



УДК: 579.61:616.5-001.45-008.87

MICROBIAL PROFILE OF THE WOUND SURFACE IN MINE-EXPLOSIVE INJURIES

МІКРОБНИЙ ПРОФІЛЬ РАНОВОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ МІННО-ВИБУХОВИХ ТРАВМАХ

Futujma Y.M./ Футуйма Ю.М.

c.m.s., as.prof. / к.м.н., доц.

ORCID: 0000-0002-5275-0239

*Ternopil National Medical University
named after I.Ya. Horbachevskiy,
Ministry of Health of Ukraine,
Ternopil, Maidan Voli 1, 46001*

*Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України,
м. Тернопіль Майдан Волі 1, 46001*

Malinowska L. I. /Маліновська Л.І.

Student/Студентка

ORCID: 0009-0002-7071-3914

*Ternopil National Medical University
named after I.Ya. Horbachevskiy,
Ministry of Health of Ukraine,
Ternopil, Maidan Voli 1, 46001*

*Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України,
м. Тернопіль Майдан Волі 1, 46001*

Krasii N.I. / Красій Н.І.

c.m.s., as.prof., bacteriologist of the highest category /

к.м.н., доц., лікар бактеріолог вищої категорії

*Ternopil Regional Clinical Hospital,
Ternopil, Klinichna Street, 1, 46002
Тернопільська обласна клінічна лікарня,
Тернопіль, вулиця Клінічна, 1, 46002*

Romanyuk L. B. / Романюк Л.Б.

c.m.s., as.prof. / к.м.н., доц.

ORCID: 0000-0002-8844-8082

*Ternopil National Medical University
named after I.Ya. Horbachevskiy,
Ministry of Health of Ukraine,
Ternopil, Maidan Voli 1, 46001*

*Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України,
м. Тернопіль Майдан Волі 1, 46001*

Анотація. В статті розглядається актуальність мікробного забруднення ран, отриманих у результаті мінно-вибухових травм (МВТ) під час бойових дій на території України. Проаналізовано спектр мікроорганізмів, що колонізують рани на пізніх етапах надання допомоги, частоту їх виділення та патогенний потенціал. Встановлено, що максимально часто виділялись *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B. cereus*, *K. pneumoniae*,



однак більше десятка бактерій, що зустрічались рідко, складають різноманіття мікробного пейзажу при МВТ і ускладнюють лікування.

Ключові слова: рана, мікробіота, мінно-вибухова травма

Вступ.

Якщо конфлікти середини ХХ століття характеризувалися значною часткою кульових поранень, то сучасні війни, починаючи з операцій на Близькому Сході і закінчуючи повномасштабною війною в Україні, демонструють домінування вибухових травм. Аналіз статистичних даних свідчить про невинне зростання частки поранень, спричинених вибуховими пристроями: від 35% під час Першої світової війни до 65% у В'єтнамі та досягнення критичних показників у 74,4% під час кампаній в Іраку та Афганістані. В умовах нинішнього збройного конфлікту в Україні, за окремими даними, цей показник сягає 83% [5]. Мінно-вибухові ураження є одними з найтяжких та специфічних видів травм у структурі воєнної травми. Досить часто вони є поєднаним, із пошкодженням 2–3 анатомічних ділянок. Частота медично-санітарних втрат під час бойових дій внаслідок мінно-вибухової травми досягає 25 % [4]. Будь-яка травма, отримана під час військових дій, що супроводжується пошкодженням м'яких тканин, вважається значно контамінованою мікроорганізмами і є передумовою для розвитку інфекційного процесу. Спектр мікроорганізмів, які виділяють із бойових вогнепальних та мінно-вибухових поранень, постійно змінюється та залежить від часу, зброї, термінів проведення первинної хірургічної обробки, етапу медичної евакуації, тощо [1]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), у 44–61% осіб, що отримали поранення, розвиваються інфекційні ускладнення [2]. В період з 2014– 2022 рр., на теренах України, гнійно-септичні ускладнення вогнепальних поранень виникали у 50–75% осіб [2, 3]. Такі дані спонукали нас провести ретроспективне деперсоніфіковане дослідження мікробіоти ранового вмісту від пацієнтів, що отримали мінно-вибухові травми (МВТ) під час військових дій.

