

УДК 616-001.45:617-089.5

DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.22.4.2026.2025>Пристапюк М.О. , Колосович І.В. , Безродний Б.Г.,Трущельов А.М. , Трембовецька Ю.Б. 

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

## Роль метоксифлурану у процедурному знеболюванні хірургічних пацієнтів з відкритими ранами

For citation: Emergency Medicine (Ukraine). 2026;22(4):383-389. doi: 10.22141/2224-0586.22.4.2026.2025

**Резюме.** *Актуальність.* Процедурний біль у хірургічних стаціонарах залишається клінічно значущою проблемою, особливо під час виконання повторних болісних маніпуляцій догляду за ранами, як-от заміна систем негативного тиску, дебридмент ран та обробка опікових поверхонь. Досягнення адекватного знеболювання ускладнюється індивідуальним сприйняттям інтенсивності болю. Це зумовлено генетичними особливостями, тривожністю, страхом, попереднім травматичним досвідом. Важливим є індивідуальний підхід з оцінкою потреб конкретного пацієнта та вибір оптимального методу знеболювання, що в цілому може покращити результати та досвід пацієнта під час процедури. Одним із практичних рішень є використання інгаляційного знеболювання на основі метоксифлурану. **Мета роботи:** оцінити ефективність та безпеку інгаляційного метоксифлурану як доповнення до стандартної схеми знеболювання під час болісних маніпуляцій в умовах хірургічного стаціонару. **Матеріали та методи.** Проведено клінічну апробацію за участю 70 пацієнтів з відкритими ранами. Порівнювали показники між двома групами: пацієнтами, які отримували стандартне знеболювання, та пацієнтами, яким додатково застосовували метоксифлуран. В обох групах оцінювали інтенсивність болю, комфорт пацієнта, необхідність зупинки процедури через біль, потребу в седації та побічні явища. **Результати.** Оцінка максимального рівня болю за ВАШ була значно нижчою у групі метоксифлурану ( $M = 3,36$  бала) порівняно з контрольною групою ( $M = 5,75$  бала),  $p < 0,001$ . Використання метоксифлурану як компонента мультимодальної анальгезії забезпечувало стабільне знеболювання протягом процедури без підвищення частоти побічних ефектів. В основній групі (з використанням метоксифлурану) жоден пацієнт (0,0 %) не потребував зупинки процедури через біль чи додаткового проведення седації. У контрольній групі через виражений дискомфорт зупинку процедури проведено для 4 (20,0 %) пацієнтів, додаткової седації потребували 3 (15,0 %) пацієнти. **Висновки.** Результати клінічної апробації підтверджують можливість широкого впровадження метоксифлурану до протоколів мультимодального знеболювання у хірургічній практиці в Україні.

**Ключові слова:** метоксифлуран; процедурний біль; система негативного тиску; мультимодальне знеболювання; хірургія; рани; клінічна апробація

### Вступ

Процедурний біль залишається однією з найбільш складних і клінічно значущих проблем у сучасній хірургічній практиці, особливо в умовах стаціонарного лікування пацієнтів, які потребують повторних і тривалих маніпуляцій при лікуванні ран. Хірургічні процедури, як-от заміна систем негативного тиску (Negative Pressure Wound Therapy — NPWT) [4], дебридмент, обробка опікових поверхонь та ведення складних травматичних пошкоджень, часто супроводжуються болем різної інтен-

сивності, навіть якщо вони виконуються поза межами операційної. Досягнення адекватного знеболювання ускладнюється індивідуальним сприйняттям інтенсивності болю. Це зумовлено генетичними особливостями, тривожністю, страхом, попереднім травматичним досвідом та сенситизацією нервової системи [1, 2].

Недостатнє знеболювання під час таких маніпуляцій не лише негативно впливає на комфорт пацієнта, а й підвищує рівень тривожності, може призвести до відмови від подальшого лікування та повторного про-

 © 2026. The Authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC BY, which allows others to freely distribute the published article, with the obligatory reference to the authors of original works and original publication in this journal.

Для кореспонденції: Пристапюк Максим Олександрович, кафедра хірургії № 2, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, бульв. Тараса Шевченка, 13, м. Київ, 01601, Україна; e-mail: maksym.prustupiuk@gmail.com

For correspondence: Maksym Pristupiuk, Department of Surgery 2, Bogomolets National Medical University, Taras Shevchenko boulevard, 13, Kyiv, 01601, Ukraine; e-mail: maksym.prustupiuk@gmail.com

Full list of authors information is available at the end of the article.

ведення процедур, суттєво погіршує загальні клінічні результати, знижує рухову активність, уповільнює процес загоєння [1–3].

