

Державна установа «Національний науковий центр серцево-судинної хірургії та спадкової патології імені М.М.Амосова Національної академії медичних наук України»

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

Асоціація «Серцево-судинних хірургів України»



UKRAINIAN JOURNAL OF CARDIO- VASCULAR SURGERY

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ
СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ХІРУРГІЇ

2026, том 34, No 2

Наукове видання

Засновник і видавець:

Державна установа «Національний науковий центр серцево-судинної хірургії та спадкової патології імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України»
(правонаступник Державної установи «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України», згідно з Розпорядженням Кабінету міністрів України від 25 вересня 2025 року № 1050-р та Постановою НАМН України від 21 жовтня 2025 року № 10/1)

Співзасновники (за договором):

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

Асоціація «Серцево-судинних хірургів України»

Головний редактор:

В. В. Лазоришинець,
академік НАН і НАМН 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. Bialkowski (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. Сичинський (Київ)
О. М. Трембовецька (Київ)
С. М. Фуркало (Київ)

Саргош О. І., Осадівська І. А., Кравченко В. І. 68
Техніка хірургічної корекції уражень вічок коронарних
артерій при гострому розшаруванні аорти типу А

Oleh I. Sarhosh, Iryna A. Osadovska, Vitalii I. Kravchenko 68
Techniques of Surgical Management for Coronary
Ostial Involvement in Acute Type A Aortic Dissection

ПАТОЛОГІЯ ПЕРИФЕРИЧНОЇ СУДИННОЇ СИСТЕМИ

PATHOLOGY OF THE PERIPHERAL VASCULAR SYSTEM

Sviatoslav Y. Denysov, Yuriy M. Hupalo 75
Primary Plaque Modification Strategy in Severe
Peripheral Arterial Calcification: Comparative Analysis
of Clinical Outcomes at Different Follow-up Periods

Sviatoslav Y. Denysov, Yuriy M. Hupalo 75
Primary Plaque Modification Strategy in Severe
Peripheral Arterial Calcification: Comparative Analysis
of Clinical Outcomes at Different Follow-up Periods

*Чернуха Л. М., Хребій Я. В., Руденко С. А., Скупий О. М.,
Стойка Р. І., Дзьоник С. А.* 82
Консервативні методи лікування пацієнтів
із хронічними захворюваннями вен
у післяопераційному періоді

*Larysa M. Chernukha, Yaroslav V. Khrebtii,
Serhiy A. Rudenko, Oleh M. Skupii, Roman I. Stoika,
Serhiy A. Dzionik* 82
Conservative Treatment Methods for Patients
with Chronic Venous Disease in the Postoperative Period

Serhii P. Shchukin 92
Endovenous Treatment of Superficial Venous
Thrombosis Associated with Varicose Veins:
A Reflux-Targeted Approach

Serhii P. Shchukin 92
Endovenous Treatment of Superficial Venous
Thrombosis Associated with Varicose Veins:
A Reflux-Targeted Approach

ПОРУШЕННЯ РИТМУ СЕРЦЯ

RHYTHM DISTURBANCES

*Andi Tiara Salengke Adam, Muzakkir Amir,
Akhtar Fajar Muzakkir, Dr., Aussie Fitriani Ghaznawie,
Andi Alief Utama Armyn, Andi Alfian Zainuddin* 99
Long-Term Effects of Left Bundle Branch Pacing Using
Stylet-Driven Lead on Left Ventricular Systolic Function:
A Literature Review

*Andi Tiara Salengke Adam, Muzakkir Amir,
Akhtar Fajar Muzakkir, Dr., Aussie Fitriani Ghaznawie,
Andi Alief Utama Armyn, Andi Alfian Zainuddin* 99
Long-Term Effects of Left Bundle Branch Pacing Using
Stylet-Driven Lead on Left Ventricular Systolic Function:
A Literature Review

Чиж М. О., Белочкіна І. В., Глоба В. Ю., Слета І. В. 106
Динаміка змін варіабельності серцевого
ритму щурів з епінефрин-індукованою
кардіопатією на тлі введення
ксеноекстракту серця

*Mykola O. Chyzh, Iryna V. Belochkina,
Vyacheslav Yu. Globa, Iryna V. Sleta* 106
Dynamics of Heart Rate Variability in Rats with
Epinephrine-Induced Cardiomyopathy
under the Influence of a Cardiac Xenogenic Extract

СЕРЦЕВО-СУДИННА ХІРУРГІЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

CARDIOVASCULAR SURGERY UNDER MARTIAL LAW

*Rostyslav M. Vitovskyi, Olha M. Unitska,
Andriy R. Vitovskyi, Sergii O. Siromakha,
Maryna M. Serdiuk, Vasyl V. Lazoryshynets* 113
Surgical Strategy for the Management of Fragmentation
Injuries of the Heart and Great Vessels Following
Mine-Blast Trauma: A Single-Center Experience

*Rostyslav M. Vitovskyi, Olha M. Unitska,
Andriy R. Vitovskyi, Sergii O. Siromakha,
Maryna M. Serdiuk, Vasyl V. Lazoryshynets* 113
Surgical Strategy for the Management of Fragmentation
Injuries of the Heart and Great Vessels Following
Mine-Blast Trauma: A Single-Center Experience

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ ІЗ СЕРЦЕВО-СУДИННОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

GENERAL ISSUES OF TREATMENT OF PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR PATHOLOGY

Таран Р. М., Воротинцев С. І. 126
Вплив блокади площини м'язів-випрямлячів хребта
на інтраопераційну гемодинаміку та кисневий статус
кардіохірургічних пацієнтів, оперованих
через серединну стернотомію

Ruslan M. Taran, Serhii I. Vorotyntsev 126
Effect of Erector Spinae Plane Block
on Intraoperative Hemodynamics
and Oxygenation Status in Patients Undergoing
Cardiac Surgery via Median Sternotomy

*Ahmed Muhi Fahad, Hasanain A. Al-Khalidi,
Shehab A. Goloom, Zahraa Ayad Jaber* 138
Safety and efficacy of Video Assisted Thoracoscopic
Thymectomy in patients with Myasthenia Gravis:
A single center experience

*Ahmed Muhi Fahad, Hasanain A. Al-Khalidi,
Shehab A. Goloom, Zahraa Ayad Jaber* 138
Safety and efficacy of Video Assisted Thoracoscopic
Thymectomy in patients with Myasthenia Gravis:
A single center experience

Новікова Е. І., Мазур А. П. 145
Фактори ризику розвитку дихальної недостатності
у пацієнтів після відкритих кардіохірургічних
втручань: ретроспективне когортне дослідження

Elina I. Novikova, Andriy P. Mazur 145
Risk Factors for Respiratory Failure Development
in Patients After Open Cardiac Surgery:
A Retrospective Cohort Study

УДК 616.12-089.853-073.43-089.5:616-005-008.8]-07
DOI [https://doi.org/10.63181/ujcvs.22026.34\(2\).126-137](https://doi.org/10.63181/ujcvs.22026.34(2).126-137)

Таран Р. М.^{1,2}, асистент кафедри анестезіології та інтенсивної терапії ННІПО ЗДМФУ, лікар-анестезіолог вищої категорії, <https://orcid.org/0009-0008-4291-0906>

Воротинцев С. І.^{1,2}, д-р мед.наук, професор, завідувач кафедри анестезіології та інтенсивної терапії ННІПО ЗДМФУ, лікар-анестезіолог вищої категорії, <https://orcid.org/0000-0002-9159-6617>

¹Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя, Україна

²КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, м. Запоріжжя, Україна

Вплив блокади площини м'язів-випрямлячів хребта на інтраопераційну гемодинаміку та кисневий статус кардіохірургічних пацієнтів, оперованих через серединну стернотомію

Резюме

Актуальність. Останнім часом блокаду площини м'язів-випрямлячів хребта (ESPB) почали використовувати як компонент мультимодальної анестезії (ММА) в кардіохірургії. Однак, вплив блокади площини м'язів випрямлячів хребта на гемодинаміку та кисневий статус пацієнтів досі залишається невивченим.

