

Вплив двостороннього поверхневого парастерального міжреберного блока на інтраопераційну гемодинаміку та кисневий статус у кардіохірургічних пацієнтів, оперованих через серединну стернотомію

Р. М. Таран^{1,2,A-F}, С. І. Воротинцев^{1,2,A,E,F}

¹Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна; ²КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Ключові слова:

серцево-судинна хірургія, медіальний стернальний доступ, мультимодальна аналгезія, поверхнева парастеральна міжреберна блокада, центральний кровообіг, оксигенація.

Запорізький медичний журнал.
2026. Т. 28, № 5(158).
С. 450-458

Поверхневий міжреберний парастеральний блок (SPIPB) як компонент мультимодальної анестезії (ММА) все частіше використовують у кардіохірургії. Проте вплив цього блока на гемодинаміку та кисневий статус пацієнтів досліджено недостатньо.

Мета роботи – оцінити зміни інтраопераційних показників гемодинаміки та показників кисневого статусу у кардіохірургічних пацієнтів при використанні двостороннього поверхневого міжреберного парастерального блока як компонента ММА.

Матеріали і методи. До дослідження залучено 107 пацієнтів (середній вік – $60,3 \pm 11,1$ року), оперованих на серці через серединну стернотомію в умовах штучного кровообігу. Пацієнтів поділили на 2 групи залежно від інтраопераційних компонентів ММА: група 1 ($n = 76$) – фентаніл, нестероїдні протизапальні засоби (НПЗЗ); група 2 ($n = 31$) – SPIPB, НПЗЗ, фентаніл – за необхідністю. Групи порівнювали за даними системної та центральної гемодинаміки, розраховували індекси доставки (DO_2) та споживання (VO_2) кисню, аналізували комбінації препаратів для вазоактивної / інотропної підтримки. Для статистичного опрацювання даних використано пакети Statistica та Microsoft Excel 2013.

Результати. На початку операції в групі 2 середній артеріальний тиск (МАР) та частота серцевих скорочень (ЧСС) суттєво не відрізнялися від показників групи 1 (МАР: $92,60 \pm 11,34$ мм рт. ст. – група 1 та $83,70 \pm 12,30$ мм рт. ст. – група 2; ЧСС: $75,0 \pm 10,5$ уд./хв – група 1 та $69,0 \pm 13,8$ уд./хв – група 2). На етапі стернотомії в групі 2 показники систолічного артеріального тиску та ЧСС зменшувалися до $106,0 [102,0; 123,0]$ мм рт. ст. та $62,0 [54,0; 70,0]$ уд./хв відповідно, а в групі 1 збільшувалися до $132,0 [127,5; 138,5]$ мм рт. ст. та $84,5 [76,0; 91,0]$ уд./хв відповідно ($p < 0,001$). Наприкінці операції групи не відрізнялися за ЧСС ($p = 0,307$), а систолічний артеріальний тиск був меншим у групі 2 ($p = 0,0057$). На етапах 4–7 показники МАР і ЧСС у групі 1 були вищими в середньому на 3–17 мм рт. ст. та 8–14 уд./хв відповідно, ніж у групі 2 ($p < 0,001$). У групі 2 дофамін та/або норадrenalін використовували рідше, але дози суттєво не відрізнялися. На початку операції, після виконання SPIPB у пацієнтів групи 2 визначено тенденцію до зниження показників ударного об'єму, серцевого індексу та хвилинного об'єму кровотоку порівняно з вихідним рівнем у середньому в 1,2 раза; у пацієнтів групи 1 ці показники збільшилися в середньому в 1,1 раза. Фракція викиду лівого шлуночка в групі 2 була вищою в середньому на 5 % після виконання блокади ($55,5 [48,0; 64,0]$ % – група 1 та $59,0 [48,0; 67,0]$ % – група 2, $p = 0,549$) і наприкінці операції ($67,0 [56,0; 71,5]$ % – група 1 та $72,0 [65,0; 76,0]$ % – група 2, $p = 0,0005$). Індекс DO_2 у групі 2 був вищим, ніж у групі 1 на вихідному етапі ($p = 0,001$), але не відрізнявся у групах наприкінці операції ($p = 0,759$). Незмінну динаміку мав індекс VO_2 як до штучного кровообігу ($117,0 [113,0; 134,0]$ мл·м⁻²·хв⁻¹ проти $114,0 [102,0; 143,0]$ мл·м⁻²·хв⁻¹, $p = 0,533$), так і після нього ($108,0 [96,5; 110,0]$ мл·м⁻²·хв⁻¹ проти $101,0 [84,0; 126,0]$ мл·м⁻²·хв⁻¹, $p = 0,207$).

Висновки. SPIPB запобігає розвитку гіпертензії та тахікардії на етапі стернотомії, але на період закінчення операції вплив блокади на ці показники був мінімальним. Кисневий статус пацієнтів при кардіохірургічних операціях із серединною стернотомією суттєво не змінювався при застосуванні блокади.

Keywords:

cardiovascular surgery, medial sternal access, multimodal analgesia, superficial parasternal intercostal block, central circulation, oxygenation.

Zaporozhye Medical Journal.
2026;28(5):450-458

Effect of bilateral superficial parasternal intercostal block on intraoperative hemodynamics and oxygenation status in patients undergoing cardiac surgery via median sternotomy

R. M. Taran, S. I. Vorotyntsev

The superficial parasternal intercostal block (SPIPB) has been used as a component of multimodal analgesia (MMA) in cardiac surgery. However, the impact of SPIPB on intraoperative 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 superficial parasternal intercostal block as a component of multimodal analgesia.

Materials and methods. The study included 107 patients (mean age 60.3 ± 11.1 years) undergoing cardiac surgery with median sternotomy under cardiopulmonary bypass (CPB). Patients were allocated to two groups according to the MMA protocol: group 1 ($n = 76$) received fentanyl, paracetamol, lidocaine, and ketorolac; group 2 ($n = 31$) received bilateral SPIPB with paracetamol, lidocaine, and ketorolac, with fentanyl administered on demand. Systemic and central hemodynamic parameters were compared between the groups; oxygen delivery index (DO_2I) and oxygen consumption index (VO_2I) were calculated; and the use of vasoactive / inotropic agents was analyzed. Statistical processing was performed using Statistica and Microsoft Excel 2013.

