ендокарда, а не захворюванням [8]. EFE є унікальною формою фіброзу, який утворює заново шар субендокардіальної тканини, що інкапсулює міокард і затримує його ріст, і який зазвичай пов'язаний із вродженими вадами серця гетерогенного походжен-

ня [16,19,20,21,22], де порушена динаміка кровотоку та навантаження на м'яз ЛШ стають етіологічним чинником як розтягнення ЛШ [10,12,17], так і розвитку EFE [13]. Перехід від ендотелію до мезенхіми (EndMT) був ідентифікований як основний механізм формування EFE [3,12]. Існують свідчення, що підвищене навантаження на ЛШ, викликане активацією TGF- β , призводить до EndMT [11]. На експериментальних моделях доведено, що фіброгенні клітини в тканині EFE походять від ендокардіальних ендотеліальних клітин через аберрантний перехід ендотелію в мезенхіму [10]. EFE при різних вроджених вадах мав стереотипні морфологічні прояви. За свідченнями науковців, шар фіброзованого ендокарду складався з колагену, еластину та гладком'язових клітин [1,9,17]. У нашому спостереженні сполучнотканинні елементи, що виявлялися в глибоких шарах міокарда, склалися з молодих сполучнотканинних елементів з хаотично розташованими сполучнотканинними волокнами та великою кількістю міофібробластів. Навпаки, в субендокардіальних зонах виявлялися сформовані звивисті сполучнотканинні волокна з невеликою кількістю клітин. Це свідчить про якісні зміни EFE в процесі свого існування – дозрівання. Наявність зрілої та молоді сполучної тканини свідчила про прогресування EFE з поширенням його вглибину міокарда та спричиняла гідропічну дистрофію кардіоміоцитів в субендокардіальних ділянках міокарда, некроз та їх атрофію від тиску. Цікавим фактом є швидке формування сполучнотканинної капсули навколо свіжих крововиливів у центральних зонах міо-

карда, що є свідченням прискореного фібрилогенезу при ДКМП та потребує подальшого вивчення для розуміння механізмів розвитку даної патології.

Висновки. Нами представлено спостереження спадкової ДКМП з поєднанням дилатації ЛШ та ендокардіального фіброеластозу, які взаємно підсилювали прогресування фіброзних змін у серці та слугували причиною раптової смерті на фоні гострої респіраторної вірусної інфекції. Проблемою ДКМП є визначення причини її розвитку – генетичні порушення або імунізопальні механізми. Даний випадок, з першими проявами хвороби у 6-місячному віці, під-

креслює необхідність ранньої діагностики, генетичного скринінгу, особливо при обтяженому сімейному анамнезі.

Подяка: завідувачу відділення патологічної анатомії НДСЛ «ОХМАТДИТ» МОЗ України Жежері В.М., лікарю Савостіковій Н.Л.

Фінансування. Фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації ця стаття не отримала

Конфлікт інтересів. Автори заперечують наявність конфлікту інтересів.