Вирішення проблеми адекватного контролю болю при виконанні хірургічних маніпуляцій у пацієнтів із бойовою травмою залишається одним із найбільш пріоритетних завдань сучасної медицини в Україні. Специфіка поранень, отриманих внаслідок дії вибухових пристроїв та уламків (код Y36.2 за МКХ-10), полягає у масивному пошкодженні м'яких тканин, що потребує тривалих та повторних етапних хірургічних обробок, таких як встановлення та заміна систем NPWT, видалення сторонніх тіл та обробка великих опікових поверхонь. Процедура заміни NPWT-систем характеризується високим рівнем болю через адгезію пористого матеріалу до грануляційної тканини, що при видаленні губки спричиняє механічне подразнення ноцицепторів та мікротравматизацію судин [5].

У хірургічних відділеннях процедурне знеболювання традиційно базується на використанні комбінацій нестероїдних протизапальних засобів, парацетамолу та опіоїдів короткої дії. Проте ці схеми часто виявляються недостатніми для контролю інтенсивного болю під час агресивних маніпуляцій або потребують переходу до внутрішньовенної седатії. Останнє, у свою чергу, потребує залучення анестезіологічної бригади, наявності ресурсів для моніторингу та часто призводить до організаційних затримок у роботі переповнених хірургічних відділень. Отже, існує критична потреба в ефективних, швидкодіючих та безпечних методах знеболювання, які могли б застосовуватися безпосередньо хірургічною командою без складних вимог до моніторингу.

Метоксифлуран — це летка фторована вуглеводнева сполука з добре встановленими знеболювальними властивостями при використанні в терапевтичних дозуваннях — до 6 мл/добу [6]. Згідно з класифікацією Anatomical Therapeutic Chemical Classification System, метоксифлуран належить до анагетиків (N02BG09 — інші анагетика та жарознижувальні засоби) [7]. Його фармакологічні характеристики включають: швидкий початок дії, знеболювальний та протитривожний ефекти, а також мінімальний вплив на серцево-судинну та дихальну системи. За даними досліджень, метоксифлуран дозволяє знизити рівень болісних відчуттів до 5 балів за 10-бальною рейтинговою шкалою (NRS) [8]. В Україні метоксифлуран включено у методичні рекомендації з надання допомоги на етапах евакуації (Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 1122 від 28.06.2022 року) та 17-й випуск Державного формуляру лікарських засобів (згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 971 від 13.06.2025 року) [9].

Застосування метоксифлурану добре вивчене у дорослих пацієнтів у Європі, а також у дітей в Австралії [6]. Починаючи з 2020 року опубліковано низку високоякісних рандомізованих клінічних досліджень, присвячених метоксифлурану. Ці дослідження свідчать, що порівняно зі стандартним знеболюванням метоксифлуран забезпечує ефективне та швидке знеболювання у дорослих, дітей та пацієнтів літнього віку [10–16]. Два систематичні літературні огляди (SLR) додатково підтверджують ці дані, демонструючи, що початок зне-

болювання настає протягом 5 хвилин, а зменшення інтенсивності болю зберігається щонайменше протягом 30 хвилин [8, 17].

Водночас дані щодо його використання для процедурного знеболювання у стаціонарних хірургічних пацієнтів залишаються обмеженими. Це становить важливу прогалину в знаннях, оскільки стаціонарні хірургічні процедури часто відрізняються від екстрених втручань за тривалістю, складністю та характеристиками пацієнтів. Крім того, пацієнти з комплексною травмою або хронічними ранами можуть мати підвищене сприйняття болю та тривожність, що ще більше ускладнює ефективний контроль больового синдрому [2].

В Україні актуальність ефективного процедурного знеболювання значно зросла через великий тягар травматичних ушкоджень, включаючи мінно-вибухові та бойові поранення, а також тяжкі опіки та хронічні інфіковані рани. У хірургічних відділеннях часто змушені виконувати повторні болісні втручання поза межами операційної. У цьому контексті інгаляційний метоксифлуран є потенційно цінним варіантом знеболювання, що відповідає потребі у швидкому, керованому та ресурсоефективному управлінні болем.

## Матеріали та методи

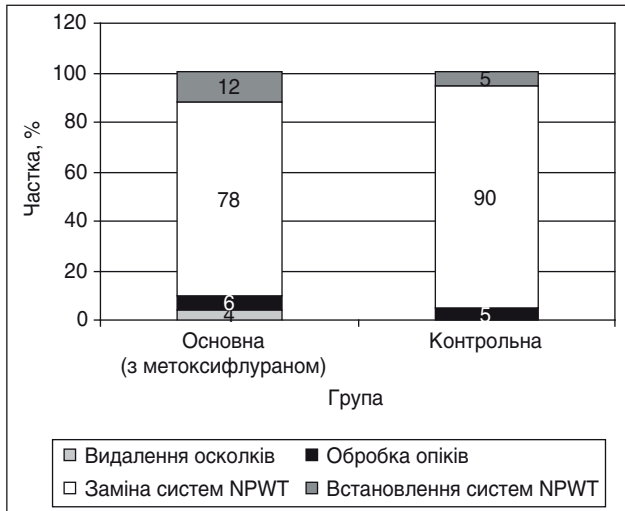
Проведено клінічну апробацію за участю 70 пацієнтів із відкритими ранами. Метою дослідження була оцінка ефективності та безпеки інгаляційного метоксифлурану як доповнення до стандартного знеболювання для контролю процедурного болю в умовах хірургічного стаціонару.