Мета. Оцінити інтраопераційні зміни показників гемодинаміки та кисневого статусу у кардіохірургічних пацієнтів при використанні двосторонньої подовженої блокади площини м'язів-випрямлячів хребта як компонента мультимодальної аналгезії.

Матеріали та методи. У дослідження включено 217 пацієнтів (середній вік – 60,6±10,9 років), оперованих на серці зі серединною стернотомією в умовах штучного кровообігу, які були розподілені на 2 групи залежно від інтраопераційних компонентів ММА: група 1 (n=76) – фентаніл, нерестероїдні протизапальні засоби (НПЗЗ); група 2 (n=141) – ESPB, НПЗЗ, фентаніл – за необхідністю. Між групами порівнювали дані системної та центральної гемодинаміки, розраховували індекси DO₂ і VO₂, аналізували комбінації препаратів для вазоактивної/інотропної підтримки. Для статистичної обробки використовували пакети Statistica (StatSoft Statistica v.13.0) та Microsoft Excel 2013.

Результати. На етапі стернотомії в групі 2 середній артеріальний тиск (СерАТ) та частота серцевих скорочень (ЧСС) зменшувалися до 70,6 [65,6; 76,3] мм рт. ст. та 58 [54; 68] уд/хв, відповідно, в групі 1 – збільшувалися до 96 [88,6; 100,8] мм рт. ст. та 84,5 [76; 91] уд/хв, відповідно. На інших етапах АТ та ЧСС у групі 2 були нижчими, ніж у групі 1. Варіабельність СерАТ та ЧСС у групі 2 дорівнювала 14 мм рт. ст. та 12 уд/хв, у групі 1 – 26 мм рт. ст. та 13 уд/хв, відповідно. У групі 2 вазопресори/інотропи та їхні комбінації використовували рідше, дозування було меншим як до ШК, так і після нього. На початку операції після виконання ESPB пацієнти групи 2 мали в 1,3 рази менший УО та CI, ніж пацієнти групи 1. Наприкінці операції ця різниця була достовірною по УО (p=0,001), CI (p<0,001), ХОК (p<0,001). DO₂I у групі 2 був вищим, ніж у групі 1, як на вихідному етапі (464 [391; 596] мл*м²*хв-1 проти 386,5 [356; 420] мл*м²*хв-1, p<0,001), так і після операції (398 [348; 485] мл*м²*хв-1 проти 356 [343; 400] мл*м²*хв-1, p=0,0015). VO₂I достовірно не відрізнявся між групами на початку операції (p=0,91), та не відрізнявся між групами на кінець операції (p=0,186).

Висновки. ESPB ефективно попереджає розвиток артеріальної гіпертензії і тахікардії, сприяє мінімізації інтраопераційних коливань гемодинаміки та зменшенню потреби у вазоактивній/інотропній підтримці, покращує центральну гемодинаміку та значуще не впливає на кисневий статус пацієнтів при кардіохірургічних операціях зі серединною стернотомією.

Ключові слова: *серцево-судинна хірургія, медіальний стернальний доступ, мультимодальна аналгезія, блокада площини м'язів-випрямлячів хребта, центральний кровообіг, оксигенація.*

Вступ. Моніторинг гемодинаміки під час кардіохірургічного втручання є одним з основних елемен-

тів анестезіологічного забезпечення. Підтримання адекватного системного артеріального тиску та частоти серцевих скорочень дозволяє забезпечити оптимальний баланс між потребою тканин у кисні та його доставкою. Гемодинамічна нестабільність в кардіохірургії погіршує системний кисневий статус пацієнта, негативно впливаючи на функції органів і

систем організму та підвищуючи частоту післяопераційних ускладнень [1].

Кардіохірургія та кардіоанестезіологія традиційно покладаються на інвазивний та неінвазивний гемодинамічний моніторинг [2]. Окрім «стандартних» електрокардіографії, інвазивного вимірювання артеріального та центрального венозного тиску, – додатково може використовуватися черезстраховідне ехокардіографічне дослідження (ЧСЕхоКГ), яке допомагає оцінити роботу серця загалом, визначити серцевий викид та допомогти розрахувати реальний системний транспорт кисню. Також ЧСЕхоКГ дозволяє в режимі онлайн проаналізувати регіонарну функцію міокарда лівого і правого шлуночка, клапанну дисфункцію, залишкові дефекти виконаної хірургії, а також виявити наявність внутрішньосерцевого повітря або тромбів [3].

Інтраопераційні зміни гемодинаміки в кардіохірургії можуть бути пов'язані з багатьма факторами, знання яких дозволяє анестезіологу застосовувати необхідні специфічні методи профілактики та лікування [4]. Під час кардіохірургічних втручань трапляються ситуації, коли виникає значна гемодинамічна нестабільність через позиціонування серця або хірургічні маніпуляції. Окрім «хірургічних» причин, загальновідомі і «анестезіологічні» причини. Показано, що використання високих доз наркотичних анальгетиків в поєднанні з препаратами для анестезії у літніх пацієнтів під час кардіохірургічних операцій, призводить до зниження скоротливості міокарда, загального периферичного судинного опору, середнього артеріального та перфузійного тиску в життєво важливих органах та системах [5]. З іншого боку, недостатнє знеболення при операціях через середину стернотомію призводить до активації симпатно-адреналової системи на хірургічний стрес, що супроводжується виникненням тахікардії, гіпертензії та підвищеного споживання кисню тканинами і, як наслідок, – погіршує якість лікування [6,7].

Аналіз сучасних публікацій [6,8,23] показує, що методи регіонарного знеболення в кардіохірургії відіграють все більш важливу роль у програмах швидкого відновлення після операції (ERAS). Мультимодальна аналгезія (ММА) із застосуванням регіонарних технік продемонструвала низку переваг, включаючи зниження споживання опіоїдів, прискорену мобілізацію, зниження частоти побічних реакцій та зниження захворюваності [9-11]. Доведено, що використання подовженої регіонарної аналгезії знижує інтенсивність інтра- та післяопераційного болю після операцій на відкритому серці [12].

Блок площини м'язів-випрямлячів хребта (ESPB) вперше був описаний у 2016 році як блок міжфасціальної площини для лікування грудного болю [13]. Показано, що ESPB служить цінним компонентом протоколів ММА якщо дотримуються ключові елементи протоколу [14,15,16]. Використання ESPB для кардіохірургічних операцій може бути ефективною

частиною арсеналу кардіоанестезіолога з мінімальними побічними ефектами [13]. Автори відзначають, що додаткове використання регіонарних блоkad призводить до інтраопераційного зниження дози опіоїдів та мінімізації їхнього загального застосування. Проте в доступній літературі ми не знайшли інформації про вплив подовженого ESPB на показники гемодинаміки та кисневий статус пацієнта при кардіохірургічних операціях.

Мета. Оцінити інтраопераційні зміни показників гемодинаміки та кисневого статусу у кардіохірургічних пацієнтів при використанні двосторонньої подовженої блокади площини м'язів-випрямлячів хребта як компонента мультимодальної аналгезії.

Матеріали та методи. Це одноцентрове, ретроспективно-проспективне, відкрите контрольоване дослідження проводилося на базі КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, м. Запоріжжя, Україна. До остаточного аналізу було включено 217 пацієнтів віком від 22 до 87 років, яким виконували кардіохірургічне втручання на відкритому серці з використанням серединної стернотомії в умовах штучного кровообігу.