Список використаних джерел

References

1. Seferović PM, Polovina M, Bauersachs J, Arad M, Gal TB, Lund LH, et al. Heart failure in cardiomyopathies: a position paper from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *European Journal of Heart Failure*. 2019 Apr 16;21(5):553–76. <https://doi.org/10.1002/ehhf.1461>
2. Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, Arbustini E, Barriales-Villa R, Basso C, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies. *European Heart Journal*. 2023 Aug 25;44(37): ehad194. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad194>
3. Wang Y, Jia H, Song J. Accurate Classification of Non-ischemic Cardiomyopathy. *Current cardiology reports*. 2023 Sep 15;25(10):1299–317. <https://doi.org/10.1007/s11886-023-01944-0>
4. Ramone Eldemire, Mestroni L, Matthew R.G. Taylor. Genetics of Dilated Cardiomyopathy. *Annual Review of Medicine*. 2023 Oct 3;75(1). <https://doi.org/10.1146/annurev-med-052422-020535>
5. Wang S, Zhang Z, He J, Liu J, Guo X, Chu H, et al. Comprehensive review on gene mutations contributing to dilated cardiomyopathy. *Frontiers in cardiovascular medicine*. 2023 Dec 1;10. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1296389>
6. Harding D, Ming, Nishant Lahoti, Carola Maria Bigogno, Roshni Prema, Mohiddin SA, et al. Dilated cardiomyopathy and chronic cardiac inflammation: Pathogenesis, diagnosis and therapy. *Journal of Internal Medicine*. 2022 Aug 27;293(1):23–47. <https://doi.org/10.1111/joim.13556>
7. Maisch B, Pankuweit S. Inflammatory dilated cardiomyopathy. *Herz*. 2020 Mar 2; <https://doi.org/10.1007/s00059-020-04900-8>
8. Lurie PR. Changing concepts of endocardial fibroelastosis. *Cardiology in the Young*. 2010 Mar 29;20(2):115–23. <https://doi.org/10.1017/S1047951110000181>
9. Stehbens WE, Delahunt B, Zuccollo JM. The Histopathology of Endocardial Sclerosis. *Cardiovascular Pathology*. 2000 May;9(3):161–73. [https://doi.org/10.1016/s1054-8807\(00\)00037-5](https://doi.org/10.1016/s1054-8807(00)00037-5)
10. Xu X, Friehs I, Zhong Hu T, Melnychenko I, Tampe B, Alnour F, et al. Endocardial Fibroelastosis Is Caused by Aberrant Endothelial to Mesenchymal Transition. *Circulation Research*. 2015 Feb 27;116(5):857–66. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.305629>
11. Vorisek C, Weixler V, Dominguez M, Axt-Flidner R, Hammer PE, Lin RZ, et al. Mechanical strain triggers endothelial-to-mesenchymal transition of the endocardium in the immature heart. *Pediatric research*. 2022 Sep;92(3):721–8. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01843-6>
12. Weixler V, Marx GR, Hammer PE, Emani SM, del Nido PJ, Friehs I. Flow disturbances and the development of endocardial fibroelastosis. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2019 Sep 26;159(2):637–46. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.08.101
13. Oh NA, Hong X, Doulamis IP, Meibalan E, Peiseler T, Melero-Martin J, et al. Abnormal Flow Conditions Promote Endocardial Fibroelastosis Via Endothelial-to-Mesenchymal Transition, Which Is Responsive to Losartan Treatment. *JACC: Basic to Translational Science*. 2021 Dec;6(12):984–99. DOI: 10.1016/j.jaccbts.2021.10.002
14. Alina Costina Luca et al. Endocardial fibroelastosis and dilated cardiomyopathy – the past and future of the interface between histology and genetics. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. 2021 Jun 25;61(4):999–1005. <https://doi.org/10.47162/RJME.61.4.02>
15. Xie YY, Li QL, Li XL, Yang F. Pediatric acute heart failure caused by endocardial fibroelastosis mimicking dilated cardiomyopathy: A case report. *World Journal of Clinical Cases*. 2023 Mar 16;11(8):1771–81. DOI: 10.12998/wjcc.v11.i8.1771
16. Xie YY, Li QL, Li XL, Yang F. Pediatric acute heart failure caused by endocardial fibroelastosis mimicking dilated cardiomyopathy: A case report. *World J Clin Cases* 2023; 11(8): 1771-1781 DOI: 10.12998/wjcc.v11.i8.1771]
17. Aeffer F, Zarella MD, Buchbinder N, Bui MM, Goodman MR, Hartman DJ, et al. Introduction to Digital Image Analysis in Whole-slide Imaging: A White Paper from the Digital Pathology Association. *Journal of pathology informatics*. 2019;10(1):9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30984469>
18. Savchuk T. Hypoplastic Left Heart Syndrome: morphogenesis of patomorphological types of the left ventricle. *Georgian Med News*. 2020 Feb;(299):55-61. Available from: <https://europepmc.org/article/med/32242845>