Порівнювались показники у двох групах пацієнтів: тих, які отримували стандартне знеболювання (парацетамол, декскетопрофен, фентаніл), та тих, яким додатково до стандартної терапії застосовували інгаляційний метоксифлуран за допомогою пристрою для інгаляційного застосування лікарського засобу. В обох групах оцінювали інтенсивність болю, комфорт пацієнта, необхідність зупинки процедури через біль, потребу в седатії та побічні явища.

Клінічне спостереження було проведено у хірургічному та травматологічному відділеннях КНП «Київська міська клінічна лікарня № 4», яка є клінічною базою кафедри хірургії № 2 НМУ імені О.О. Богомольця, що надає спеціалізовану допомогу. Дослідження оцінювало рутинну клінічну практику і не включало експериментальних втручань. Дані були зібрані з медичних карток пацієнтів, які проходили лікування протягом періоду дослідження у 2025 році.

Дизайн апробації відповідав принципам обсерваційного порівняльного аналізу. Рандомізація не проводилася, оскільки вибір стратегії знеболювання базувалася на клінічній доступності та рішенні лікаря. Дослідження проводилося відповідно до Гельсінської декларації та інституційних етичних стандартів для ретроспективного аналізу анонімізованих клінічних даних.

До аналізу було включено 70 пацієнтів чоловічої статі. Включені пацієнти мали вік від 22 до 55 років. Вихідний стан характеризувався наявністю відкритих ран, що потребували заміни NPWT-систем (81,4 %), вста-



**Рисунок 1. Розподіл пацієнтів за видами втручань по групах. NPWT — Negative Pressure Wound Therapy, терапія ран негативним тиском**

новлення нових систем (10 %), обробки опіків (5,7 %) або видалення осколків (2,9 %). Розподіл пацієнтів за видами втручань по групах подано на рис. 1.

Критерії включення:

- вік > 18 років;
- необхідність проведення хірургічної процедури у відділенні, включно з заміною або встановленням систем NPWT, хірургічним дебридментом рани, доглядом за опіковою раною або видаленням сторонніх тіл;
- необхідність проведення втручання без седації;
- здатність виконувати вказівки щодо техніки застосування інгаляційного знеболювання.

Критерії виключення:

- задокументовані протипоказання до застосування метоксифлурану (наприклад, клінічно виражене пригнічення дихання);
- нездатність дотримуватись вказівок щодо техніки інгаляції;
- тяжкі когнітивні порушення, що перешкоджають надійній оцінці болю;
- показання до використання загальної анестезії під час процедури.

Схеми знеболювання були уніфіковані для обох груп (табл. 1, 2):

- декскетпрофен (50 мг в/в) за 15 хвилин до маніпуляції;
- парацетамол (1000 мг в/в) за 30 хвилин до маніпуляції;
- фентаніл (0,1 мг в/в) за 20 хвилин до маніпуляції (застосовувався у випадках очікуваного надвисокого болю);
- метоксифлуран (основна група): вдихання розпочиналося за 5–7 хвилин до процедури для досягнення необхідного вступного дозування (400–500 мкл або 0,5 мл) та тривало протягом усього втручання.

У цьому дослідженні контрольна група меншої чисельності використовувалася як референтна когорта стандартного знеболювання, тоді як основна група забезпечувала більш повну оцінку ефективності, переносимості та безпеки досліджуваного методу. Такий розподіл пацієнтів був зумовлений дизайном апробації та не обмежував коректність міжгрупового порівняння, оскільки застосовані статистичні методи є валідними для аналізу незалежних вибірок різного обсягу. Разом з тим це враховувалося при інтерпретації отриманих результатів.