Основний текст. Під час дослідження нами було проаналізовано 117 зразків ранового вмісту у пацієнтів з МВТ, при яких надавалась спеціалізована хірургічна допомога в умовах Тернопільської обласної клінічної лікарні з серпня



по жовтень 2024 р. При проведенні мікробіологічного обстеження хворих керувалися міжнародними і вітчизняними нормативно-правовими документами з біометричної етики, а саме: Женевською декларацією, Гельсінською декларацією Всесвітньої медичної асоціації з біомедичних досліджень (World Medical Association Declaration of Helsinki 2008 р.), Конвенцією про захист прав і гідності людини у зв'язку із застосуванням досягнень біології та медицини (Рада Європи 1997 р.) з «Додатковими протоколами», наказом МОЗ України від 13.02.2006 р. № 66.

Бактеріологічне дослідження ранового вмісту проводили шляхом посіву досліджуваного матеріалу з використанням універсальних, диференціально-діагностичних та спеціальних середовищ. Ідентифікацію клінічних штамів мікроорганізмів виконували згідно із загальноприйнятими мікробіологічними методами за морфологічними, тинкторіальними, культуральними, біохімічними властивостями з використанням автоматизованої системи VITEK 2 compact. Аналіз даних проводився відповідно до критеріїв та вимог доказової медицини.

Аналізуючи результати бактеріологічного дослідження виявили, що 15 проб (12,8 %), не дали росту при використанні культурального методу, що може бути через використання антисептиків та антибіотиків під час надання медичної допомоги. З решти 112 проб було виділено 124 мікроорганізми. З 18 проб (16,1 %) – виділені асоціації 2 і більше представників. Серед мікроорганізмів, що займали провідні місця в структурі ранової мікробіоти були *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *K. pneumonia*, *A. baumannii*, *B. cereus*, *E. faecalis*, *Pr. mirabilis*. (табл.1).

Як видно з таблиці, види типу *Firmicutes* (грампозитивні) та *Gracilicutes* (грамнегативні) зустрічаються практично з однаковою частотою, однак у кількісному співвідношенні переважають грамнегативні мікроорганізми, що збігається з даними літератури. Аналіз даних з військових конфліктів останніх десятиліть (програма TIDOS) демонструє чітку тенденцію до домінування грамнегативних бактерій у структурі мікробіоти бойових поранень. Вони складають 57% мономікробних та 86% полімікробних інфекцій кінцівок [5]. Найбільш клінічно значущими є: *A. baumannii*, *P. aeruginosa* та *K. pneumoniae*.



Таблиця 1 – Спектр мікроорганізмів, виділених з ранового вмісту при МВТ

№ з/п	Назва мікроорганізму	Абс. к-сть	% виявлення
1	<i>A. baumannii</i>	29	25,9
2	<i>P. aeruginosa</i>	16	14,3
3	<i>S. aureus</i>	14	12,5
4	<i>B. cereus</i>	11	9,8
5	<i>K. pneumoniae</i>	9	8,0
6	<i>E. faecalis</i>	8	7,1
7	<i>P. mirabilis</i>	6	5,4
8	<i>S. epidermidis</i>	5	4,5
9	<i>E. coli</i>	5	4,5
10	<i>Ent. cloacae</i>	4	3,6
11	<i>S. haemolyticus</i>	2	1,9
12	<i>Candida spp.</i>	2	1,9

Авторська розробка

Частота виділення *A. baumannii* у нашому дослідженні сягає 25,9 %, хоча за даними деяких авторів в Україні вона залишається провідним ізолятом (36% у деяких когортах), причому спостерігається тривожна тенденція до повної резистентності до карбапенемів (зокрема меропенему) [6]. Цей збудник став символом інфекційних ускладнень війн в Іраку та Афганістані. Його здатність виживати на абіотичних поверхнях та швидко набувати резистентності робить його ідеальним нозокоміальним патогеном.

На другому місці за частотою виявлення при ранах, отриманих у результаті МВТ є *P. aeruginosa* – у нашому дослідженні – 14,3 %, за даними літератури від 13 до 14 % [7]. Однак у нашому дослідженні серед домінуючих видів третє місце посідає *S. aureus*, з частотою 12,5 %, що дисонує з літературними даними, які свідчать про частіше виявлення *K. pneumoniae* [6]. *S. aureus* – мікроорганізм з надзвичайно високим потенціалом стосовно розвитку антибіотикорезистентності, що робить його досить небезпечним при виявленні у складі ранового вмісту при МВТ.



