

Вивчення популяційного рівня і мікроекологічних показників мікробіоти ранового вмісту бойових травм

Я.Ф. Кутасевич¹, С.К. Джораєва¹, В.В. Гончаренко¹, Е.М. Хорошун^{2,3}, М.О. Ляпунов⁴, В.В. Негодуйко^{2,3}, О.К. Іванцова¹, І.О. Маштакова¹, М.С. Бірюков², О.І. Олійник¹

¹ ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України»

² Військово-медичний клінічний центр Північного регіону Командування Медичних сил Збройних Сил України

³ Харківський національний медичний університет

⁴ ДНУ «Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів» НАН України

Резюме

Мета роботи – встановити таксономічний склад, колонізаційний рівень і мікроекологічні показники екосистеми «макроорганізм-мікробіота» ранового вмісту у пацієнтів з бойовими пораненнями

Матеріали та методи. Загальна група пацієнтів з бойовими пораненнями, які знаходились на стаціонарному лікуванні у Військово-медичному клінічному центрі Північного регіону Командування Медичних сил Збройних Сил України, складалась з 64 осіб. Усі пацієнти були чоловічої статі, з середнім віком ($34,3 \pm 1,1$) року. Мікробіологічні дослідження проведено на базі лабораторії мікробіології, імунології та молекулярної генетики ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України» загальноприйнятими методами.

Результати. Встановлено, що провідними збудниками інфікування бойових ран є грамнегативні мікроорганізми (індекс постійності – 59,5%, з домінуванням різновидів роду *Klebsiella* та *Pseudomonas aeruginosa*), додатковими мікробними агентами визнано грампозитивні коки, що мають сукупний індекс постійності майже 24%. Аналіз спектру мікробної контамінації ранового вмісту показав наявність полікомпонентних асоціацій, які склались з 2-х або 3-х різних таксонів мікроорганізмів – 42,2% та 32,8% відповідно

Висновки. Враховуючи популяційний рівень і мікроекологічні показники умовно-патогенних бактерій, що контаминують вміст ран, терапевтична тактика їх лікування повинна враховувати дані бактеріологічних досліджень з визначенням рівня контамінації ран та чутливості до антибіотиків провідних інфекційних агентів.

Ключові слова: бойові травми, аеробні бактерії, мікробіота, запальний процес, асоціації мікроорганізмів, екосистема «макроорганізм-мікробіота».

DOI: 10.33743/2308-1066-2024-1-12-17

Вступ

Найактуальніша проблема сучасної медицини – розвиток гнійно-запальних захворювань у пацієнтів, які перебувають на лікуванні у стаціонарах хірургічного профілю. У цій парадигмі гостро постає питання профілактики та лікування гнійних ускладнень, адже поранення, отримані під час бойових дій, апіорі є інфікованими. На жаль, незважаючи на вдосконалення системи профілактичних заходів, хірургічні інфекції посідають одне зі значущих місць у структурі інфекційно-запальної патології [1, 3, 7]. Серед грампозитивних бактерій, що домінують у мікробіоценозі ран, домінують *Staphylococcus* spp та *Enterococcus faecalis*, які належать до представників природних біотопів людини, але за певних умов здатні до транслокації та ендogenousного інфікування. Серед грамнегативних мікроорганізмів, що сприяють розвитку гнійно-запальних інфекцій, виділяють *Escherichia coli* та *Klebsiella pneumoniae*, частота вилучення яких в окремих

стаціонарах коливається від 3,8% до 9,6% та від 0,5% до 16,4%, відповідно. Не менше значення мають бактерії, що не ферментують глюкозу (НФГНБ), які переважно представлені двома видами: *Pseudomonas aeruginosa* та *Acinetobacter baumannii*. Питома вага псевдомонад у більшості стаціонарів становить від 1,7% до 7,6%, але при дослідженні бойових та опікових ран цей показник суттєво збільшується (до 15,0% та 12,8%, відповідно) [3, 6, 8, 17]. Аналогічно вищесказаному, *A. baumannii* виділяють з ран у 0,1% – 5,7% клінічних випадків, але у хворих із бойовими пораненнями та опіковою хворобою частота виділення зростає до 53% та 25%, відповідно [2, 6, 8].