### Принципи застосування метоксифлурану

В основній групі використовувався препарат метоксифлуран, який вводився за допомогою багаторазового пристрою для інгаляційного застосування лікарського засобу. Пацієнти проходили інструктаж щодо правильної техніки інгаляції перед процедурою, з акцентом на повільний, глибокий вдих і видих через мундштук пристрою. Інгаляція метоксифлурану розпочиналася приблизно за 5–7 хвилин до початку процедури. Вступна доза метоксифлурану, отримана до старту маніпуляції, становила 400–500 мкл (~ 0,5 мл). Після початку процедури пацієнти продовжували інгаляцію метоксифлурану для контролю болю. Вони самостійно вдихали метоксифлуран під наглядом медичного персоналу, що дозволяло титрувати знеболювальний ефект відповідно до індивідуального сприйняття болю. Сумарна введена доза в середньому становила 1621 мкл, або 1,6 мл, що дорівнює половині стандартного разового дозування —

**Таблиця 1. Схеми знеболювання у контрольній групі**

Схема знеболювання	n	%
Декскетпрофен + парацетамол	17	85,0
Декскетпрофен + парацетамол + фентаніл	2	10,0
Фентаніл	1	5,0

**Таблиця 2. Схеми знеболювання в основній групі (з метоксифлураном)**

Схема знеболювання	n	%
Метоксифлуран + декскетпрофен + парацетамол	35	70
Метоксифлуран + фентаніл	14	28
Метоксифлуран + фентаніл + місцева анестезія	1	2

3 мл. На добу можна застосовувати до 6 мл лікарського засобу.

## Результати

### Порівняльна оцінка інтенсивності болю

Основним показником результату була інтенсивність процедурного болю, оцінена за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ); діапазон 0–10, де 0 вказував на відсутність болю, а 10 — на найгірший можливий біль.

В обох групах (основній і контрольній) оцінки інтенсивності болю за ВАШ до початку хірургічної процедури статистично значуще не відрізнялися ( $p = 0,518$ ).

На всіх інших часових точках (1, 5, 15 хв від старту процедури та після її завершення) виявлено статистично значущі відмінності між групами ( $p < 0,001$ ) на користь меншої інтенсивності болю в основній групі (з використанням метоксифлурану) порівняно з контрольною. Максимальна оцінка рівня болю під час процедури становила в основній групі від 2 до 5 балів ( $M = 3,36$  бала), у контрольній — від 4 до 8 балів ( $M = 5,75$  бала). Відмінності між групами були статистично значимими ( $p < 0,001$ ), що свідчить на користь меншої вираженості болю в основній групі з використанням метоксифлурану. Детальні результати оцінки інтенсивності болю подані у табл. 3.

З клінічної точки зору, таке зниження балів за ВАШ в основній групі відносно контрольної означає перехід від категорії болю середньої інтенсивності до категорії легкого болю. Це критично для пацієнтів у хірургічних стаціонарах, де недостатнє знеболювання часто спричиняє зупинку процедури або перехід до більш складних методів, що можуть потребувати залучення анестезіологічної служби.

### Загальний комфорт пацієнта при проведенні процедури

Загальний комфорт пацієнта при проведенні процедури оцінювався за 11-бальною шкалою, де 0 — максимальний дискомфорт, 10 — повний комфорт.

Оцінки рівня загального комфорту в основній групі (з використанням метоксифлурану) становили від 8 до 10 балів ( $M = 8,72$  бала), у контрольній групі — від 0 до 7 балів ( $M = 4,6$  бала) (рис. 2). Відмінності між групами за оцінками загального комфорту є статистично значущими ( $p < 0,001$ ).

### Оцінка необхідності зупинки процедури чи проведення седації

Важливим критерієм ефективності знеболювання є здатність пацієнта перенести втручання без додаткових медикаментозних втручань та зупинок.

В основній групі (з використанням метоксифлурану) жоден пацієнт (0,0 %) не потребував зупинки процедури через біль чи додаткового проведення седації. У контрольній групі через виражений дискомфорт зупинку процедури проведено для 4 (20,0 %) пацієнтів, додаткової седації потребували 3 (15,0 %) пацієнти. Відмінності між групами були статистично значущими ( $p = 0,021$ ). Детальніше ці результати подано в табл. 4. Ці показники свідчать про доцільність впровадження метоксифлурану в практику таких втручань.

### Оцінка протитривожного ефекту метоксифлурану

В основній групі оцінювався протитривожний ефект метоксифлурану. Для цього використано 11-бальну шкалу, де 0 — ефект відсутній, 10 — ефект максимальний. Вираженість протитривожного ефекту метоксифлурану становила від 7 до 10 балів ( $M = 8,82$  бала).

Клінічно це виражалось у кращій співпраці пацієнтів, відсутності панічних атак та відмов від продовження болісних маніпуляцій.

Результати аналізу вираженості протитривожного ефекту метоксифлурану, отримані за допомогою методів описової статистики, наведено в табл. 5.