19. Kucherenko A, Savchuk T. Hypoplastic left heart syndrome (HLHS): structural changes of the heart and the basis of morphogenesis. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*. 2024 Jun 27;146(2):68–76. [https://doi.org/10.32345/USMJ.2\(146\).2024.68-76](https://doi.org/10.32345/USMJ.2(146).2024.68-76).
20. Savchuk T, Kurkevych A, Leshchenko I. Clinical and pathological analysis of the Hypoplastic Left Heart Syndrome in one of the twins in pregnancy which occurred using in vitro fertilization. Own observation. *Georgian Med News*. 2020 Oct;(307):62-68. Available from:<https://europepmc.org/article/med/33270579>
21. Савчук ТВ, Азаров ОІ, Жежера ВМ. Синдром лівобічної гілоплазії серця: залежність шлуночково-перегородкового кута від структури лівого шлуночка. *Серце і судини*. 2016; 1(53): 30-34. Available from:<http://ir.library.nmu.com/handle/123456789/2051>.
22. Zakharova V, Savchuk T, Truba Ya, Lazoryshynets V, Rudenko O. Hypoplastic Left Heart Syndrome: Prognostic Significance of Morphological Variants of the Heart in the Choice of Treatment Approach. *Ukrainian journal of cardiovascular surgery*. 2021 Mar 16; (1 (42)):53–9. <https://doi.org/10.30702/ujcvs/21.4203/z013053-059/576.31>.
23. Zakharova V, Savchuk T, Rudenko O. Hypoplastic left heart syndrome: Structural changes of the left ventricular myocardium. *Virchows archiv*. 2013 Aug 1;463(2):198-198. 233. <https://doi.org/10.1007/s00428-013-1444-y>

Hereditary Dilated Cardiomyopathy: A Case Report

Anna A. Zelinska, Tetiana V. Savchuk

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Abstract

Aim. To conduct a clinical and pathological analysis of a case of hereditary dilated cardiomyopathy with endocardial fibroelastosis.

Materials and methods. A pathological examination was conducted on a 7-month-old child. Macroscopic, microscopic, morphometric, and statistical research methods were applied.

Clinical and Pathological Case. The girl was born from the third pregnancy and third physiological delivery at 38 weeks of gestation, with a birth weight of 2990 g and an Apgar score of 8–9. She was born to parents with a burdened family history – two previous male siblings had died from congenital heart disease, specifically dilated cardiomyopathy, at the ages of 6 years and 3.5 months. Ultrasound examinations of the heart during pregnancy and at 1.5 months of age revealed no abnormalities. At 7 months, the child died of acute heart failure in the context of a viral infection, at which time cardiomyopathy was diagnosed for the first time. Autopsy findings revealed dilation of the left ventricular chamber with endocardial fibroelastosis. Subendocardially, mature wavy connective tissue fibers and young connective tissue elements were found in the interstitium of the deeper myocardial layers, indicating disease progression. This led to myocardial dysfunction associated with cardiomyocyte atrophy.

Conclusions. We present a case of hereditary dilated cardiomyopathy (DCMP) characterized by a combination of left ventricular (LV) dilatation and endocardial fibroelastosis, which mutually accelerated the progression of fibrotic changes in the heart and contributed to sudden death in the context of an acute respiratory viral infection. A key challenge in DCMP is determining its underlying cause—whether genetic abnormalities or immunoinflammatory mechanisms. This case, with the first manifestations of the disease at 7 months of age, highlights the critical need for early diagnosis and genetic screening, particularly in individuals with a burdened family history.