Більшість гнійно-запальних інфекцій, що викликані цими бактеріями, – результат їх здатності до транслокації зі звичних для них біотопів у інші екологічні ніші [3, 17]. Здатність цих бактерій мігрувати, виживати в несприятливих умовах, обмінюватися генетичними локусами набутої

антибіотикорезистентності призводить до поширення «агресивних» штамів, що спричиняє розвиток важких інфекцій. Такі штами, як правило, резистентні до кількох груп антибактеріальних препаратів, що істотно ускладнює терапію й вибір антибіотиків для емпіричної терапії [2, 6, 8]. За даними фахової літератури, найвищий рівень резистентності має *A. baumannii*, 75% ізолятів *P. aeruginosa* характеризуються резистентністю до основних класів антибактеріальних препаратів, а ентеробактерії набувають майже 100% резистентності до цефалоспоринових та фторхінолонів [3, 12]. Бактерії здатні адаптуватись до змін в живленні, наявності стресів, обумовлених зовнішніми умовами, присутності інгібуючих сполук, а також до імунного захисту. Одним з особливо важливих прикладів бактеріальної адаптації, опосередкованої систематизованою дією генів, є здатність розмножуватись в складі нерухомих полімікробних угруповань, відомих як біоплівки. Існування у вигляді біоплавок супроводжується значними змінами експресії генів та синтезу додаткових протеїнів, що проявляється резистентністю до антимікробних засобів та факторів імунного захисту. Чисельні дослідження стверджують, що саме такі бактерії спричиняють важкі інфекційні ускладнення [9].

Наявність полірезистентності ранових ізолятів, встановлення фактів об'єднання декількох штамів у однакові фенотипи резистентності, що виявляються у географічно віддалених госпіталях, вказують на те, що сучасні бойові поранення контамінуються спорідненими клональними популяціями, які мають єдине джерело походження, найбільш імовірно госпітальне. І, таким чином, подолання полірезистентності цих мікроорганізмів до протимікробних засобів та їх діагностика є пріоритетним завданням практичної медицини та мікробіології [5, 10, 11, 16].

Мета дослідження: встановити таксономічний склад, колонізаційний рівень і мікроекологічні показники екосистеми «макроорганізм-мікробіота» ранового вмісту у пацієнтів з бойовими пораненнями

Матеріали та методи

Загальна група пацієнтів, які були задіяні для проведення дослідження складалась з 64 осіб, що мали бойові поранення та знаходились на стаціонарному лікуванні у Військово-медичному клінічному центрі Північного регіону Командування Медичних сил Збройних Сил України. Усі пацієнти були чоловічої статі. Вік хворих – від 19 до 57 років, середній вік – $(34,3 \pm 1,1)$ року. Мікробіологічні дослідження проведено на базі лабораторії мікробіології, імунології та молекулярної генетики ДУ «Інститут дерматології на венерології НАМН України». Забір та первинний посів біологічного матеріалу проводився загальноприйнятими методами. Мікробіологічне дослідження матеріалу проводилося відразу після забору, не пізніше 2-х годин. Ідентифікацію виділених таксонів проводили за морфологічними, тинкторіальними, культуральними, біохімічними властивостями [13]. Для характеристики популяційно-видового та мікроекологічного показників було проведено визначення індексу постійності, частоти вияву, індексу видового багатства Маргалєфа, індексу видового різноманіття Уїттекера та індексів

видового домінування Сімпсона та Бергера-Партера [4]. Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою пакетів програм MS Excel.

Результати досліджень

Пацієнтам з бойовими травматичними ушкодженнями шкіри і прилеглих тканин проведено комплекс мікробіологічних досліджень з вивченням якісного та кількісного складу бактерійних збудників осередків ураження (виділення з ран, вміст дренажів та ін.). Для деталізації показників інтенсивності обсіменіння проаналізовано локалізація бойових травм. На рис. 1 представлений розподіл пацієнтів з бойовими травмами за локалізацією поранень.

Як видно з даних, наведених на рис. 1, у структурі бойових поранень переважали поранення кінцівок (33 особи – 51,5%), поранення черевної порожнини, голови та шиї, а також скелетна травма склали приблизно однаковий відсоток: 12 осіб – 18,8%; 9 хворих – 14,1% та 10 пацієнтів – 15,6% відповідно.

Загалом було виділено 128 штамів умовно патогенних бактерій, що належать до 13 різних таксономічних груп. Результати дослідження таксономічного складу екосистеми «макроорганізм-мікробіота» аеробної мікрофлори бойових ранових ушкоджень представлені у таблиці 1.