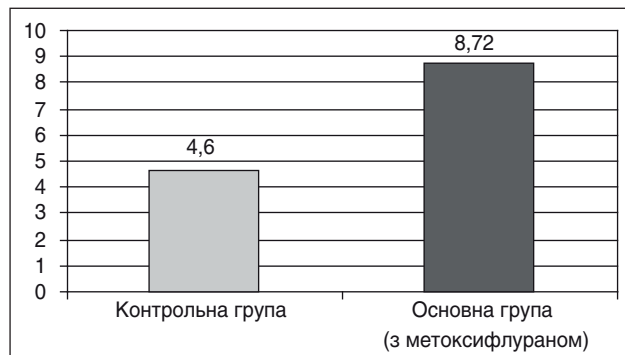


Рисунок 2. Порівняльна діаграма середніх оцінок загального комфорту в балах від 0 до 10 (0 — максимальний дискомфорт, 10 — повний комфорт)

Таблиця 3. Результат оцінки інтенсивності процедурного болю за візуально-аналоговою шкалою (діапазон 0–10 балів) в обох групах

Момент оцінки болю	До початку процедури	Через 1 хв після початку процедури	Через 5 хв після початку процедури	Через 15 хв після початку процедури	Оцінка максимального рівня болю під час процедури	Після завершення процедури
Середнє значення оцінки болю в контрольній групі	1	2,5	3,25	3	5,75	2,6
Середнє значення оцінки болю в основній групі (з метоксифлураном)	1,04	1,26	1,7	1,22	3,36	1

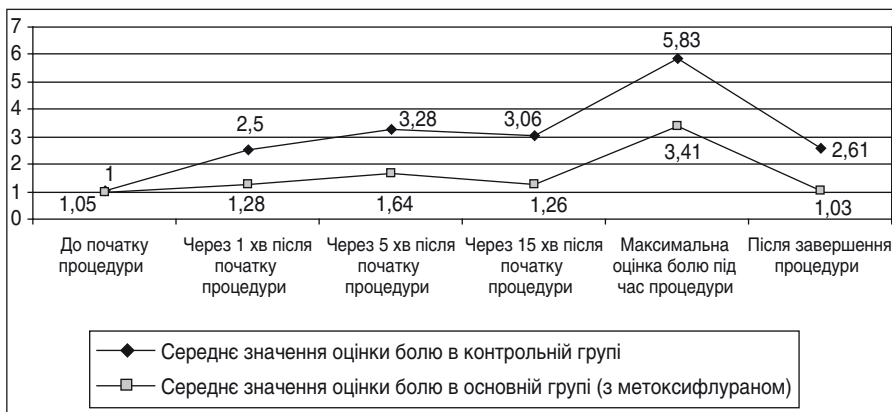
## Безпека та побічні явища

Жодних серйозних побічних реакцій, пов'язаних із застосуванням метоксифлурану, не спостерігалось. Не було зафіксовано випадків пригнічення дихання, нестабільності гемодинаміки чи порушення свідомості, пацієнти залишалися притомними та контактними. Легкі побічні ефекти, такі як транзиторне запаморочення, не спричиняли припинення інгаляції.

## Заміна систем негативного тиску (NPWT)

Оскільки більшість втручань становили процедури заміни NPWT-систем, проведено окремий аналіз відповідної підгрупи пацієнтів.

Максимальний рівень болю за ВАШ в основній групі (з метоксифлураном) становив 3,4 бала проти 5,8 бала у групі контролю ( $p < 0,001$ ). Результати аналізу оцінок інтенсивності болю за ВАШ (від 0 до 10 балів) в основній та контрольній групах наведено на рис. 3.



**Рисунок 3.** Динаміка інтенсивності процедурного болю у групах пацієнтів, яким проведено заміну систем негативного тиску, оцінена за ВАШ, діапазон 0–10 балів

Величина знеболювального ефекту у всіх часових проміжках була порівнянною із загальною когортою, що підтверджує стабільну ефективність метоксифлурану під час маніпуляцій на відкритих ранах.

Загальний комфорт пацієнта при заміні систем NPWT оцінювався за 11-бальною шкалою, де 0 — максимальний дискомфорт, 10 — повний комфорт. Результати порівняльного аналізу груп за рівнем загального комфорту пацієнтів наведено на рис. 4.

Відмінності між групами за оцінками загального комфорту є статистично значущими ( $p < 0,001$ ).

## Обговорення

Проведена клінічна апробація демонструє, що застосування інгаляційного метоксифлурану як компонента мультимодального знеболювання забезпечує клінічно значуще та статистично вірогідне зниження інтенсивності болю у стаціонарних хірургічних пацієнтів.

Ключовим результатом є значимо менші рівні болю в групі метоксифлурану відносно групи контролю на всіх часових етапах спостереження.

Зменшення інтенсивності болю майже удвічі дозволяє, не викликаючи дискомфорт пацієнта, виконувати процедури якісніше. Це особливо важливо в умовах сучасної хірургії в Україні, де багато пацієнтів із мінно-вибуховими травмами потребують тривалих і болісних ревізій ран.