Results. At baseline, mean arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) did not differ significantly between the groups (MAP: 92.6 ± 11.3 mmHg vs 83.7 ± 12.3 mmHg; HR: 75.0 ± 10.5 bpm vs 69.0 ± 13.8 bpm). At the sternotomy stage, systolic arterial pressure and HR decreased in group 2 ($106.0 [102.0; 123.0]$ mmHg and $62.0 [54.0; 70.0]$ bpm) and increased in group 1 ($132.0 [127.5; 138.5]$ mmHg and $84.5 [76.0; 91.0]$ bpm), respectively ($p < 0.001$). At the end of the operation, HR did not differ between the two study groups ($p = 0.307$), whereas systolic arterial pressure was lower in group 2 ($p = 0.0057$). At stages 4–7, MAP and HR values in group 1 exceeded those in group 2 by an average of 3–17 mmHg and 8–14 bpm ($p < 0.001$). Dopamine and/or noradrenaline were used less frequently in group 2, although doses did not differ significantly. After SPIPB, a non-significant decrease in stroke volume, cardiac output, and cardiac index was observed in group 2 (approximately 1.2-fold), whereas these parameters increased approximately 1.1-fold in group 1. Left ventricular ejection fraction was numerically but not significantly higher in group 2 after block placement ($59.0 [48.0; 67.0]$ % vs $55.5 [48.0; 64.0]$ %, $p = 0.549$), and significantly higher at the end of surgery ($72.0 [65.0; 76.0]$ % vs $67.0 [56.0; 71.5]$ %, $p = 0.0005$). DO_2I in group 2 was higher than in group 1 at baseline ($p = 0.001$) but did not differ between groups at the end of surgery ($p = 0.759$). VO_2I was comparable between groups before CPB ($117.0 [113.0; 134.0]$ vs $114.0 [102.0; 143.0]$ ml·m⁻²·min⁻¹, $p = 0.533$) and after CPB ($108.0 [96.5.0; 110.0]$ vs $101.0 [84.0; 126.0]$ ml·m⁻²·min⁻¹, $p = 0.207$).

Conclusions. Bilateral SPIPB effectively prevents arterial hypertension and tachycardia at the sternotomy stage; however, its hemodynamic effect diminishes by the end of surgery. The block does not significantly affect the oxygen delivery or consumption indices in patients undergoing cardiac surgery via median sternotomy.

Гемодинамічний моніторинг і моніторинг кисневого статусу є необхідними у кардіохірургії, оскільки відіграють ключову роль у періопераційному веденні пацієнтів. Хворі, прооперовані на серці, мають високу частоту виникнення дисфункції серцево-судинної системи та високий ризик значної гемодинамічної нестабільності [1].

Анестезія та хірургічні маніпуляції під час оперативного втручання на відкритому серці можуть призводити до погіршення роботи серцево-судинної системи. Ретельний моніторинг показників центральної гемодинаміки, індексів доставки (DO_2I) і споживання кисню (VO_2I) спрямований на оптимізацію перфузії та запобігання інтраопераційних ускладнень [2].

Програми ERAS (прискорене відновлення після операції) в кардіохірургії є відносно новим напрямом порівняно з іншими алгоритмами ERAS, тому методи регіональної анестезії набувають у цій галузі важливого значення [3,4,5]. Консенсусна заява Кардіологічного товариства ERAS, Міжнародного товариства ERAS та Товариства торакальних хірургів (STS) наголошує на доцільності застосування регіональної анестезії в кардіохірургії [6].

Використання площинних фасціальних блоків у кардіоанестезії під час операцій на серці є ефективним і безпечним, вони стають частиною мультимодальної анестезії (MMA) за програмою ERAS [7].

Поверхневий парастернальний міжреберний блок (SPIPB) вперше описано de la Torre et al. у 2014 році під назвою пекто-міжреберна фасціальна блокада. Цей блок нині застосовують в арсеналі регіонарних методик у кардіохірургії [5,8].

Вплив SPIPB на інтраопераційну гемодинаміку та кисневий статус пацієнтів під час кардіохірургічних операцій залишається недостатньо вивченим і недостатньо описаним у доступній фаховій літературі.

Мета роботи

Оцінити зміни інтраопераційних показників гемодинаміки та показників кисневого статусу у кардіохірургічних пацієнтів при використанні двостороннього поверхневого міжреберного парастернального блока як компонента MMA.

Матеріали і методи дослідження

Одноцентрове, ретроспективно-проспективне, відкрите контрольоване дослідження проведено на базі КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, Україна. До остаточного аналізу залучено 107 пацієнтів віком від 32 до 87 років, яким виконано кардіохірургічне втручання на відкритому серці з використанням серединної стернотомії в умовах штучного кровообігу (ШК).

Залежно від методу інтраопераційної анестезії пацієнтів поділили на 2 групи: 1 – група порівняння ($n = 76$), де інтраопераційно застосовували наркотичний анальгетик, ненаркотичний анальгетик, нестероїдні протизапальні засоби (НПЗЗ) і лідокаїн 1 % внутрішньовенно (в/в); 2 – основна група ($n = 31$), у якій додатково застосовували двосторонній SPIPB (за методикою single shot), а фентаніл – за необхідністю.

Двосторонній SPIPB виконано під контролем ультразвуку за допомогою лінійного датчика 12LRS® (ультразвуковий апарат General Electric® Medical Systems, China). Після переведення пацієнта на штучну вентиляцію легень із дотриманням асептики у положенні на спині визначали анатомічні структури з обох сторін груднини на рівні Th3–Th4 для блокування гілок від міжреберних нервів Th2 до Th6, покриваючи передню та медіальну стінки грудної клітки (рис. 1, 2).

При правильному положенні кінчика голки, що підтверджене гідродисекцією 2–3 мл 5 % розчину глюкози, у фасціальну площину між великим грудним м'язом і зовнішнім міжреберним м'язом вводили місцевий анестетик білатерально (0,5 % бупівакаїн у загальному об'ємі 3 мг/кг).

Інтраопераційно використано клінічний протокол анестезіологічного забезпечення кардіохірургічних пацієнтів КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, який наведено в таблиці 1 [9,10].