Залежно від методу інтраопераційної аналгезії пацієнти були розподілені на 2 групи: 1 – група порівняння (n=76), де використовували наркотичний анальгетик (фентаніл), ненаркотичний анальгетик (парацетамол), місцевий анестетик (лідокан 1 % в/в) та НПЗЗ (кеторолак); 2 – основна група (n=141), в якій додатково застосовували подовжений ESPB (катетеризація площини м'язів-випрямлячів хребта з обох сторін), а фентаніл – за необхідністю.

Виконувалася ESPB під контролем ультразвуку за допомогою лінійного датчика 12LRS® (ультразвуковий апарат General Electric® Medical Systems, China) на рівні Th3–Th4 асептичних умовах після переведення пацієнта на ШВЛ та в положенні на лівому боці (рисунк 1).

Під контролем УЗД визначали анатомічні структури грудної клітки на рівні хребта, знаходили поперечні відростки Th3–Th4 хребців та контролювали просування кінчика голки до досягнення площини м'язів-випрямлячів хребта (рисунк 2). При правильному положенні кінчика голки, що підтверджувалося гідродисекцією 2-3 мл 5 % розчину глюкози, катетер проводили за другим сусідній поперечний відросток хребця в каудальному напрямку з подальшою обов'язковою візуалізацією його розташування.

Локальний протокол анестезіологічного інтраопераційного забезпечення кардіохірургічних пацієнтів КНП «ЗОКЛ» ЗОР представлений в таблиці 1 [27].

Показники гемодинаміки відстежувалися згідно настанов про базовий та розширений моніторинг хворого кардіохірургічного профілю [17] і включали: ЕКГ, інвазивне вимірювання артеріального та центрального венозного тиску (монітор пацієнта Mindray®, BeneVision N19, China); аналіз газів артеріальної та центральної венозної крові, кислотно-луж-



А



В

Рисунок 1. Положення пацієнта та фіксація катетерів (А – положення пацієнта, В – фіксація катетерів, власні данні)



А. Голка



В. Катетер

Рисунок 2. Поперекові відростки хребців Th3-Th4 та візуалізація кінчика голки, катетеру в площини м'язів-випрямлячів хребта (А – кінчик голки в міжфасціальному просторі, В – катетер в міжфасціальному просторі, власні дані)

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, цільовий BIS 40-60) 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, кеторолак 30 мг в/в, парацетамол 1000 мг в/в Група 2: Фентаніл 2-3 мкг/кг в/в (за необхідністю), лідокаїн 1 мг/кг/год в/в, кеторолак 30 мг в/в, парацетамол 1000 мг в/в + ESP- блок Th3-Th4 з катетеризацією з обох сторін

Примітки: ЕКГ – електрокардіограма; Sat – сатурація, показник насичення крові киснем; IBP – інвазивний артеріальний тиск; CVP – інвазивний центральний венозний тиск; ABGs – показники газів крові; BIS – біспектральний індекс головного мозку; NMT (TOF) – моніторинг нейром'язової провідності; FGF – потік свіжого газу; MAC – мінімальна альвеолярна концентрація інгаляційного анестетика; T°C – температура тіла пацієнта.

ного стану та індексів доставки (DO_2I) і споживання кисню (VO_2I) (апарат ABL800FLEX®, Denmark); аналіз показників центральної гемодинаміки за допомогою черезстраховидної ехокардіографії. Для ЧСЕхоКГ використовували датчик 6Tc-RS® (ультразвуковий апарат General Electric® Medical Systems, China), і розраховували ударний об'єм (УО), хвилинний об'єм кровотоку (ХОК), серцевий індекс (СІ), фракцію викиду лівого шлуночка (ФВ) (рисунок 3).

Додатково моніторували BIS, відслідковували порушення системної перфузії (рівень лактату), оцінювали системну реакцію на операційний стрес (рівень глікемії), визначали час екстубації трахеї після операції та інтенсивність болю за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) безпосередньо після екстубації.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою комп'ютерних програм пакета Statistica (StatSoft Statistica v.13.0) та Microsoft Excel 2013. Для статистичного аналізу ненормально розподілених безперервних даних проводилось визначення медіани та міжквартильного розмаху (Me [Q25; Q75]), у разі нормального розподілу дані подавали як $M \pm SD$: Категоріальні змінні були представлені, як кількість та відсотки – n, (%). Для оцінки достовірності різниці кількісних характеристик застосовували критерій Манна-Уїтні (U), для оцінки достовірності різниці відносних величин – критерій χ^2 та Fisher exact. Статистично значущими вважалися результати аналізу при рівні $p < 0,05$.

Результати. Характеристика досліджуваних пацієнтів представлена в таблиці 2.

Як, видно, з таблиці 2, групи були співставні за статтю, характером супутньої патології та оперативного втручання. Пацієнти групи 2 були в середньому на 7 років старші та мали менший ІМТ на $0,4 \text{ кг/м}^2$, проте площа поверхні тіла (ППТ) достовірно не відрізнялася між групами. Тривалість операції у групі 1 виявилася в середньому на 30 хвилин довшою, ніж у групі 2. Враховуючи клінічно незначущі зазначені розбіжності, групи вважали однорідними.

Досліджувані показники глибини анестезії, інтраопераційного знеболення, реакції на операційний стрес та час екстубації представлені в таблиці 3.

Як, видно, з таблиці 3, пацієнти обох груп мали практично однаковий рівень глибини анестезії за BIS-індексом. Загальна інтраопераційна доза фентанілу в групі ESPB була майже у 5 разів меншою, ніж у групі порівняння ($p < 0,001$). Вихідний рівень глікемії в 1-й групі був достовірно нижчим у середньому на 1 ммоль/л порівняно з групою 2 ($p < 0,001$), однак наприкінці операції спостерігалася зворотна тенденція: у групі ESPB рівень глікемії перебував у межах «стрес-норми», тоді як у групі порівняння він був у 1,3 раза вищим і відповідав рівню «стрес-пошкодження» ($p < 0,001$). Рівень лактату крові не відрізнявся між групами та збільшувався майже у 3 рази наприкінці операції при нормальних вихідних значеннях, що є закономірною післяперфузійною реакцією в кардіохірургії. Час екстубації трахеї в групі 2 був значно меншим – у середньому на 288 хвилин – порівняно з групою 1 ($p < 0,001$). Подібну тенденцію мав і показник інтенсивності болю після екстубації: при використанні ESPB він був у 5 разів нижчим, ніж при проведенні анестезії без ESPB ($p < 0,001$).

Інтраопераційні показники гемодинаміки аналізували на таких етапах: 1 – вихідний рівень; 2 – початок операції; 3 – стернотомія; 4 – перікардіотомія; 5 – період після відключення ШК; 6 – кінець операції; 7 – екстубація. Дані представлені в таблиці 4 та на рисунках 4 і 5.