9,8 % отриманих зразків містили *B. cereus* у концентраціях більше 10^6 КУО/мл, що робить її клінічно значущою у перспективі розвитку запальних процесів, особливо в асоціації з іншими мікрорганізмами у осіб із зниженою функцією імунного захисту. *B. cereus*, є представником мікробіоти ґрунту і у людини, може спричиняти харчові отруєння, однак інфекція, асоційована з цим мікроорганізмом може клінічно імітувати клостридіальний міонекроз чи стрептококовий некротичний фасціїт, крім того *B. cereus* здатна утворювати біоплівки і є стійкою до бета-лактамних антибіотиків, що підвищує її патогенний потенціал.

Для *E. faecalis*, *P. mirabilis*, *E. coli* типовим біотопом існування є кишківник і виявлення їх у рановому вмісті свідчить про дислокацію мікрофлори та її можливість брати участь у розвитку запальних ускладнень. Особливо важливим це є у випадку МВТ, оскільки вона, як правило, супроводжується множинними вогнищами ураження, що обтяжує перебіг і погіршує стан пацієнта з ослабленням імунного захисту.

У поодиноких випадках з ран висіяні *Enterobacter aerogenes*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Achromobacter denitrificans*, *Pantoea agglomerans*, котрі можуть викликати захворювання у осіб з явищами імунодефіциту і, як правило, у асоціації з іншими більш вірулентними мікроорганізмами.

Висновок.

У рановому вмісті при МВТ домінують *A. baumannii*, *P. aeruginosa* та *S. aureus*, що відносяться до різних типів мікроорганізмів за будовою клітинної стінки і потребують різних підходів у етіопропному лікуванні, зокрема призначенні антибіотиків. Якість та ефективність надання медичної допомоги при МВТ потребує дослідження мікробного пейзажу рани та визначення антибіотикорезистентності її представників з метою запобігання поширення резистентних штамів та покращення якості життя пацієнтів.

Література:

1. Фомін ОО, Фоміна НС, Ковальчук ВП, Асланян СА. Мікрофлора сучасної



бойової рани та її чутливість до антибіотиків. Частина I. Український медичний часопис. 2023;3(155):83–85.

2. Желіба МД, Верба АВ, Богуш ГЛ та ін. Мікробіологічні аспекти ранової інфекції у потерпілих внаслідок бойових дій та її комплексне лікування з застосуванням вакуум-терапії. Сучасні медичні технології. 2019;3:50–55.

3. Хоменко ПІ, Цема ЄВ, Шаповалов ВЮ та ін. Динаміка мікробної контамінації вогнепальної рани під час комплексного хірургічного лікування. Хірургія України. 2018;1:7–13.

4. Гур'єв СО, Кравцов ДІ, Казачков ВЄ, Ордатій АВ. Мінно-вибухова травма внаслідок сучасних бойових дій на прикладі антитерористичної операції на Сході України. Повідомлення 1. Клініко-епідеміологічна характеристика постраждалих із мінно-вибуховою травмою на ранньому госпітальному етапі надання медичної допомоги. Травма. 2015;16(6):5–8.

5. Mende K, Stewart L, Shaikh F, et al. Microbiology of combat-related extremity wounds: Trauma Infectious Disease Outcomes Study. Diagnostic Microbiology and Infectious Disease. 2019;94(2):173–179.

6. Holubnycha VM, Kholodylo OV. War impact on antimicrobial resistance and bacteriological profile of wound infections in Ukraine. Communications Medicine. 2025;5(1):1–6.

7. Strachinaru DIC, Ragot C, Stoefs A, et al. Management and Prevention of Multidrug-Resistant Bacteria in War Casualties. Tropical Medicine and Infectious Disease. 2025;10(5):128.

Abstract. *The article discusses the relevance of microbial contamination of wounds sustained as a result of mine-blast injuries (MBI) during combat operations in the territory of Ukraine. The spectrum of microorganisms colonizing wounds at the late stages of medical care, the frequency of their isolation, and their pathogenic potential are analyzed. It was established that *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B. cereus*, and *K. pneumoniae* were isolated most frequently; however, more than a dozen rarely encountered bacteria constitute the diversity of the microbial landscape in MBI and complicate treatment.*

Keywords: *wound, microbiota, mine-blast injury.*

Статтю надіслано: 19.11.2025 р.

© Футуйма Ю.М.