Гемодинамічні показники та їх зміни оцінювали відповідно до рекомендацій щодо моніторингу в кардіохірургії [1,11,12,13] з використанням монітору пацієнта BeneVision N19 (Mindray®, China). Показники газів крові, кислотно-лужного стану та індексів доставки і споживання кисню (DO_2I , VO_2I) встановлювали за допомогою апарата ABL800FLEX®, Denmark. Показники центральної гемодинаміки оцінювали за допомогою безстравохідної ехокардіографії (ЧСЕХОКГ). За

Таблиця 1. Локальний клінічний протокол анестезіологічного забезпечення

Етапи контролю	Протокол ведення
Моніторинг	Електрокардіограма; сатурація, показник насичення крові киснем; інвазивний артеріальний тиск; інвазивний центральний венозний тиск; показники газів крові; біспектральний індекс головного мозку, моніторинг нейром'язової провідності, мінімальна альвеолярна концентрація інгаляційного анестетика, температура тіла (°C)
Премедикація	Мідазолам 0,15 мг/кг в/в, фентаніл 0,05 мг в/в, парацетамол 1000 мг в/в
Індукція	Пропофол 1,5–2,0 мг/кг в/в; релаксація – атракуріум 0,4–0,6 мг/кг в/в
Підтримка	Севофлуран – 1,4–1,6 об. %, потік свіжого газу – 0,4–0,5 л/хв, FiO_2 – 70 % (цільова мінімальна альвеолярна концентрація інгаляційного анестетика – 0,7–0,8, цільовий біспектральний індекс головного мозку – 40–60); Релаксація – атракуріум 0,2–0,4 мг/кг/год в/в безперервно (цільові дані моніторингу нейром'язової провідності – 0–3 відгуки); 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, парацетамол 1000 мг в/в; Група 2: фентаніл 2–3 мкг/кг в/в (за необхідності), лідокаїн 1 мг/кг/год в/в, кеторалак 30 мг в/в, парацетамол 1000 мг в/в + SPIPB Th3–Th4 з обох боків

допомогою ультразвукового апарату General Electric® (Medical Systems, China) та датчика ЧСExoКГ (6Tc-RS®) розраховували ударний об'єм (УО), серцевий індекс (СІ), хвилинний об'єм кровотоку (ХОК) та фракцію викиду лівого шлуночка (ФВ).

Додатково оцінювали біспектральний індекс головного мозку (BIS), рівень лактату та рівень глікемії (показники порушення системної перфузії та реакції організму на операційний стрес). Крім того, визначали час екстубації та за візуальною аналоговою шкалою (ВАШ) безпосередньо відразу після екстубації оцінювали інтенсивність болю.

Статистичне опрацювання отриманих даних проведено за допомогою комп'ютерних програм Statistica та Microsoft Excel 2013. Для статистичного аналізу безперервних даних, що не відповідали нормальному розподілу, визначено медіану та міжквартильний розмах (Me [Q25; Q75]), у разі нормального розподілу дані наведено як $M \pm SD$. Категоріальні змінні наведено як абсолютна кількість і відсотки (n, (%)). Для оцінювання кількісних характеристик застосовано критерій Манна–Вітні (U), для відносних величин – критерій χ^2 та Fisher exact. Як статистично достовірні результати аналізу визначено при рівні $p < 0,05$.

Результати

Характеристику пацієнтів з обох груп дослідження наведено в таблиці 2. Встановлено, що групи зіставні за статтю пацієнтів, характером оперативного втручання та супутньої патології. Пацієнти групи порівняння були старші в середньому на 6 років та мали більший індекс маси тіла (на 3,1 кг/м²), проте групи дослідження не відрізнялися за площею поверхні тіла ($p = 0,331$). Тривалість оперативного втручання у групі 1 на 30 хвилин більша, ніж у групі 2. Однак ці клінічно незначущі розбіжності не вплинули на зіставність груп.

Досліджені показники інтраопераційного знеболювання, глибини анестезії, реакції на операційний стрес та час екстубації наведено в таблиці 3.

Встановлено, що пацієнти з обох груп мали однаковий рівень глибини анестезії за BIS ($p = 0,607$). Сумарна доза фентанілу в групі SPIPB майже вдвічі менша, ніж у групі порівняння ($p < 0,001$). Вихідні середні показники глікемії в групі 1 були достовірно нижчими на 1,4 ммоль/л порівняно з групою 2 ($p = 0,001$), що можна пояснити

більшою часткою пацієнтів із цукровим діабетом в основній групі (48,4 % проти 19,7 %, $p = 0,0035$). Наприкінці оперативного втручання ця тенденція мала зворотний характер: хоча показник і перевищував референтні значення, у групі порівняння рівень глікемії був в 1,3 раза більшим і відповідав значенням «стрес-пошкодження» ($p < 0,001$).

Рівень лактату крові не відрізнявся у групах дослідження та збільшувався майже втричі ($p = 0,202$) наприкінці операції при нормальному вихідному рівні ($p = 0,52$), що є закономірною післяперфузійною реакцією при оперативних втручаннях у умовах ШК.

Час, коли пацієнтів із групи 2 екстубували, був у середньому на 287 хв меншим за відповідний показник групи 1 ($p < 0,001$). Подібну тенденцію мав і показник інтенсивності болю після екстубації: при використанні SPIPB його оцінено як у 2,5 раза нижчий, ніж при проведенні анестезії без блокади ($p < 0,001$).

Інтраопераційні показники гемодинаміки (артеріальний тиск (АТ) і частоту серцевих скорочень (ЧСС)) аналізували на таких етапах: 1 – вихідний рівень; 2 – початок операції; 3 – стернотомія; 4 – перикардіотомія; 5 – період після відключення ШК; 6 – кінець операції; 7 – екстубація. Дані наведено в таблиці 4 та на рис. 3 і 4.

Встановлено, що коливання ЧСС, систолічного та діастолічного АТ в обох групах були в межах допустимих значень. Вихідний рівень систолічного та діастолічного АТ, ЧСС дослідження достовірно не відрізнявся у групах дослідження ($p = 0,064$, $p = 0,625$ та $p = 0,711$ відповідно). Таку саму динаміку ці показники мали і на етапі початку оперативного втручання та відповідали гіпертензивним змінам як «стрес-пошкодження» на шкірний розріз в обох групах ($p = 0,934$, $p < 0,001$ та $p = 0,228$ відповідно). На етапі стернотомії в групі 1 як АТ, так і ЧСС мали тенденцію до збільшення порівняно з вихідним рівнем; у групі 2 ці показники були меншими, ніж на попередньому етапі ($p < 0,001$). На етапі закінчення операції ЧСС в обох групах дослідження не відрізнялася ($p = 0,307$), а систолічний АТ був меншим у групі 2 ($p = 0,0057$). На етапах оперативного втручання 4–7 показники MAP та ЧСС у групі 1 були вищими на 3–17 мм рт. ст. на 8–14 уд./хв відповідно, ніж у групі 2 ($p < 0,001$) (рис. 3, 4).

Для підтримання оптимального індивідуалізованого артеріального тиску в обох групах у частини пацієнтів застосовували інотропну та/або вазопресорну підтримку.