Keywords: *endocardial fibroelastosis, left ventricle, cardiomyocytes, myocardium, pathology, genetic screening.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 26.03.2025

Після доопрацювання / Revised: 11.04.2025

Прийнято до друку / Accepted: 25.05.2025

Вимоги до публікацій у журналі «Український журнал серцево-судинної хірургії»

Подання статті

На електронну адресу редакції cvs-herald@ukr.net або через сайт <http://cvs.org.ua> необхідно надіслати:

- рукопис (прохання адекватно оцінювати розмір файлу, за необхідності використовувати в тексті ілюстрації з роздільною здатністю, достатньою для перегляду на екрані);
- усі ілюстрації в кольоровому (для онлайн-версії) та чорно-білому (для друкованої версії) вигляді в одному зі стандартних графічних форматів;
- лист-заяву від керівника установи, де працює (-ють) автор (-и), щодо публікації статті (статей) на ім'я головного редактора журналу;
- письмову рецензію наукового керівника або доктора наук за професійним напрямом (для аспірантів і здобувачів);
- інформацію стосовно конфліктів інтересів;
- інформацію про всіх авторів і контакти відповідальної особи.

Інформація про авторів українською та англійською мовою подається за такою формою:

- прізвище, ім'я, по батькові (повністю);
- науковий ступінь, вчене звання;
- посада, місце роботи / навчання (найменування установи або організації, в тому числі підрозділу, кафедри);
- h-індекс (Scopus та/або Web of Science Core Collection), ORCID або ResearcherID
- адреса (у тому числі індекс) і телефон організації;
- особиста адреса електронної пошти;
- для відповідальної особи – номер мобільного телефону;
- інформація про внесок кожного автора у проведення дослідження та підготовку статті.

УВАГА! Імена і прізвища не коригуються, друкуються в авторській редакції.

Загальні вимоги

Статті в паперовій версії журналу публікуються мовою оригіналу – українською або англійською. Розміщення всіх статей англійською мовою на сайті журналу є **обов'язковим**.

Рукопис має містити:

- індекс УДК;
- назву статті;
- прізвища та ініціали авторів;
- назву установи, де працюють автори (якщо авторів декілька і вони працюють у різних закладах, необхідно персоніфікувати їх позначками 1, 2, 3), міста, країни (для іноземців);
- ілюстративний матеріал;
- анотацію та реферат-резюме;
- список використаної літератури в стилі Ванкувер (не менше 50% із наведених джерел має бути опу-

бліковано впродовж останніх п'яти років). Кожне джерело має містити активне посилання на DOI (за наявності) або URL.

Унікальність тексту статті має бути не менш 85%.

Для всіх надісланих матеріалів визначається рівень унікальності авторського тексту за допомогою відповідного програмного забезпечення Unichек. Рукописи, в яких виявили плагіат чи текстові запозичення без посилань на першоджерело, відхиляються редакцією журналу.

Анотація та реферат-резюме статті

Анотація подається мовою статті: в ній необхідно стисло розкрити мету, основні питання та проблеми статті, висновки (обсяг – **до 1000 знаків**).

Реферат-резюме подається англійською або/та українською мовою (залежно від мови статті) і повинен мати таку саму структуру, як і стаття: **«Вступ», «Мета роботи», «Матеріали і методи», «Результати і обговорення», «Висновки»** (обсяг – **від 1800 знаків**).

У випадку, коли реферат-резюме публікується українською та англійською мовою, переклад має бути якісним та ідентичним, назва установи повинна збігатися з офіційною.

Ключові слова. Має бути не менш 5 ключових слів або словосполучень, не враховуючи слова у заголовку.

Стаття українською мовою:

- анотація українською мовою (обсяг – до 1000 знаків);
- реферат-резюме англійською мовою (обсяг – від 1800 знаків).

Стаття англійською мовою:

- анотація англійською мовою (обсяг – до 1000 знаків);
- реферат-резюме українською мовою (обсяг – від 1800 знаків).

Переклад статті англійською мовою

Якщо стаття для публікації в друкованій версії журналу подається українською мовою, її переклад англійською мовою для публікації на сайті журналу <http://cvs.org.ua> має бути якісним та ідентичним.