Як видно з таблиці 4 та рисунків 4 і 5, коливання САТ, ДАТ та ЧСС в групах дослідження були в межах допустимих референтних значень. Динаміка змін зазначених показників мала однотипний характер на всіх етапах дослідження окрім етапу стернотомії, коли в групі 1 як артеріальний тиск, так і ЧСС збільшувались більше, ніж вихідний рівень, а в групі 2 – залишалися на рівні попереднього етапу ($p < 0,001$). На етапах 2, 4-7 величини АТ та ЧСС у групі 1 були на $15\text{-}25 \text{ мм рт. ст.}$ та на $10\text{-}25 \text{ уд/хв.}$, відповідно, ви-



Рисунок 3. Показники ЧСЕхоКГ (власні данні)

Таблиця 2

Характеристика досліджуваних пацієнтів

Параметри		Група 1 (n=76)	Група 2 (n=141)	p
Жінки, n (%)		20 (26)	41 (29)	0,665*
Чоловіки, n (%)		56 (74)	100 (71)	0,665*
Вік, років		59 [52; 66]	66 [58; 71]	0,019
ІМТ, кг/м ²		26,9 [24,8; 30,8]	27,3 [24; 29,8]	0,467
ППТ, м ²		1,92 [1,8; 2,04]	1,94 [1,81; 2,06]	0,77
Супутня патологія, n (%)	ГХ	66 (86,8)	126 (89,3)	0,579*
	Порушення ритму серця	14 (18,4)	38 (26)	0,16*
	ЦД	15 (19,7)	34 (24)	0,462*
	Патологія щитоподібної залози	14 (18,4)	15 (10,6)	0,108*
	Порушення обміну АК	10 (13,5)	24 (17)	0,0001*
	Онкопатологія	3 (3,9)	9 (6,3)	0,454*
	ГХН, ХХН	1 (1,3)	10 (7)	0,064*
	ГПМК, наслідки	5 (6,5)	5 (3,5)	0,309*
	ТЕЛА	0	1 (0,7)	0,461*
	Інші захворювання	15 (19,7)	18 (12,7)	0,172*
Операції, n (%)	АКШ+ПАК/ПМК/клапанна пластика	15 (19,7)	34 (24,1)	0,462*
	АКШ	21 (27,6)	44 (31)	0,583*
	ПАК	12 (16)	33 (23)	0,186*
	Пластика або ПМК	24 (32)	20 (15)	0,002*
	Інші операції на серці	4 (5)	10 (7)	0,6*
	Тривалість операції, (хвилин)	340 [310; 400]	310 [250; 360]	<0,001

Примітки: * - розрахунок за «критерій χ^2 »; ІМТ – індекс маси тіла; ППТ – площа поверхні тіла; АКШ – аорто-коронарне шунтування; ПАК – протезування аортального клапана; ПМК – протезування мітрального клапана; ГХ – гіпертонічна хвороба; ЦД – цукровий діабет; АК – амінокислота; ГХН – гостра хвороба нирок; ХХН – хронічна хвороба нирок; ГПМК – гостре порушення мозкового кровообігу; ТЕЛА – тромбоемболія легеневої артерії.

Таблиця 3

Показники якості інтраопераційного знеболення

Показники		Група 1 (n = 76)	Група 2 (n = 141)	p
BIS		45,5 [42; 48,5]	46 [42; 50]	0,114
Фентаніл, мг		1 [1; 1]	0,2 [0,15; 0,2]	<0,001
Глікемія, (ммоль/л)	початок операції	5,9 [5,6; 6,6]	6,8 [6; 7,6]	<0,001
	кінець операції	10,95 [10,15; 12,8]	8,4 [7,5; 9,2]	<0,001
Лактат, (ммоль/л)	початок операції	1 [0,8; 1,2]	1,1 [0,9; 1,3]	0,161
	кінець операції	2,9 [1,9; 3,8]	2,5 [1,9; 3,7]	0,311
Час екстубації трахеї, хв.		300 [240; 390]	12 [8; 15]	<0,001
Інтенсивність п/о болю, бали ВАШ		5 [4; 6]	1 [0; 1]	<0,001

Примітка: BIS – біспектральний індекс головного мозку, ВАШ – візуально-аналогова шкала/

щими, ніж у групі 2 ($p < 0,001$). Інтраопераційна міжетапна варіабельність середніх величин середнього АТ та ЧСС у групі ESPB виглядала менш вираженою і дорівнювала максимально 14 мм рт. ст. та 12 уд/хв., відповідно. У групі порівняння максимальна різниця за цими показниками складала 26 мм рт. ст. ($p < 0,001$) та 13 уд/хв. ($p < 0,001$), відповідно.

Для підтримання оптимального індивідуалізованого артеріального тиску в обох групах у частини пацієнтів застосовували вазопресорну та/або інотропну підтримку. Дані щодо частоти використання, ком-

бінацій препаратів та їх середніх доз серед пацієнтів, які їх отримували, представлені в таблиці 5.

Як видно з таблиці 5, пацієнти обох груп потребували введення вазопресорних та інотропних препаратів або їх комбінації під час оперативного втручання. Проте, у групі 2 кількість таких пацієнтів була достовірно меншою, ніж у групі 1 по всім препаратам: дофамін (до ШК – 64,5 % проти 96 %, відповідно, $p < 0,001$; після ШК – 43,3 % проти 96 %, відповідно, $p < 0,001$); добутамін (до ШК – 2,1% проти 10,5 %, відповідно, $p = 0,018$; після ШК – 5,7 % проти 23,7 %, від-

Таблиця 4

Артеріальний тиск та ЧСС на різних етапах операції

Показники/етап операції		Група 1 (n=76)	Група 2 (n=141)	p
САТ, (мм рт. ст.)	1	135 [130; 145]	145 [130; 150]	0,005
	2	129,5 [120,5; 138,5]	112 [104; 120]	<0,001
	3	132 [127,5; 138,5]	104 [96; 111]	<0,001
	4	89 [87; 91]	90 [87; 98]	0,058
	5	90 [86; 95,5]	100 [93; 106]	<0,001
	6	132 [120; 139,5]	105 [101; 113]	<0,001
	7	127,5 [124; 136]	110 [103; 116]	<0,001
ДАТ, (мм рт.ст.)	1	75 [70; 80]	85 [80; 90]	<0,001
	2	75 [65; 80]	60 [54; 68]	<0,001
	3	78 [67; 83,5]	55 [49; 60]	<0,001
	4	61 [58; 65]	49 [44; 56]	<0,001
	5	63,5 [60; 67]	53 [48; 58]	<0,001
	6	75,5 [65; 85]	56 [52; 62]	<0,001
	7	70 [65; 82,5]	60 [55; 64]	<0,001
ЧСС, (уд/хв)	1	70 [62; 80]	70 [65; 76]	0,642
	2	75 [70; 81]	64 [58; 70]	<0,001
	3	84,5 [76; 91]	58 [54; 68]	<0,001
	4	78 [67; 87]	60 [54; 69]	<0,001
	5	78 [75; 90]	70 [65; 80]	<0,001
	6	78,5 [70; 94,5]	70 [63; 74]	<0,001
	7	72 [65,5; 88]	68 [64; 74]	<0,001

Примітка: САТ – систолічний артеріальний тиск; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск; ЧСС – частота серцевих скорочень.