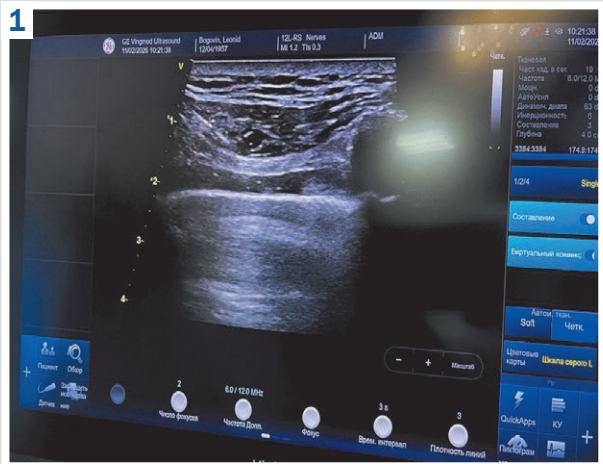


Рис. 1. Візуалізація анатомічних структур парастерально на рівні третього та четвертого міжреберного простору (власні дані).



Рис. 2. Положення пацієнта та розташований паралельно і латерально до груднини ультразвуковий датчик на рівні третього та четвертого міжреберного простору, напрямок голки (власні дані).

Таблиця 2. Характеристики пацієнтів із груп дослідження

Показник, одиниці вимірювання		Група 1, n = 76	Група 2, n = 31	p
Жінки, n (%)		20 (26)	14 (45)	0,048*
Чоловіки, n (%)		56 (74)	17 (55)	0,048*
Вік, роки		59 [52; 66]	65 [53; 71]	0,050
Індекс маси тіла, кг/м ²		26,9 [24,8; 30,8]	30 [24,9; 36,2]	0,057
Площа поверхні тіла, м ²		1,92 [1,8; 2,04]	1,97 [1,81; 2,16]	0,331
ASA		3 [3; 3]	3 [3; 3]	0,0064
Euroscore		4 [3; 6,5]	5 [3; 6]	0,944
Супутня патологія, n (%)	Гіпертонічна хвороба	66 (86,8)	29 (93,5)	0,263*
	Порушення ритму серця	14 (18,4)	3 (9,7)	0,206*
	Цукровий діабет	15 (19,7)	15 (48,4)	0,0035*
	Патологія щитоподібної залози	14 (18,4)	6 (19,4)	0,554*
	Порушення обміну амінокислот	10 (13,2)	1 (3,2)	0,114*
	Онкопатологія	3 (3,9)	0 (0)	0,354*
	Гостра хвороба нирок, хронічна хвороба нирок	1 (1,3)	2 (6,5)	0,200*
	Гостре порушення мозкового кровообігу, наслідки	5 (6,5)	0 (0)	0,173*
	Тромбоемболія легеневої артерії	0 (0)	0 (0)	0*
	Інші захворювання	15 (19,7)	9 (29)	0,212*
Операції, n (%)	Протезування аортального клапана / протезування мітрального клапана / клапанна пластика + аорто-коронарне шунтування	15 (19,7)	13 (42)	0,018*
	Аорто-коронарне шунтування	21 (27,6)	6 (19,4)	0,261*
	Протезування аортального клапана	12 (16)	6 (19,4)	0,425*
	Пластика або протезування мітрального клапана	24 (32)	2 (6,5)	0,0038*
	Інші операції на серці	4 (5,3)	4 (13,0)	0,167*
	Тривалість операції, (хвилини)	340 [310; 400]	310 [280; 370]	0,037

*: розрахунок за Fisher exact.

Таблиця 3. Показники якості інтраопераційного знеболювання

Показник, одиниці вимірювання		Група 1, n = 76	Група 2, n = 31	p
BIS		45,5 [42; 48,5]	44 [42; 50]	0,607
Фентаніл, мг		1 [1; 1]	0,5 [0,3; 0,5]	<0,001
Глікемія, ммоль/л	початок операції	5,9 [5,6; 6,6]	7,3 [5,9; 8,8]	0,001
	кінець операції	10,95 [10,15; 12,8]	9,6 [8,3; 10,1]	<0,001
Лактат, ммоль/л	початок операції	1 [0,8; 1,2]	0,9 [0,7; 1,2]	0,52
	кінець операції	2,9 [1,9; 3,8]	2,5 [1,6; 3,4]	0,202
Час екстубації трахеї, хв		300 [240; 390]	13 [8; 15]	<0,001
Інтенсивність п/о болю, бали ВАШ		5 [4; 6]	2 [0; 4]	<0,001

3

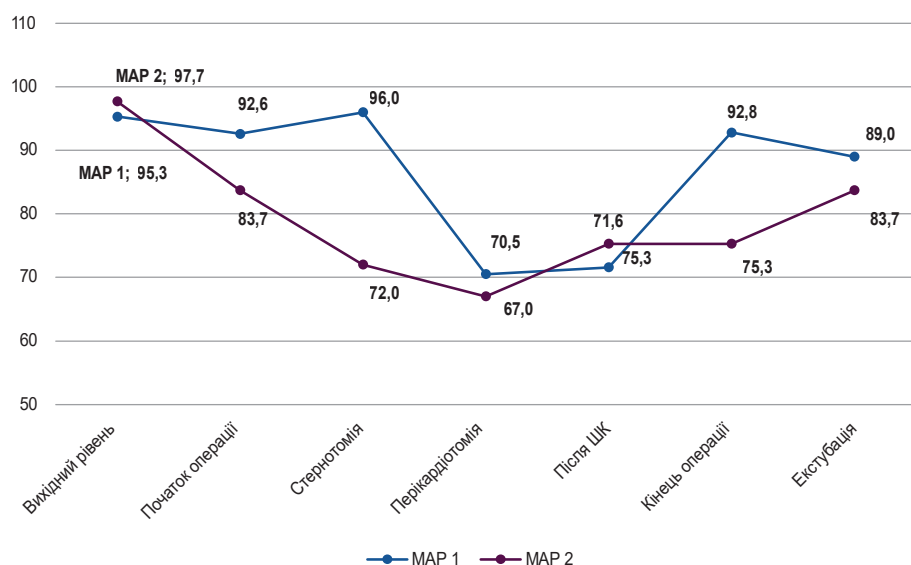


Рис. 3. Динаміка показників середнього АТ на етапах дослідження.