Стійкість знеболювального ефекту протягом проведення процедури (навіть при тривалості по-

**Таблиця 4.** Результати порівняльного аналізу груп за необхідністю зупинки процедури через біль та проведення додаткової седації

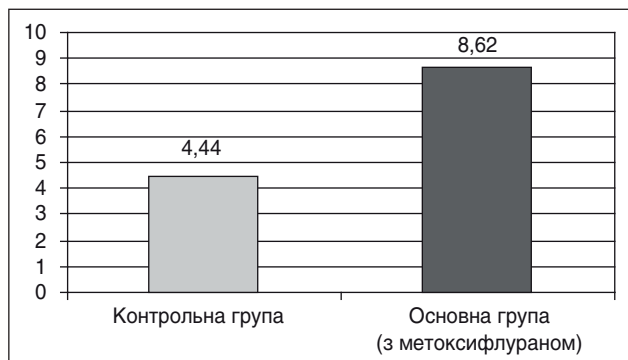
Фактор	Категорії	Контрольна група		Основна група		p-значення*
		n	%	n	%	
Необхідність зупиняти процедуру через біль	Так	4	20	0	0	0,005
	Ні	16	80	50	100	
	Всього	20	100	50	100	
Необхідність проведення седації	Так	3	15	0	0	0,021
	Ні	17	85	50	100	
	Всього	20	100	50	100	

Примітка: \* — обчислено за допомогою точного критерію Фішера.

**Таблиця 5.** Результати аналізу вираженості протитривожного ефекту (0 — ефект відсутній, 10 — ефект максимальний)

Фактор	Статистичні показники					
	n	M	Me	СВ	Мін	Макс
Вираженість протитривожного ефекту метоксифлурану, бали	50	8,82	9	0,85	7	10

Примітки: M — середнє арифметичне; Me — медіана; СВ — стандартне відхилення; Мін — мінімальне значення; Макс — максимальне значення.



**Рисунок 4. Порівняльна діаграма рівня загального комфорту у пацієнтів, яким проводили заміну систем негативного тиску. Оцінка в балах від 0 до 10 (0 — максимальний дискомфорт, 10 — повний комфорт)**

над 30 хвилин) свідчить про надійність методу для стаціонарної практики. Швидкий початок дії (протягом 5 хвилин) та швидке відновлення після припинення інгаляції роблять його ідеальним для короткочасних маніпуляцій.

Згідно з закордонними даними тривожність є одним із факторів, які асоціюються з високою інтенсивністю болю під час процедур заміни пов'язок [2]. Висока оцінка протитривожного ефекту метоксифлурану (8,82 бала з 10) свідчить про наявність ще одного механізму впливу на полегшення стану пацієнта під час процедур на ранах.

### Порівняння з міжнародними даними

Результати цього дослідження узгоджуються з міжнародним досвідом застосування метоксифлурану при проведенні амбулаторних процедур, таких як колоноскопія чи біопсія простати [18–20]. Наші дані розширюють це розуміння на сферу стаціонарної хірургії, демонструючи ефективність препарату при догляді за складними ранами. Подібно до австралійських досліджень [18–21], відзначено високий рівень задоволеності пацієнтів та відсутність серйозних побічних ефектів при використанні низьких доз метоксифлурану (до 6 мл/добу).

### Переваги для хірургічної служби

Впровадження інгаляційного метоксифлурану має кілька стратегічних переваг:

- потенційне зниження використання системних опіоїдів;
- зниження ризиків сенситизації нервової системи та її наслідків — зниження порогу больової чутливості під час наступних процедур;
- зменшення навантаження на операційні зали за рахунок виконання процедур у перев'язувальних кабінетах;
- підвищення пропускної здатності хірургічних підрозділів;
- оптимізація витрат за рахунок використання стаціонарного пристрою для інгаляційного застосування лікарського засобу: пацієнт-контрольоване застосування (за потребою) з можливістю використання одного флакона для кількох процедур.

В умовах необхідності швидкого контролю болю та реалізації опіоїд-зберігаючої стратегії під час болісних

процедур метоксифлуран може розглядатися як важливий інструмент у практиці хірургів та травматологів.

### Висновки

Інгаляційний метоксифлуран є ефективним, безпечним і практичним варіантом для процедурного знеболювання в умовах хірургічних стаціонарів. Його поєднання зі стандартними засобами для знеболювання призводить до значного зниження інтенсивності болю протягом усієї маніпуляції, поліпшує комфорт пацієнтів і забезпечує виражений протитривожний ефект. Препарат добре переноситься і не викликає серйозних побічних ефектів при дотриманні рекомендованих доз (до 6 мл/добу, до 15 мл/тиждень).