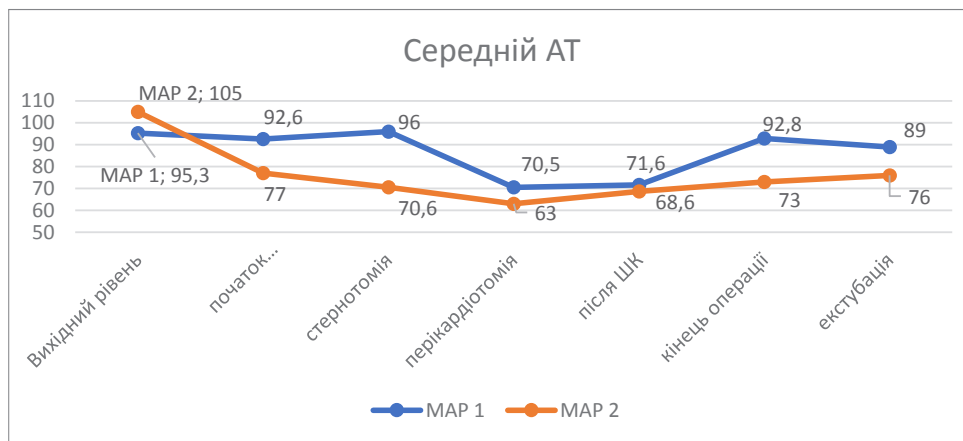


Рисунок 4. Динаміка середнього АТ на етапах дослідження

повідно, $p < 0,001$); норадреналін (до ШК – 2,1 % проти 3,9 %, відповідно, $p = 0,425$; після ШК – 31,9 % проти 54 %, відповідно, $p = 0,002$). Середні дози препаратів серед пацієнтів, які їх отримували, також були нижчими в групі ESPB порівняно з пацієнтами групи без ESPB: до та після ШК – щодо норадреналіну ($p = 0,5$ та $p < 0,001$, відповідно); та майже однаковою на цих етапах операції – по дофаміну ($p < 0,001$ та $p = 0,299$, відповідно) та добутаміну ($p = 0,587$ та $p = 0,005$, відповідно). Монотерапія артеріальної гіпотензії до періоду ШК застосовувалася у 88,1 % пацієнтів групи 1

та у 65,2 % пацієнтів групи 2 ($p < 0,001$), після ШК – у 38,2 % пацієнтів групи 1 та у 45,4 % пацієнтів групи 2 ($p = 0,318$).

Комбінацію двох препаратів для корекції АТ до періоду ШК використовували у 9,2 % пацієнтів групи 1 та у 1,4 % пацієнтів групи 2 ($p = 0,0098$), після ШК – у 50 % пацієнтів групи 1 та у 17,7 % пацієнтів групи 2 ($p < 0,001$). Корекцію інтраопераційної гіпотензії за допомогою трьох препаратів у групі 1 до періоду ШК проводили 1 пацієнту (1,3 %) та після ШК – 9 пацієнтам (11,8 %), у той час як у групі 2 таку комбінацію

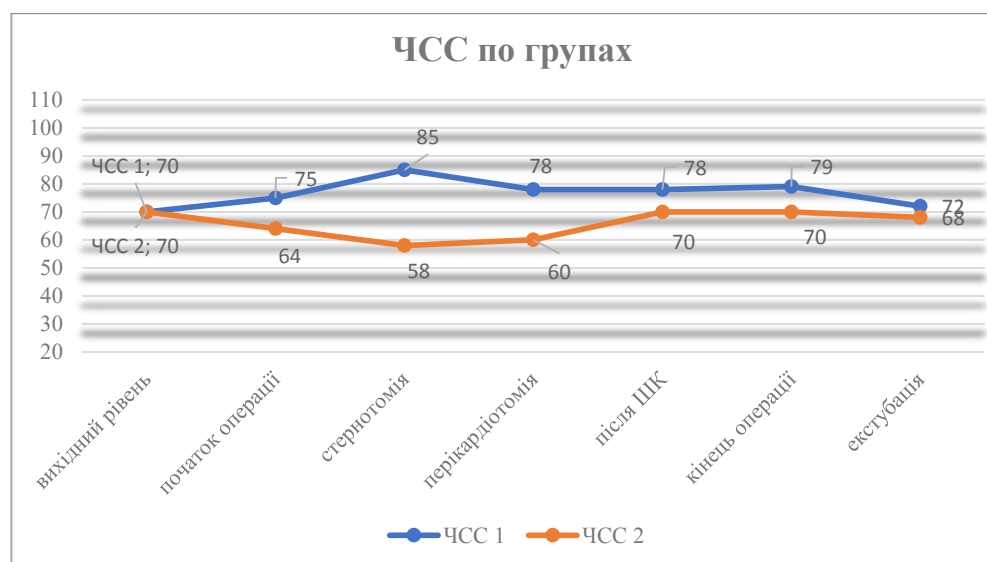


Рисунок 5. Динаміка ЧСС на етапах дослідження

Таблиця 5

Характеристика підтримуючої гемодинамічної терапії.

Показники/етап операції				Група 1 (n=76)	Група 2 (n=141)	p
Дофамін	До ШК	Кількість пацієнтів/доза серед пацієнтів	n (%)	73 (96)	91 (64,5)	<0,001*
			мкг/кг/хв	3 [3; 3]	3 [3; 3]	<0,001
	Після ШК	Кількість пацієнтів/доза серед пацієнтів	n (%)	73 (96)	61 (43,3)	<0,001*
			мкг/кг/хв	5 [3; 5]	4,8 [3; 5]	0,299
Добутамін	До ШК	Кількість пацієнтів/доза серед пацієнтів	n (%)	8 (10,5)	3 (2,1)	0,018*
			мкг/кг/хв	3 [2,5; 4]	3 [2; 3]	0,587
	Після ШК	Кількість пацієнтів/доза серед пацієнтів	n (%)	18 (23,7)	8 (5,7)	<0,001*
			мкг/кг/хв	5 [5; 5]	4 [3,5; 5]	0,005
Норадреналін	До ШК	Кількість пацієнтів/доза серед пацієнтів	n (%)	3 (3,9)	3 (2,1)	0,425*
			мкг/кг/хв	0,8 [0,05; 1,2]	0,1 [0,05; 0,1]	0,5
	Після ШК	Кількість пацієнтів/доза серед пацієнтів	n (%)	41 (54)	45 (31,9)	0,002*
			мкг/кг/хв	0,4 [0,2; 0,7]	0,1 [0,1; 0,2]	<0,001
1 препарат, n (%)	До ШК			67 (88,1)	92 (65,2)	<0,001*
	Після ШК			29 (38,2)	64 (45,4)	0,318*
2 препарати, n (%)	До ШК			7 (9,2)	2 (1,4)	0,0098*
	Після ШК			38 (50)	25 (17,7)	<0,001*
3 препарати, n (%)	До ШК			1 (1,3)	0	0,35*
	Після ШК			9 (11,8)	0	<0,001*

Примітка: * – за критерієм Fisher exact (комбінація та частота застосування препаратів).

не застосовували ні в період до ШК ($p=0,35$), ні після нього ($p<0,001$).

Досліджувані показники центральної гемодинаміки, кислотно-лужного стану крові (КЛС) та кисневого статусу вивчали на наступних етапах: 2 – початок операції; 6 – кінець операції. Дані представлені в таблиці 6.

Як, видно, з таблиці 6, досліджувані показники в обох групах пацієнтів залишалися в межах референтних значень. На початку операції після виконання ESPB пацієнти групи 2 мали в 1,3 раза менший УО

($p<0,001$) та менший СІ ($p<0,001$), що можна пояснити нижчими значеннями ЧСС після виконання ESPB порівняно з пацієнтами групи 1 при недостовірно зниженому ХОК ($p<0,001$).

Наприкінці операції тенденція зберігалася для всіх зазначених показників: УО ($p=0,001$), СІ ($p<0,001$), ХОК ($p<0,001$). Однак якщо в групі 1 значення УО та ХОК наприкінці операції збільшувалися, а СІ знижувався, то в групі 2, навпаки, всі показники зростали: УО на 16 % ($p=0,00017$), СІ на 9,3 % ($p=0,0059$), ХОК на 9,7 % ($p=0,0054$).