4

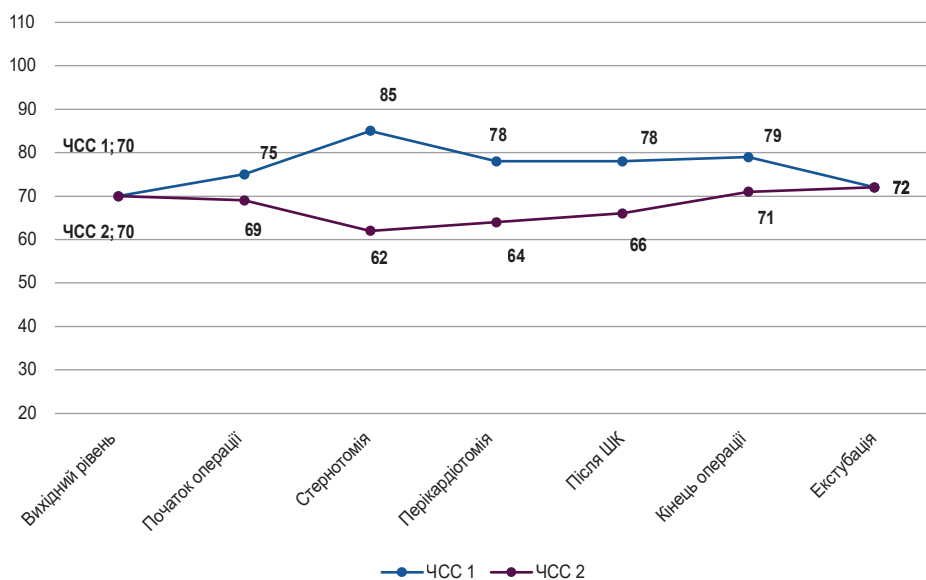


Рис. 4. Динаміка показників ЧСС на етапах дослідження.

Дані щодо частоти використання, комбінацій препаратів та їх середніх доз у пацієнтів, які їх отримували, наведено в таблиці 5.

Встановлено, що пацієнти з обох груп потребували введення інотропних і вазопресорних препаратів або їх комбінації під час оперативного втручання. У групі 2 кількість пацієнтів, яким було введено дофамін, достовірно менша, ніж у групі 1 (до ШК – 74,2 % проти 96,0 % відповідно, $p = 0,002$; після ШК – 41,9 % проти 96,0 %, відповідно, $p < 0,001$). Групи дослідження були зіставними за кількістю пацієнтів і дозуванням добутаміну (до ШК – $p = 0,402$ та $p = 0,892$ відповідно; після ШК – $p = 0,078$ та $p = 0,16$ відповідно). Щодо норадреналіну, то після ШК групи відрізнялися за кіль-

кістю пацієнтів, які отримували цей препарат (54,0 % у групі 1 проти 35,5 % у групі 2, $p = 0,063$); вірогідні відмінності встановлено за дозуванням на цьому етапі операції (група 1 – 0,4 [0,2; 0,7] мкг/кг/хв; група 2 – 0,1 [0,1; 0,3] мкг/кг/хв, $p = 0,008$).

Один препарат для корекції гіпотензії на етапі до ШК застосовано у 88,1 % пацієнтів групи 1 та у 74,2 % прооперованих групи 2 ($p = 0,07$); після ШК – у 38,2 % пацієнтів групи 1 та у 64,5 % осіб групи 2 ($p = 0,011$). Комбінацію двох препаратів для корекції АТ до періоду ШК використано у 9,2 % пацієнтів групи 1 та у 6,5 % хворих групи 2 ($p = 0,486$); після ШК – у 50,0 % осіб групи 1 та у 6,5 % пацієнтів групи 2 ($p < 0,001$). Інтраопераційну гіпотензію корегували трьома препаратами у групі 1

Таблиця 4. Показники артеріального тиску та частоти серцевих скорочень різних етапах операції

Показник, одиниці вимірювання	Етап	Група 1, n = 76	Група 2, n = 31	p
Систолічний АТ, мм рт. ст.	1	135,0 [130,0; 145,0]	140,0 [131,0; 161,0]	0,064
	2	129,5 [120,5; 138,5]	127,0 [114,0; 148,0]	0,934
	3	132,0 [127,5; 138,5]	106,0 [102,0; 123,0]	<0,001
	4	89,0 [87,0; 91,0]	102,0 [92,0; 108,0]	<0,001
	5	90,0 [86,0; 95,5]	113,0 [96,0; 121,0]	<0,001
	6	132,0 [120,0; 139,5]	111,0 [102,0; 122,0]	<0,001
	7	127,5 [124,0; 136,0]	123,0 [109,0; 135,0]	0,0057
Діастолічний АТ, мм рт. ст.	1	75,0 [70,0; 80,0]	80,0 [60,0; 90,0]	0,625
	2	75,0 [65,0; 80,0]	61,0 [55,0; 70,0]	<0,001
	3	78,0 [67,0; 83,5]	52,0 [46,0; 60,0]	<0,001
	4	61,0 [58,0; 65,0]	51,0 [46,0; 56,0]	<0,001
	5	63,5 [60,0; 67,0]	55,0 [52,0; 60,0]	<0,001
	6	75,5 [65,0; 85,0]	59,0 [53,0; 70,0]	<0,001
	7	70,0 [65,0; 82,5]	64,0 [56,0; 78,0]	0,014
Частота серцевих скорочень, уд./хв	1	70,0 [62,0; 80,0]	70,0 [60,0; 84,0]	0,711
	2	75,0 [70,0; 81,0]	69,0 [58,0; 78,0]	0,228
	3	84,5 [76,0; 91,0]	62,0 [54,0; 70,0]	<0,001
	4	78,0 [67,0; 87,0]	64,0 [56,0; 74,0]	<0,001
	5	78,0 [75,0; 90,0]	66,0 [62,0; 75,0]	<0,001
	6	78,5 [70,0; 94,5]	71,0 [66,0; 78,0]	<0,001
	7	72,0 [65,5; 88,0]	72,0 [64,0; 76,0]	0,307

Таблиця 5. Характеристика підтримувальної гемодинамічної терапії

Показник, одиниці вимірювання				Група 1, n = 76	Група 2, n = 31	p
Дофамін	До ШК	Кількість пацієнтів	n (%)	73 (96,0)	23 (74,2)	0,002*
		Доза	мкг/кг/хв	3 [3; 3]	3 [3; 3]	0,022
	Після ШК	Кількість пацієнтів	n (%)	73 (96,0)	13 (41,9)	<0,001*
		Доза	мкг/кг/хв	5 [3; 5]	3,3 [3; 5]	0,310
Добутамін	До ШК	Кількість пацієнтів	n (%)	8 (10,5)	2 (6,5)	0,402*
		Доза	мкг/кг/хв	3,0 [2,5; 4,0]	3,5 [2,0; 5,0]	0,892
	Після ШК	Кількість пацієнтів	n (%)	18 (23,7)	3 (9,7)	0,078*
		Доза	мкг/кг/хв	5 [5; 5]	5 [5; 8]	0,160
Норадреналін	До ШК	Кількість пацієнтів	n (%)	3 (3,9)	2 (6,5)	0,452*
		Доза	мкг/кг/хв	0,80 [0,05; 1,20]	0,130 [0,05; 0,20]	0,553
	Після ШК	Кількість пацієнтів	n (%)	41 (54,0)	11 (35,5)	0,063*
		Доза	мкг/кг/хв	0,4 [0,2; 0,7]	0,1 [0,1; 0,3]	0,008
1 препарат, n (%)	До ШК			67 (88,1)	23 (74,2)	0,070*
	Після ШК			29 (38,2)	20 (64,5)	0,011*
2 препарати, n (%)	До ШК			7 (9,2)	2 (6,5)	0,486*
	Після ШК			38 (50,0)	2 (6,5)	<0,001*
3 препарати, n (%)	До ШК			1 (1,3)	0	0,710*
	Після ШК			9 (11,8)	1 (3,2)	0,152*

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

до періоду ШК одному пацієнтові (1,3 %), після ШК – 9 (11,8 %); у групі 2 таку комбінацію застосовували тільки після ШК (p = 0,152).