Бібліографічний опис

Не менше 50% посилань має стосуватися джерел, опублікованих упродовж останніх 5 років, бажано у виданнях, які індексуються наукометричними базами Scopus та/або Web of Science Core Collection.

Оформлення списку літератури здійснюється відповідно до стилю Ванкувер (Vancouver style). Детальніше див. <http://amosovinstitute.org.ua/wp-content/>

uploads/2017/03/Rekomendatsiyi-z-oformlennya-posilan-v-naukovih-robotah.pdf

Для статей, написаних англійською мовою, та перекладів статей на англійську посилання на джерела, написані кирилицею, необхідно надавати латиницею (англійською або трансліт).

При транслітерації слід використовувати стандарт BGN / PCGN (United States Board on Geographic Names / Permanent Committee on Geographical Names for British Official Use), рекомендований міжнародним видавництвом Oxford University Press як «British Standard». Для транслітерації тексту відповідно до стандарту BGN можна скористатися посиланнями:

Рецензування і редагування

Всі надіслані в редакцію статті підлягають рецензуванню і редагуються відповідно до умов публікації в журналі. За необхідності стаття може бути повернута авторам для доопрацювання та відповіді на запитання. Коректура авторам не висилається, вся додрукарська підготовка здійснюється редакцією за авторським оригіналом. Відхилені рукописи авторам не повертаються.

Не приймаються до друку статті, опубліковані раніше або надіслані в інші видання.

Вимоги до тексту статті

Структура статті має відповідати загальноприйнятим вимогам для наукових статей і складатися з таких розділів: «Вступ», «Мета роботи», «Матеріали та методи», «Результати та обговорення», «Висновки».

Стаття повинна містити такі необхідні елементи: постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми і на які спирається автор; виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття; формулювання мети статті; виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки проведеного дослідження та перспективи подальших пошуків у цьому напрямі.

Резюме до статті, в якій публікуються результати експериментальних досліджень, повинно мати аналогічну структуру.

Якщо стаття містить опис експериментів над тваринами, необхідно зазначити, чи відповідала методика їх проведення Гельсінкській декларації 1975 р. та її перегляду 1983 р., чи узгоджуються методи знеболення та позбавлення життя тварин із «Правилами виконання робіт з використанням експериментальних тварин», затвердженими наказом МОЗ України.

Технічні вимоги

Текст набирають у редакторі Microsoft Word (будь-якої версії) гарнітурою Times New Roman, 14 пунктів з інтервалом 1,5, без табуляторів, без переносів у словах. Усі спеціальні знаки набирають за допомогою команд «Вставка/Символ».

Складні формули (типу $H_{\max} = \sqrt{a^2 + b^2} + \Delta H_{\max}$) набирають у редакторі формул. Прості формули (типу $a + c$) можна набирати в тексті.

Рисунки, таблиці, діаграми і формули мають бути включені в текст.

Таблиці необхідно будувати в редакторі Microsoft Word. Кожна таблиця повинна мати заголовок і порядковий номер.

Інші ілюстративні матеріали (фотографії, рисунки, креслення, діаграми, графіки тощо) позначаються як «рис.» і нумеруються згідно з порядком їх згадування у статті.

Діаграми і графіки виконуються у форматі MS Excel або MS Graph. Для зручності верстки до них додають вихідні дані, що використовувалися для побудови, та електронний варіант.

Дозволяється використовувати як ілюстрації чорно-білі рисунки, виконані професійно вручну. Їх сканують із роздільністю 300 dpi, подають у форматі TIF або JPG. При цьому надписи та позначення мають бути чіткими і добре читатися при зменшенні зображення до розмірів журнальної колонки.

Фотографії, ехограми подаються в оригінальному або електронному вигляді, скановані з роздільністю не менше 300 dpi і збережені у форматі TIFF або JPEG.

Передрукування статей можливе лише за письмової згоди редакції та з посиланням на журнал.