Результати дослідження підтверджують можливість широкого впровадження метоксифлурану в протоколи мультимодального знеболювання у хірургічній практиці в Україні, особливо при лікуванні пацієнтів із травмами та складними рановими дефектами.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

### References

1. Schug SA, Palmer GM, Scott DA, Alcock M, Halliwell R, Mott JF; APM:SE Working Group of the Australian and New Zealand College of Anaesthetists (ANZCA) and Faculty of Pain Medicine (FPM). *Acute Pain Management: Scientific Evidence*. 5th ed. Melbourne: ANZCA&FPM; 2020. 1215 p.
2. Gardner SE, Abbott LI, Fiala CA, Rakel BA. Factors associated with high pain intensity during wound care procedures: A model. *Wound Repair Regen*. 2017 Aug;25(4):558-563. doi: 10.1111/wrr.12553.
3. Prystupiak M. The use of inhaled analgesic Umerox (methoxyflurane) in a surgical inpatient setting. *Perioperaciina Medicina*. 2025;8(1):15-21. Ukrainian. doi: 10.31636/prmd.v8i1.2.
4. Willy C, Agarwal A, Andersen CA, et al. Closed incision negative pressure therapy: international multidisciplinary consensus recommendations. *Int Wound J*. 2017 Apr;14(2):385-398. doi: 10.1111/iwj.12612.
5. Apelqvist J, Willy C, Fagerdahl AM, et al. Negative Pressure Wound Therapy - overview, challenges and perspectives. *J Wound Care*. 2017 Mar 1;26(Sup3):S1-S154. doi: 10.12968/jowc.2017.26.Sup3.S1.
6. Hachimi-Idrissi S, Coffey F, Dobias V, et al.; European Society for Emergency Medicine (EUSEM). *Guidelines for the management of acute pain in emergency situations - 2025 Update*. Aartselaar, Belgium: EUSEM; 2025. 127 p.
7. State Register of Medicinal Products of Ukraine; Ministry of Health of Ukraine. YUMEROX® (Methoxyflurane). Ukrainian. Available from: <http://www.drlez.com.ua/ibp/ddsite.nsf/all/shlz1?opendocumnt&styp=AB22595187E4AE81C2258CD5002C5BA1>.
8. Lam L, Brouwer HJ, Gupta M, et al. Effectiveness of inhaled methoxyflurane in acute pain in an emergency department - A systematic review of randomized controlled trials. *Am J Emerg Med*. 2025 Aug;94:37-45. doi: 10.1016/j.ajem.2025.04.021.
9. Nizhenkovska IV, Shkrobanec ID, Babij LM, et al.; State Expert Center of the Ministry of Health of Ukraine. *State Formulary of Medicinal Products*. 17th ed. Kyiv; 2025. 1287 p. Ukrainian.

10. Brichko L, Gaddam R, Roman C, et al. Rapid Administration of Methoxyflurane to Patients in the Emergency Department (RAMPED) Study: A Randomized Controlled Trial of Methoxyflurane Versus Standard Care. *Acad Emerg Med.* 2021 Feb;28(2):164-171. doi: 10.1111/acem.14144.
11. Ricard-Hibon A, Lecoules N, Savary D, et al. Inhaled methoxyflurane for the management of trauma related pain in patients admitted to hospital emergency departments: a randomised, double-blind placebo-controlled trial (PenASAP study). *Eur J Emerg Med.* 2020 Dec;27(6):414-421. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000686.
12. Serra S, Voza A, Ruggiano G, et al.; MEDITA Study Group. Efficacy, Practicality, and Safety of Inhaled Methoxyflurane in Elderly Patients with Acute Trauma Pain: Subgroup Analysis of a Randomized, Controlled, Multicenter, Open-Label Trial (MEDITA). *J Pain Res.* 2020 Jul 16;13:1777-1784. doi: 10.2147/JPR.S255532.
13. Young L, Bailey GP, McKinlay JAC. Service Evaluation of Methoxyflurane Versus Standard Care for Overall Management of Patients with Pain Due to Injury. *Adv Ther.* 2020 May;37(5):2520-2527. doi: 10.1007/s12325-020-01294-1.
14. Johansson A, Svensson A, Wihlborg J. Pain management with methoxyflurane (Penthrox®) in Swedish ambulance care - An observational pilot study. *Int Emerg Nurs.* 2021 Nov;59:101076. doi: 10.1016/j.ienj.2021.101076.
15. Lim KJ, Koh ZX, Ng YY, et al. Comparison of inhalational methoxyflurane (Penthrox®) and intramuscular tramadol for pre-hospital analgesia. *Singapore Med J.* 2021 Jun;62(6):281-286. doi: 10.11622/smedj.2020035.
16. Trimmel H, Egger A, Doppler R, Pimiskern M, Voelckel WG. Usability and effectiveness of inhaled methoxyflurane for prehospital analgesia - a prospective, observational study. *BMC Emerg Med.* 2022 Jan 15;22(1):8. doi: 10.1186/s12873-021-00565-6.
17. Fabbri A, Borobia AM, Ricard-Hibon A, et al. Low-Dose Methoxyflurane versus Standard of Care Analgesics for Emergency Trauma Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis of Pooled Data. *J Pain Res.* 2021 Jan 20;14:93-105. doi: 10.2147/JPR.S292521.
18. Nguyen NQ, Toscano L, Lawrence M, et al. Portable inhaled methoxyflurane is feasible and safe for colonoscopy in subjects with morbid obesity and/or obstructive sleep apnea. *Endosc Int Open.* 2015 Oct;3(5):E487-493. doi: 10.1055/s-0034-1392366.
19. Grummet J, Huang S, Konstantatos A, Frydenberg M. The 'green whistle': a novel method of analgesia for transrectal prostate biopsy. *BJU Int.* 2012 Dec;110 Suppl 4:85-8. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.11613.x.
20. Lee C, Woo HH. Pentrox inhaler analgesia in transrectal ultrasound-guided prostate biopsy. *ANZ J Surg.* 2015 Jun;85(6):433-437. doi: 10.1111/ans.12694.
21. Porter KM, Dayan AD, Dickerson S, Middleton PM. The role of inhaled methoxyflurane in acute pain management. *Open Access Emerg Med.* 2018 Oct 18;10:149-164. doi: 10.2147/OAEM.S181222.