Показники центральної гемодинаміки, кислотно-лужного стану крові та кисневого статусу досліджено на таких етапах: 1 – вихідний рівень; 2 – початок операції; 6 – кінець операції (табл. 6).

Встановлено, що досліджені показники в обох групах пацієнтів залишалися в межах референтних значень. На початку операції, після виконання SPIPB у пацієнтів групи 2 визначено тенденцію до зниження показників УО, ХОК та СІ від вихідного рівня; у групі 1 ці показники, навпаки, збільшувалися. Це можна пояснити нижчими значеннями ЧСС у групі 2 після виконання

SPIPB порівняно з пацієнтами групи 1. До ШК значення УО, ХОК та СІ в групі 2 були в середньому в 1,65 раза меншими, ніж у групі 1 (p < 0,001); наприкінці операції значення ХОК і СІ в групі 2 були в середньому в 1,5 раза меншими, ніж у групі 1 (p < 0,001), а УО – в 1,2 раза (p < 0,001). На завершальному етапі оперативного втручання встановлено приріст внутрішньогрупових змін УО, ХОК та СІ в обох групах дослідження. ФВ у групі 2 була вищою в середньому на 5 %, ніж у групі 1 як на початку, так і наприкінці оперативного втручання (p = 0,549 та p < 0,001 відповідно).

При використанні SPIPB показник доставки кисню (DO₂) достовірно перевищував відповідне значення у пацієнтів основної групи після виконання блокади

Таблиця 6. Характеристика показників центральної гемодинаміки, кислотно-лужного стану крові та кисневого статусу у пацієнтів із груп дослідження

Показник, одиниці вимірювання	Етап	Група 1, n = 76	Група 2, n = 31	p
УО, мл	1	87,5 [77,0; 111,0]	68,5 [59,0; 83,0]	<0,001
	2	89,0 [68,5; 129,0]	55,0 [41,0; 75,0]	<0,001
	6	92,0 [72,5; 104,0]	76,0 [64,0; 84,0]	<0,001
ХОК, л/хв	1	6,24 [5,16; 8,18]	5,01 [4,11; 6,14]	0,0005
	2	7,18 [5,12; 9,63]	4,07 [2,54; 5,33]	<0,001
	6	7,47 [5,86; 8,78]	4,87 [4,08; 5,60]	<0,001
СІ, м ² /хв	1	3,17 [2,60; 4,20]	2,52 [2,08; 3,13]	<0,001
	2	3,91 [2,78; 5,36]	2,29 [1,27; 2,54]	<0,001
	6	3,88 [3,07; 4,81]	2,5 [2,17; 2,83]	<0,001
ФВ, %	1	60,0 [51,0; 67,5]	58,0 [41,0; 75,0]	0,109
	2	55,5 [48,0; 64,0]	59,0 [48,0; 67,0]	0,549
	6	67,0 [56,0; 71,5]	72,0 [65,0; 76,0]	0,0005
Гемоглобін, г/л	2	136,5 [128,0; 145,5]	141,0 [124,0; 152,0]	0,531
	6	103,0 [99,0; 110,0]	111,0 [100,0; 124,0]	0,009
рН, відн. од.	2	7,37 [7,34; 7,41]	7,39 [7,34; 7,43]	0,179
	6	7,31 [7,28; 7,36]	7,39 [7,37; 7,40]	<0,001
PaCO ₂ , мм рт. ст.	2	45,15 [39,85; 48,10]	38,20 [33,40; 46,20]	0,0006
	6	48,8 [44,1; 53,4]	46 [43,1; 51,2]	0,063
PaO ₂ , мм рт. ст.	2	167,0 [107,5; 227,0]	214,0 [163,0; 248,0]	0,064
	6	134,0 [85,2; 208,5]	149,0 [97,0; 169,0]	0,818
HCO ₃ , ммол/л	2	25,6 [24,0; 26,9]	23,6 [21,2; 24,7]	0,0006
	6	24,05 [22,50; 26,80]	26,70 [25,10; 28,70]	0,00012
DO ₂ I, мл·м ² ·хв ⁻¹	2	386,5 [356,0; 420,0]	460,0 [367,0; 554,0]	0,001
	6	356,0 [343,0; 400,0]	356,0 [335,0; 435,0]	0,759
VO ₂ I, мл·м ² ·хв ⁻¹	2	117,0 [113,0; 134,0]	114,0 [102,0; 143,0]	0,533
	6	108,0 [96,5; 110,0]	101,0 [84,0; 126,0]	0,207

рН: співвідношення кислот і лугів у крові; PaCO₂: парціальний тиск вуглекислого газу в артеріальній крові; PaO₂: парціальний тиск кисню в артеріальній крові; HCO₃: бікарбонат, показник буферної ємкості крові; DO₂I: індекс доставки кисню; VO₂I: індекс споживання кисню.

($p < 0,001$) та був однаковим на етапі закінчення операції ($p = 0,759$). Таку саму динаміку визначено щодо показника споживання кисню ($p = 0,533$ – початок; $p = 0,207$ – кінець операції). Таку тенденцію до змін показників гемодинаміки та кисневого статусу, імовірно, можна пояснити недостатньою ефективністю блокади, виконаної за методикою single shot, у період закінчення операції.

Обговорення

Згідно з висновками P. Caruano et al., фасціальні площинні блоки, до яких належить SPIPB, у кардіохірургії використовують як компонент MMA, і поступово вони замінюють нейроаксіяльні блокади [5]. Під час нашого дослідження також застосовували двосторонню поверхневу парастернальну міжреберну блокаду як компонент MMA в контексті ERAS для кардіохірургії.