Таблиця 6

Характеристика досліджуваних показників центральної гемодинаміки, кислотно-лужного стану крові та кисневого статусу

Показники/етап операції		Група 1 (n=76)	Група 2 (n=141)	p
УО, мл	2	89 [68,5; 129]	64 [49; 83]	<0,001
	6	92 [72,5; 104]	77 [62; 95]	0,001
ХОК, л/хв	2	7,18 [5,12; 9,63]	4,88 [3,94; 5,92]	<0,001
	6	7,47 [5,86; 8,78]	5,4 [4,42; 6,93]	<0,001
CI, м ² /хв	2	3,91 [2,78; 5,36]	2,55 [2,06; 3,13]	<0,001
	6	3,88 [3,07; 4,81]	2,81 [2,26; 3,56]	<0,001
ФВ, %	2	55,5 [48; 64]	58 [53; 67]	0,091
	6	67 [56; 71,5]	70 [62; 74]	0,0021
Hb, г/л	2	136,5 [128; 145,5]	150 [136; 160]	<0,001
	6	103 [99; 110]	122 [112; 131]	<0,001
рН, відн. од.	2	7,37 [7,34; 7,41]	7,39 [7,36; 7,41]	0,363
	6	7,31 [7,28; 7,36]	7,38 [7,36; 7,42]	<0,001
PaCO ₂ , мм рт. ст.	2	45,15 [39,85; 48,1]	39,4 [36,9; 41,8]	<0,001
	6	48,8 [44,1; 53,4]	41,2 [38; 44]	<0,001
PaO ₂ , мм рт. ст.	2	167 [107,5; 227]	240 [171; 267]	<0,001
	6	134 [85,2; 208,5]	127 [90,4; 185]	0,699
DO ₂ I, мл*м ⁻² *хв ⁻¹	2	386,5 [356; 420]	464 [391; 596]	<0,001
	6	356 [343; 400]	398 [348; 485]	0,0015
VO ₂ I, (мл*м ⁻² *хв ⁻¹)	2	117 [113; 134]	141 [94; 152]	0,9106
	6	108 [96,5; 110]	110 [95; 138]	0,186

Примітка: рН – крові – співвідношення кислот та лугів в крові; PaCO₂ – парціальний тиск вуглекислого газу в артеріальній крові; PaCO₂ – парціальний тиск кисню в артеріальній крові; Hb – гемоглобін, ШК – штучний кровообіг; УО – ударний об'єм; ХОК – хвилинний об'єм кровотоку; CI – серцевий індекс; ФВ – фракція викиду; DO₂I – індекс доставки кисню; VO₂I – індекс споживання кисню.

При використанні ESPB показник доставки кисню (DO₂I) достовірно перевищував значення у пацієнтів групи порівняння як на вихідному рівні (p<0,001), так і після кардіохірургічного втручання (p=0,0015), що може бути зумовлено вищими рівнями Hb та PaO₂ у групі 2. Показник споживання кисню (VO₂I) достовірно не відрізнявся між групами на початку операції (p=0,91) і був подібним наприкінці операції (p=0,186). Значення фракції викиду (ФВ) та рН мали достовірні міжгрупові відмінності лише після завершення кардіохірургічного втручання: у групі ESPB середні значення ФВ та рН були вищими, ніж у групі порівняння, відповідно на 5 % (p=0,0021) та 0,07 умовних одиниць (p=0,001).

Обговорення. Використання різних технік мультимодальної анальгезії ефективно інтегроване в програми ERAS у різних галузях хірургії, зокрема й у кардіохірургії (ERASC). Так, Alexa Christophides [18] та Jeffrey B. MacLeod [19] зі співавторами доводять, що MMA (часто із застосуванням регіонарної анестезії та системних анальгетиків) забезпечує ефективний контроль болю, знижує загальну дозу опіоїдів, сприяє ранній екстубації трахеї та, своєю чергою, запобігає розвитку системних поліорганичних дисфункцій і покращує результати лікування кардіохірургічних пацієнтів.

DT Hoan [20] та Lin Jin [21] зі співавторами оцінювали ефективність ESPB при мініінвазивній кардіохірургії та пов'язали його із нижчими показниками ВАШ кашлю (44 бали проти 47 балів, p=0,001) та ВАШ у спокої (28 балів проти 35,5 бала, p=0,003). Ми отримали аналогічні результати при операціях із серединною стернотомією. Інтенсивність болю за ВАШ у групі пацієнтів, яким застосовували двосторонній подовжений ESPB із катетеризацією площини м'язів-випрямлячів хребта на рівні Th3-Th4, була достовірно нижчою одразу після операції порівняно з групою пацієнтів, у яких ESPB не застосовували (5 [4; 6] проти 1 [0; 1] бала відповідно, p<0,001).

Крім того, нами також доведено, що блокада площини м'язів-випрямлячів хребта призводить до зниження періопераційної дози опіоїдів та ранньої екстубації пацієнтів.

Основною метою цього контрольованого дослідження було визначення можливого впливу ESPB на інтраопераційні зміни гемодинаміки та кисневого статусу у пацієнтів, прооперованих на серці зі серединною стернотомією в умовах штучного кровообігу – галузі, яка практично не висвітлена в літературних джерелах з кардіохірургії та кардіоанестезіології. Автори сучасних досліджень переважно надають інформацію про вплив ESPB на інтенсивність після-

операційного болю, час екстубації трахеї та тривалість перебування у ВІТ і стаціонарі [22-23]. Особливу увагу дослідники приділяють інтраопераційному споживанню опіоїдів.

Так, Lin Jin [21] у своїй роботі оцінив вплив безперервного ESPB у пацієнтів, яким виконували міні-інвазивні кардіохірургічні втручання, і показав зменшення споживання опіоїдів у групі ESPB (суфентаніл 104,8 мкг) порівняно з групою без ESPB (145,5 мкг), $p=0,0001$. Водночас Chien-An Liao [14] зі співавторами оцінили вплив ESPB на інтраопераційну гемодинамічну стабільність та загальне споживання фентанілу, провівши ретроспективний аналіз 173 пацієнтів після відкритої внутрішньої фіксації множинних переломів ребер. Автори продемонстрували позитивний вплив ESPB за методикою single shot (одноразове введення) на стабільність гемодинаміки як під час операції, так і через 90 хвилин після неї (більш стабільні та нижчі значення АТ і ЧСС), а також зниження споживання фентанілу в групі ESPB ($71,85 \pm 55,082$ мкг) порівняно з контрольною групою ($98,09 \pm 59,928$ мкг), $p=0,004$.

У нашому дослідженні в когорті пацієнтів із подовженим ESPB також відзначалися нижчі та більш стабільні інтраопераційні значення АТ і ЧСС на всіх етапах операції, включно з етапом серединної стернотомії, на якому в групі без ESPB, навпаки, спостерігалися гіпертензія та тахікардія. Загальна доза фентанілу також була меншою в групі ESPB ($0,2 [0,15; 0,2]$ мг) порівняно з групою без ESPB ($1 [1; 1]$ мг), $p<0,001$. Такий позитивний вплив ESPB, особливо на етапах вираженої хірургічної стимуляції, безперечно сприяє профілактиці гіпердинамії, гіпертензії, тахікардії та розвитку пов'язаних із цим хірургічних ускладнень (дисекції судин, посилення інтраопераційної кровотечі тощо).

У своїй роботі Suad Keranovic та співавтори [24] підкреслюють, що пацієнти в кардіохірургії часто потребують інотропної або вазопресорної підтримки для забезпечення гемодинамічної стабільності та адекватного постачання кисню, із застосуванням різних вазоактивних агентів як окремо, так і в комбінаціях. Hideyuki Kato та Williams JB зі співавторами продемонстрували використання різних інотропних засобів та їх комбінацій у кардіохірургії, провівши ретроспективний аналіз 2390 карт пацієнтів [25-26]. Автори зосередилися на пацієнтах, які отримували будь-які інотропні/вазопресорні препарати під час операції та після неї, представивши результати у відсотках їх використання (дофамін – 26 %, фенілефрин – 16 %, добутамін – 15 %, адреналін – 14 %, норадреналін – 14 %, мілринон – 12 %, вазопресин – 3 %).