Отримано/Received 02.02.2026

Рецензовано/Revised 10.03.2026

Прийнято до друку/Accepted 16.03.2026

**Information about authors**

Maksym Pristupiuk, Department of Surgery 2, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine; e-mail: maksym.pristupiuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7725-1498>  
 Ihor Kolosovych, Doctor of medical sciences, Professor, Head of the Department of Surgery with a course in abdominal surgery, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine; e-mail: kolosovych\_igor@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-2031-4897>  
 Borys Bezrodnyi, Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Surgery with a course in abdominal surgery, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine  
 Andrii Trushchelor, PhD student, Department of Surgery with a course in abdominal surgery, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine; e-mail: rpg3gorpg3go@gmail.com; andriidoc@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4079-0222>  
 Yuliana Trembovetska, 6th year student, Department of Surgery with a course in abdominal surgery, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine; e-mail: trembovetska02@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-6530-1935>

**Conflicts of interests.** Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

M.O. Pristupiuk, I.V. Kolosovych, B.H. Bezrodnyi, A.M. Trushchelor, Yu.B. Trembovetska  
 Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**The role of methoxyflurane in procedural analgesia for surgical patients with open wounds**

**Abstract. Background.** Procedural pain in a surgical inpatient setting remains a clinically significant problem, particularly during repeated painful wound care interventions such as negative pressure wound therapy dressing changes, wound debridement, and burn wound management. Achieving adequate analgesia is complicated by substantial interindividual variability in pain perception. This is due to genetic factors, anxiety, fear, and previous negative experiences. An individualized approach with assessment of patient-specific needs and selection of the optimal analgesic method is essential and may improve both clinical outcomes and patient experience during procedures. One practical solution is the use of inhalational analgesia based on methoxyflurane. The purpose was to evaluate the efficacy and safety of inhaled methoxyflurane as an adjunct to standard analgesia during painful procedures in a surgical inpatient setting. **Materials and methods.** A clinical evaluation was conducted involving 70 patients with open wounds. Outcomes were compared between two groups: participants receiving standard analgesia and those receiving additional methoxyflurane. In both groups, the

following parameters were assessed: pain intensity, patient comfort, need to interrupt the procedure due to pain, requirement for sedation, and adverse events. **Results.** The maximum pain intensity assessed by the visual analogue scale was significantly lower in the methoxyflurane group ( $M = 3.36$  points) compared to the control one ( $M = 5.75$  points),  $p < 0.001$ . Methoxyflurane as a component of multimodal analgesia provided stable pain relief throughout the procedure without an increase in the frequency of adverse events. In the methoxyflurane group, no patients (0.0 %) required interruption of the procedure due to pain or additional sedation. In the control group, due to pronounced discomfort, the procedure was interrupted in 4 patients (20.0 %), and 3 participants (15.0 %) required additional sedation. **Conclusions.** The study results support the potential for broad implementation of methoxyflurane in multimodal analgesia protocols in surgical practice in Ukraine.

**Keywords:** methoxyflurane; procedural pain; negative pressure wound therapy; multimodal analgesia; surgery; wounds; clinical assessment