У групі пацієнтів, яким здійснено кардіохірургічне втручання через серединну стернотомію з застосуванням SPIPB, встановлено значно нижчі оцінки болю за ВАШ (1,21 бала проти 2,17 бала, $p = 0,013$). Разом із тим, у них не зафіксовано скорочення часу екстубації трахеї (77 хв проти 164 хв у пацієнтів без блокади, $p = 0,08$), на відміну від результатів Н. Medeiros et al. [14]. За результатами нашого дослідження, у групі 2 показники ВАШ були також достовірно меншими (2 [0; 4] бали проти 5 [4; 6] бали, $p < 0,001$), як і час екстубації трахеї (13 [8; 15] хв проти 300 [240; 390] хв, $p < 0,001$). Натомість, згідно з результатами інших авторів, SPIPB перед кардіохірургі-

чичною операцією позитивно впливає на післяопераційну функцію дихальної системи та її раннє післяопераційне відновлення та екстубацію [14,15].

Аналізуючи відомості фахової літератури щодо використання SPIPB у кардіохірургії, виявили: багато авторів оцінюють інтенсивність болю після операції через повну стернотомію, використання наркотичних анальгетиків у післяопераційному періоді та відновлення пацієнтів після операції. За їхніми даними, встановлено лише гіпотетичні переваги цієї блокади, виконаної після завершення операції, щодо частоти післяопераційних ускладнень (A. Jeanneteau et al. [16], Q. Li et al. [17], (R. I. Hamzi et al. [18])). Дослідники не проводили інтра-операційного аналізу можливих змін гемодинаміки та кисневого статусу.

За даними нашого дослідження, проаналізовано вплив SPIPB на ці показники. Встановлено, що на етапі сильної хірургічної агресії, зокрема стернотомії, АТ і ЧСС у групі 2 достовірно були нижчими, ніж у групі 1 (106,0 [102,0; 123,0] мм рт. ст. та 62 [54; 70] уд./хв проти 132,0 [127,5; 138,5] мм рт. ст. та 84,5 [76,0; 91,0] уд./хв, $p < 0,001$). Наприкінці операції групи дослідження не відрізнялися за ЧСС ($p = 0,307$), а показники систолічного та діастолічного АТ були нижчими у групі 2 ($p = 0,0057$ та $p = 0,014$ відповідно). Щодо вазопресорної та/або інотропної підтримки, то за добутаїном не виявлено вірогідних відмінностей ані за кількістю пацієнтів, ані за дозуванням препарату (до ШК – $p = 0,402$ та $p = 0,892$ відповідно; після ШК – $p = 0,078$ та $p = 0,16$ відповідно).

Групи відрізнялися за кількістю пацієнтів, котрі отримували норадреналін після ШК (54,0 % у групі 1 проти 35,5 % у групі 2, $p = 0,063$), а за дозуванням препарату на цьому етапі операції визначено вірогідні відмінності (група 1 – 0,4 [0,2; 0,7] мкг/кг/хв; група 2 – 0,1 [0,1; 0,3] мкг/кг/хв, $p = 0,008$).

За даними В. Y. Pratomo et al., які проаналізували стратегії інтраопераційної цілеспрямованої перфузії в кардіохірургії з ШК, безпечний рівень DO_2I становить понад 270 мл·м⁻²·хв⁻¹, VO_2I – 130 мл·м⁻²·хв⁻¹ [19]. Згідно з результатами нашого дослідження, SPIPB не погіршила індекси доставки та споживання кисню ні на початку операції (DO_2I : група 1 – 386,5 [356,0; 420,0] мл·м⁻²·хв⁻¹; група 2 – 460,0 [367,0; 554,0] мл·м⁻²·хв⁻¹, $p < 0,001$), ні наприкінці втручання (DO_2I : група 1 – 356,0 [343,0; 400,0] мл·м⁻²·хв⁻¹; група 2 – 356,0 [335,0; 435,0] мл·м⁻²·хв⁻¹, $p = 0,759$). VO_2I був зниженим і в групі пацієнтів з блокадою, і в групі без неї (група 2 – 101,0 [84,0; 126,0] мл·м⁻²·хв⁻¹; група 1 – 108,0 [96,5; 110,0] мл·м⁻²·хв⁻¹, $p = 0,207$). Така динаміка показників є закономірною при операціях з використанням ШК.

Висновки

1. SPIPB як компонент ММА мінімізував інтраопераційні зміни показників гемодинаміки, але суттєво не вплинув на вазопресорну та/або інотропну підтримку.

2. SPIPB запобігав розвитку артеріальної гіпертензії та тахікардії на етапі стернотомії, але наприкінці операції вплив блокади на ці показники був мінімальним.

3. При застосуванні SPIPB під час операцій на серці із середньою стернотомією кисневий статус пацієнтів суттєво не змінився.

Перспективи подальших досліджень. SPIPB як компонент мультимодальної анестезії може покращувати інтраопераційну стабільність гемодинаміки та потенційно позитивно впливати на швидкість відновлення пацієнтів після операцій на серці через серединну стернотомію, що потребує продовження вивчення.

Етичне схвалення

Дослідження проведено з використанням даних первинної медичної документації та передбачало клінічне спостереження за пацієнтами. Дослідження здійснено 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 від 23.09.2009 року № 690.

Усі пацієнти надали письмову інформовану згоду на участь у дослідженні після отримання зрозумілої, повної та доступної інформації про мету, дизайн і методологію дослідження, його потенційні ризики, очікувані переваги та можливі альтернативи. Дослідження схвалене Комісією з питань етики та біоетики Запорізького державного медико-фармацевтичного університету (витяг з протоколу від 12.05.2026 року № 7).

Декларація щодо використання ШІ

Автори не використовували інструменти штучного інтелекту під час підготовки рукопису.

Фінансування

Дослідження здійснено без фінансової підтримки.

Подяки

Автори висловлюють подяку за злагожену роботу, професіоналізм, оперативні комунікації та зацікавленість у взаємодії співробітникам відділень кардіохірургії, анестезіології та відділення екстреної невідкладної медичної допомоги КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, Україна. Окрема подяка – лікарці-інтерну третього року навчання зі спеціальності «Анестезіологія», Сіасет Алімівні Мустафаєвій.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 01.05.2026

Після доопрацювання / Revised: 23.06.2026

Схвалено до друку / Accepted: 29.06.2026

Відомості про авторів:

Таран Р. М., асистент каф. анестезіології та інтенсивної терапії, Навчально-науковий інститут післядипломної освіти, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна; лікар-анестезіолог вищої категорії, КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, Україна.

ORCID ID: 0009-0008-4291-0906

Воротинцев С. І., д-р мед. наук, професор, зав. каф. анестезіології та інтенсивної терапії, Навчально-науковий інститут післядипломної освіти, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет; лікар-анестезіолог вищої категорії, КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, Україна.

ORCID ID: 0009-0006-0570-3399

Information about the authors:

Taran R. M., MD, Assistant at the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Educational and Scientific Institute of Postgraduate Education, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine; Anesthesiologist of the Highest Category, MNE "Zaporizhzhia Regional Clinical Hospital" ZRC, Ukraine.