У нашому дослідженні частота використання дофаміну та норадреналіну була значно вищою, тоді як добутамін – співставною з наведеними даними. Додатково ми проаналізували комбінації препаратів для підтримки артеріального тиску та виявили, що частота використання як окремих препаратів, так і

їхніх комбінацій, а також середні дози вазопресорів/інотропів у пацієнтів групи ESPB були нижчими, ніж у пацієнтів групи без ESPB. На нашу думку, це насамперед пов'язано з достовірною п'ятикратною різницею в інтраопераційному дозуванні фентанілу між групами, а саме – зі зменшенням його застосування в групі ESPB.

У сучасній літературі ми не знайшли даних щодо особливостей змін центральної гемодинаміки та кисневого статусу при використанні будь-яких методів регіонарної анестезії під час кардіохірургічних операцій із серединною стернотомією. Ймовірно, це пов'язано з великою кількістю хірургічних факторів, що впливають на ці показники. Водночас у нашому дослідженні встановлено, що ESPB сприяє зменшенню значень УО, СІ та ХОК, при цьому не знижуючи системного транспорту кисню та не обмежуючи його споживання тканинами. Цікавим є й той факт, що фракція викиду достовірно зростає до кінця операції у пацієнтів, яким застосовували ESPB.

Висновки

1. ESPB, як компонент мультимодальної анестезії, ефективно попереджає розвиток артеріальної гіпертензії і тахікардії на найбільш агресивному етапі кардіохірургічної операції – етапі стернотомії.
2. ESPB сприяє мінімізації інтраопераційних коливань гемодинаміки та зменшенню потреби у вазоактивній/інотропній підтримці у пацієнтів при кардіохірургічних операціях із серединною стернотомією.
3. ESPB забезпечує більшу стабільність показників центральної гемодинаміки на кінець кардіохірургічної операції.
4. SPB значуще не впливає на кисневий статус пацієнтів при кардіохірургічних операціях із серединною стернотомією.

Перспективи подальших досліджень. ESPB як компонент мультимодальної анестезії може покращувати не лише інтраопераційну стабільність гемодинаміки, але й потенційно позитивно впливати на швидкість відновлення пацієнтів після операцій на серці через серединну стернотомію, що потребує подальшого вивчення.

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

Дотримання етичних норм. Автори рукопису свідомо засвідчують, що дослідження проводилось з використанням даних первинної медичної документації та включало клінічні спостереження за пацієнтами. Дослідження проведено відповідно до етичних

стандартів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини, директиви Європейського товариства 86/609 про участь людей у медико-біологічних дослідженнях, а також наказу Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р. Інформована згода на участь у дослідженні була отримана від усіх учасників після надання їм зрозумілої, повної та доступної інформації про мету, дизайн і методологію дослідження, його потенційні ризики, очікувані переваги та можливі альтернативи. Усі учасники підтвердили свою добровільну участь шляхом підписання документа про інформовану згоду.

Дослідження схвалене Комісією з питань етики та біоетики Запорізького державного медико-фармацевтичного університету (витяг з протоколу № 4 від 12 березня 2026 р.).

Використання штучного інтелекту. Автори рукопису свідомо засвідчують, що у процесі проведення дослідження та підготовки цього рукопису не використовували жодних інструментів або сервісів генеративного штучного інтелекту для виконання будь-яких завдань, перелічених у Таксономії делегування завдань генеративному штучному інтелекту (GAIDeT, 2025 р.). Усі етапи роботи – від концептуалі-

зації до фінального редагування – виконані без залучення генеративного штучного інтелекту, виключно авторами.

Первинні дані та матеріали. Автори рукопису свідомо засвідчують, що у роботі використано результати власних клінічних досліджень, що були систематизовані та проаналізовані авторами. Первинні дані включають узагальнені показники пацієнтів, лабораторні результати, протоколи та отримані кількісні характеристики. Всі матеріали збережені в архіві дослідницької групи та можуть бути надані за обґрунтованим запитом до автора-кореспондента, з урахуванням вимог конфіденційності та етичних норм.

Інформація про фінансування. Автори рукопису свідомо засвідчують про відсутність будь-якого фінансування як наукової роботи, так і процесу публікації статті.

Подяки. Автори висловлюють подяку за злагожену роботу, професіоналізм, оперативні комунікації та зацікавленість у взаємодіях співробітникам відділень кардіохірургії, анестезіології та відділення екстреної невідкладної медичної допомоги КНП «ЗОКЛ» ЗОР м. Запоріжжя, Україна. Окрема подяка лікарці-інтерну 3-го року навчання зі спеціальності «Анестезіологія», Мустафаєвій Сіасет Алімівні.

References

Список використаних джерел

1. Arora D, Mehta Y. Recent trends on hemodynamic monitoring in cardiac surgery. *Ann Card Anaesth*. 2016;19(4):580-583. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.191557>
2. Perioperative hemodynamic monitoring in cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2023;37(8 Pt B). <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000001327>
3. Wahba A, Kunst G, De Somer F, Agerup Kildahl H, Milne B, Kjellberg G, et al. 2024 EACTS/EACTAIC/EBCCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Interdiscip Cardiovasc Thorac Surg*. 2025;40(2):ivaf002. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaf002>
4. Pinsky MR, Payen D. Functional hemodynamic monitoring. *Crit Care*. 2005;9:566. <https://doi.org/10.1186/cc3927>
5. Vitovskiy AR. Features of hemodynamics in elderly patients undergoing CABG surgery at the stage of induction anesthesia. *Ukr J Cardiovasc Surg*. 2023;31(4):14-19. [https://doi.org/10.30702/ujcvts/23.31\(04\)/V057-1419](https://doi.org/10.30702/ujcvts/23.31(04)/V057-1419)
6. Rajakaruna C, Rogers C, Pike K, Alwair H, Cohen A, Tomkins S, et al. Superior haemodynamic stability during off-pump coronary surgery with thoracic epidural anaesthesia: results from a prospective randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2013;16(5):602-607. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivt001>
7. Heikkilä H, Jalonen J, Arola M, Laaksonen V. Haemodynamics and myocardial oxygenation during anaesthesia for coronary artery surgery: comparison between enflurane and high-dose fentanyl anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1985;29(5):457-464. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1985.tb02234.x>
8. Demir AZ, Özgök A, Balci E, Karaca OG, Şimşek E, Günaydin S. Preoperative ultrasound-guided bilateral thoracic erector spinae plane block within an enhanced recovery program is associated with decreased intraoperative lactate levels in cardiac surgery. *Perfusion*. 2024;39(2):324-333. <https://doi.org/10.1177/02676591221140754>
9. Burton SW, Riojas C, Gesin G, Smith CB, Bandy V, Sing R, et al. Multimodal analgesia reduces opioid requirements in trauma patients with rib fractures. *J Trauma Acute Care Surg*. 2022;92(3):588-596. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003486>
10. Simpson JC, Bao X, Agarwala A. Pain management in enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols. *Clin Colon Rectal Surg*. 2019;32(2):121-128. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1676477>
11. Borracci T, Prencipe D, Masotti A, Nella A, Tuccinardi G, Margiacchi L, et al. The experience of setting up a resident-managed acute pain service: a descriptive study. *BMC Anesthesiol*. 2016;16:14. <https://doi.org/10.1186/s12871-016-0179-0>
12. Weinstein EJ, Levene JL, Cohen MS, Andreae DA, Chao JY, Johnson M, et al. Local anaesthetics and regional anaesthesia versus conventional analgesia for preventing persistent postoperative pain in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;(4):CD007105. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007105.pub3>

13. Clinical Anesthesiology. Anesthesiology News. 2025 Aug 4. Available from: <https://www.anesthesiologynews.com/a/Ay8BAA>
14. Liao CA, Chen YJ, Shen SJ, Wang QA, Chen SA, Liao CH, et al. Erector spinae plane block enhances hemodynamic stability decreasing analgesic requirements in surgical stabilization of rib fractures. *World J Emerg Surg.* 2024;19(1):36. <https://doi.org/10.1186/s13017-024-00567-2>
15. Melnyk M, Casey RG, Black P, Koupparis AJ. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols: time to change practice? *Can Urol Assoc J.* 2011;5(5):342-348. <https://doi.org/10.5489/cuaj.11002>
16. Clinical Anesthesiology. Anesthesiology News. 2025 Jan 6. Available from: <https://www.anesthesiologynews.com/a/bCcBAA>
17. Carl M, Alms A, Braun J, Dongas A, Erb J, Goetz A, et al. S3 guidelines for intensive care in cardiac surgery patients: hemodynamic monitoring and cardiocirculatory system. *Ger Med Sci.* 2010;8:Doc12. <https://doi.org/10.3205/000101>
18. Christophides A, DiMaria S, Jacob SA, Feit A, Oster J, Bergese S. Fast-track extubation after cardiac surgery: a narrative review. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2026;13(1):6. <https://doi.org/10.3390/jcdd13010006>
19. MacLeod JB, D'Souza K, Aguiar C, et al. Fast tracking in cardiac surgery: is it safe? *J Cardiothorac Surg.* 2022;17:69. <https://doi.org/10.1186/s13019-022-01815-9>
20. Hoan DT, Hung DD, Dat PQ, Tu NH. Continuous unilateral erector spinae plane block versus intravenous analgesia in minimally invasive cardiac surgery: a randomized controlled trial. *Open Access Maced J Med Sci.* 2022;10(B):1340-1346. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.9071>
21. Jin L, Yu Y, Miao P, Huang YH, Yu SQ, Guo KF. Effect of continuous erector spinae plane block on postoperative recovery in patients undergoing minimally invasive cardiac surgery: a prospective randomized controlled trial. *Curr Med Sci.* 2024;44(6):1103-1112. <https://doi.org/10.1007/s11596-024-2593-4>
22. 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;37(12):5220-5229. <https://doi.org/10.1111/jocs.17005>
23. Wang W, Yang W, Liu A, Liu J, Yuan C. The analgesic effect of ultrasound-guided erector spinae plane block in median sternotomy cardiac surgery in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2024;38(11):2792-2800. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2024.05.019>
24. Keranovic S, Salihovic E, Zrnanovic D, Prelic M, Piric A, Kikanovic T. Inotropic and mechanical support of critically ill patient after cardiac surgery. *Med Arch.* 2020;74(3):236-239. <https://doi.org/10.5455/medarh.2020.74.236-239>
25. Kato H, Mathis BJ, Shimoda T, Nakajima T, Tokunaga C, Hiramatsu Y. Hemodynamic management with vasopressin for cardiovascular surgery. *Medicina (Kaunas).* 2024;60(12):2064. <https://doi.org/10.3390/medicina60122064>
26. Williams JB, Hernandez AF, Li S, Dokholyan RS, O'Brien SM, Smith PK, et al. Postoperative inotrope and vasopressor use following CABG: outcome data from the CAPS-care study. *J Card Surg.* 2011;26(6):572-578. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2011.01301.x>
27. Taran R. Clinical Effectiveness of Bilateral Extended ESP Block in Cardiac Surgery Patients with Median Sternotomy under Conditions of Artificial Blood Circulation *Ukr J Cardiovasc Surg.* 2025;33(2):81-88 <https://cvs.org.ua/index.php/ujcvs/article/view/735/691>

Effect of Erector Spinae Plane Block on Intraoperative Hemodynamics and Oxygenation Status in Patients Undergoing Cardiac Surgery via Median Sternotomy

Ruslan M. Taran^{1,2}, Serhii I. Vorotyntsev^{1,2}

¹ Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia, Ukraine

² Zaporizhzhia Regional Clinical Hospital, Zaporizhzhia, Ukraine

Abstract

Relevance. Recently, the erector spinae plane block (ESPB) has been used as a component of multimodal analgesia (MMA) in cardiac surgery. However, the impact of ESPB on hemodynamics and oxygenation status in patients remains insufficiently studied.

Aim. To evaluate intraoperative changes in hemodynamics and oxygenation status in cardiac surgery patients using bilateral extended erector spinae plane block as a component of multimodal analgesia.

Materials and methods. The study included 217 patients (mean age 60.6±10.9 years) undergoing cardiac surgery with median sternotomy under cardiopulmonary bypass, who were divided into 2 groups depending on the intraoperative components of MMA: group 1 (n=76) – fentanyl, paracetamol, lidocaine, ketorolac; group 2 (n=141) – ESPB, paracetamol, lidocaine, ketorolac, fentanyl – as needed. Systemic and central hemodynamic data were compared between groups, DO₂ and VO₂ indices were calculated, and the combination of drugs for vasoactive/inotropic support was analyzed. Statistica and Microsoft Excel 2013 packages were used for statistical processing.

Results: At the sternotomy stage in group 2, MAP and HR decreased to 70,6 [65,6; 76,3] mm Hg and 58 [54; 68] beats/min, respectively, in group 1 - increased to 96 [88,6; 100,8] mm Hg and 84,5 [76; 91] beats/min, respectively. At other stages, BP and HR in group 2 were lower than in group 1 (p<0.001). The variability of MAP and HR in group 2

was 14 mm Hg and 12 beats/min, in group 1 – 26 mm Hg ($p<0.001$) and 13 beats/min ($p<0.001$), respectively. In group 2, vasopressors/inotropes and their combinations were used less frequently ($p<0.001$), the dosage was lower before artificial blood circulation for dobutamine ($p=0.006$) and noradrenaline ($p=0.429$), after artificial blood circulation, for dopamine and dobutamine ($p<0.001$). At the beginning of the operation after ESPB, patients in group 2 had 1,3 times lower stroke volume ($p<0.001$) and cardiac index ($p<0.001$) than patients in group 1. At the end of the operation, this difference was significant for stroke volume ($p=0.001$), cardiac index ($p<0.001$), and minute volume of blood flow ($p<0.0091$). DO_2I in group 2 was higher than in group 1, both at baseline (464 [391; 596] $ml \cdot m^2 \cdot min^{-1}$ vs. 386,5 [356; 420] $ml \cdot m^2 \cdot min^{-1}$, $p<0.001$) and after surgery (398 [348; 485] $ml \cdot m^2 \cdot min^{-1}$ vs. 356 [343; 400] $ml \cdot m^2 \cdot min^{-1}$, $p=0.0015$). VO_2I did not significantly differ between groups at the beginning of the operation ($p=0.91$), and did not differ between groups at the end of the operation ($p=0.186$).

Conclusions. ESPB effectively prevents arterial hypertension and tachycardia at the sternotomy stage, helps minimize intraoperative hemodynamic fluctuations and reduce the need for vasoactive and inotropic support, improves central hemodynamics, and does not significantly affect oxygenation status in patients undergoing cardiac surgery via median sternotomy.

Keywords: cardiovascular surgery, medial sternal access, multimodal analgesia, erector spinae plane block, central circulation, oxygenation.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 22.02.2026

Після доопрацювання / Revised: 14.04.2026

Прийнято до публікації / Accepted: 30.04.2026