Vorotyntsev S. I., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Educational and Scientific Institute of Postgraduate Education, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine; Anesthesiologist of the Highest Category, MNE "Zaporizhzhia Regional Clinical Hospital" ZRC, Ukraine.



Руслан Таран (Ruslan Taran)
trn3006@gmail.com

References

- Melo R, Galindo V, Gioli-Pereira L, Joelsons D, Assunção M, Alves B, et al. Hemodynamic monitoring strategies in cardiac surgery: an update systematic review. J Clin Monit Comput. 2026;40(1):7-20. doi: 10.1007/s10877-025-01407-7
- Pinsky MR, Cecconi M, Chew MS, De Backer D, Douglas I, Edwards M, et al. Effective hemodynamic monitoring. Crit Care. 2022;26(1):294. doi: 10.1186/s13054-022-04173-z
- Sepolvere G, Coppolino F, Tedesco M, Cristiano L. Ultrasound-guided parasternal blocks: techniques, clinical indications and future prospects. Minerva Anesthesiol. 2021;87(12):1338-46. doi: 10.23736/S0375-9393.21.15599-3
- King M, Stambulic T, Hassan S, Norman PA, Derry K, Payne DM, et al. Median sternotomy pain after cardiac surgery: To block, or not? A systematic review and meta-analysis. J Card Surg. 2022;37(11):3729-42. doi: 10.1111/jocs.16882
- Capuano P, Sepolvere G, Toscano A, Scimia P, Silvetti S, Tedesco M, et al. Fascial plane blocks for cardiothoracic surgery: a narrative review. J Anesth Analg Crit Care. 2024;4(1):20. doi: 10.1186/s44158-024-00155-5
- Flynn BC, Shelton K. On the 2024 Cardiac Surgical Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Joint Consensus Statement. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2024;38(8):1615-9. doi: 10.1053/j.jvca.2024.04.050
- Fernandes RM, Pontes J, Rezende Borges CE, de Brito Neto DR, Pereira A de J, Carvalho VP, et al. Multimodal analgesia strategies for cardiac surgery: A literature review. Hearts (Basel). 2024;5(3):349-64. doi: 10.3390/hearts5030025

8. Nooli NP, Goldhammer JE, Linganna RE, Herman M, Kalagara H. Fascial plane blocks as regional analgesia techniques for cardiac surgeries: A technical description and evidence update. *Curr Anesthesiol Rep*. 2023;14(1):63-74. doi: [10.1007/s40140-023-00576-y](https://doi.org/10.1007/s40140-023-00576-y)
9. Taran RM, Osaulenko VV, Chmul KO, Vorotyntsev SI. [Clinical Effectiveness of Bilateral Extended ESP Block in Cardiac Surgery Patients with Median Sternotomy under Conditions of Artificial Blood Circulation]. *Ukrainian Journal of Cardiovascular Surgery*. 2025;33(2):81-8. Ukrainian. doi: [10.63181/ujcvs.2025.33\(2\).81-88](https://doi.org/10.63181/ujcvs.2025.33(2).81-88)
10. Taran RM, Vorotyntsev SI. [Bilateral extended ESPB as a component of ERAS in cardiac surgery]. *Clinical Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Medicine*. 2026;(1):81-94. Ukrainian. doi: [10.32782/2411-9164.24.1-7](https://doi.org/10.32782/2411-9164.24.1-7)
11. Carl M, Alms A, Braun J, Dongas A, Erb J, Goetz A, et al. Die intensivmedizinische Versorgung herzchirurgischer Patienten: Hämodynamisches Monitoring und Herz-Kreislauf-Therapie S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA) [Guidelines for intensive care in cardiac surgery patients: haemodynamic monitoring and cardio-circulatory treatment guidelines of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery and the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine]. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;55(2):130-48. German. doi: [10.1055/s-2007-964939](https://doi.org/10.1055/s-2007-964939)
12. Wahba A, Kunst G, De Somer F, Agerup Kildahl H, Milne B, Kjellberg G, et al. 2024 EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Interdiscip Cardiovasc Thorac Surg*. 2025;40(2):ivaf002. doi: [10.1093/icvts/ivaf002](https://doi.org/10.1093/icvts/ivaf002)
13. Central hemodynamics – clinical methods and indications [Internet]. *The Anesthesia Guide*. 2022 [cited 2026 Jul 13]. Available from: <https://anesthguide.com/topic/hemodynamic-monitoring/>
14. Kalli A, Vistbacka J, Moilanen E, Järvelä K, Mennander A. Superficial Parasternal Intercostal Plane Block and Full Sternotomy; A Randomized Trial. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2025;67(7):ezaf226. doi: [10.1093/ejcts/ezaf226](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaf226)
15. Medeiros H, Rodrigue A, Mueller A, Korn E, Sabouri AS. Analgesic efficacy of parasternal intercostal plane block for midline sternotomy in adult cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Biol Methods*. 2024;12(1):e99010033. doi: <https://doi.org/10.14440/jbm.2024.0070>
16. Jeanneteau A, Demarquette A, Blanchard-Daguet A, Fouquet O, Lasocki S, Riou J, et al. Effect of superficial and deep parasternal blocks on recovery after cardiac surgery: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2023;24(1):444. doi: [10.1186/s13063-023-07446-2](https://doi.org/10.1186/s13063-023-07446-2)
17. Li Q, Liao Y, Wang X, Zhan M, Xiao L, Chen Y. Efficacy of bilateral catheter superficial parasternal intercostal plane blocks using programmed intermittent bolus for opioid-sparing postoperative analgesia in cardiac surgery with sternotomy: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin Anesth*. 2024;95:111430. doi: [10.1016/j.jclinane.2024.111430](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2024.111430)
18. Hamzi RI, Coleman SR, Pena S, Evans JK, Whiteside H, Marchant BE, et al. The Effect of Perineural Adjuvants on Superficial Parasternal Intercostal Plane Blocks in Cardiac Surgery: A Triple-Blinded Randomized Controlled Feasibility Trial. *Cureus*. 2024;16(12):e75967. doi: [10.7759/cureus.75967](https://doi.org/10.7759/cureus.75967)
19. Pratomo BY, Sudadi S, Setianto BY, Novenanto TT, Raksawardana YK, Rayhan A, et al. Intraoperative Goal-Directed Perfusion in Cardiac Surgery with Cardiopulmonary Bypass: The Roles of Delivery Oxygen Index and Cardiac Index. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2024;30(1):23-00189. doi: [10.5761/atcs.ra.23-00188](https://doi.org/10.5761/atcs.ra.23-00188)