Аналіз мікрофлори дозволив визначити переважання грамнегативних паличок, наявність котрих встановлено в 59,5% випадків. Серед них до роду *Klebsiella* належало 32,5% бактерій, *Pseudomonas aeruginosa* ідентифіковано у 16,4%. Питома вага інших мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* сягала 10,3% з наступним розподілом видової належності: до роду *Enterobacter* – 1,6%, до роду *Citrobacter* – 4,8%, а в 3,9% досліджень ідентифікована *E.coli*. Грампозитивні коки, які належали до роду *Enterococcus* та *Staphylococcus*, у постраждалих від бойових травм виділяли у 23,8% бактеріологічних досліджень, (по 11,9% кожний). При цьому лише у 3,9% досліджень стафілококи ідентифіковані як *S. aureus*. З числа тих, що не коагулювали плазму, 10 штамів (7,8%) були ідентифіковані як *S. haemolyticus*. Грампозитивні палички роду *Bacillus* виділяли у 16,4% досліджень. Важливим є те, що даний мікробіологічний пейзаж був досліджений у поранених після надання медичної допомоги на попередніх етапах евакуації поранених, тому зрозуміло, що на якість та кількість мікрофлори ран впливають терміни і якість проведення первинної хірургічної

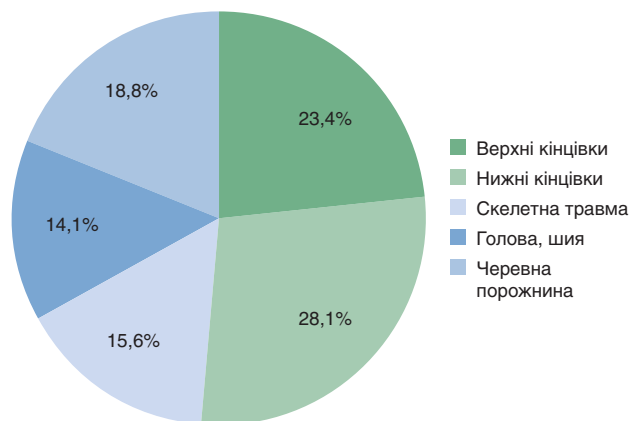


Рисунок 1. Розподіл пацієнтів за локалізацією бойових поранень

Таблиця 1. Таксономічний склад аеробної мікрофлори ранового вмісту бойових ушкоджень

Мікроорганізми	Типологія домінуючих мікроорганізмів				Індекси видового домінування	
	Рановий вміст, вміст дренажів (n=61)					
	Виділено та ідентифіковано штамів	Індекс постійності, (%)	Індекс видового багатства Маргалефа	Індекс видового різноманіття Уттекера	Індекс видового домінування Сімсона	Індекс видового домінування Бергера-Паркера
<i>P.aeruginosa</i>	21	16,4	3,9	0,17	0,03	0,97
<i>K. pneumoniae</i>	37	28,9	3,32	0,29	0,08	0,92
<i>K.oxytoca</i>	2	1,6	17,4	0,015	0,0002	0,998
<i>K.ozaenae</i>	2	1,6	17,4	0,015	0,0002	0,9998
<i>K.aerogenes</i>	2	1,6	17,4	0,015	0,0002	0,9998
<i>C.amalonaticus</i>	3	2,3	11,0	0,02	0,0004	0,9996
<i>C.diversus</i>	3	2,3	11,0	0,02	0,0004	0,9996
<i>E.cloacea</i>	2	1,6	17,4	0,015	0,0002	0,9998
<i>E.coli</i>	5	3,9	7,45	0,03	0,0009	0,9991
<i>S.haemolyticus</i>	10	7,8	5,22	0,08	0,064	0,936
<i>E.faecalis</i>	15	11,7	4,43	0,12	0,014	0,986
<i>Bacillus</i> spp	21	16,4	3,94	0,07	0,005	0,995
<i>S.aureus</i>	5	3,9	7,45	0,03	0,0009	0,9991

обробки, багатоетапність евакуації та госпіталізації поранених, відсутність затверджених протоколів лікування на кожному з етапів надання медичної допомоги. У 4,7% (3 особи) результати бактеріологічних досліджень були негативними, що частково може бути обумовлено відбором зразків у військовослужбовця раніше 72 годин від моменту отримання поранення (за виключенням випадків високого ризику мікробної контамінації / інфікування пацієнта збудниками з резистентністю, згідно з галузевими стандартами у сфері охорони здоров'я, затвердженими МОЗ України), та не рекомендовано наказом МОЗ У № 403 від 27.02.2023 «Про затвердження Порядку проведення посиленого епідеміологічного нагляду за протимікробною резистентністю мікроорганізмів, що спричиняють гнійно-запальні інфекції ран у поранених внаслідок бойових дій».

Для мікроекологічного аналізу виділених асоціацій мікроорганізмів використовували комплекс показників: індекс постійності виду та індекс видового розмаїття Уттекера. В залежності від значення індексу постійності мікроорганізми розподіляються на постійні (індекс постійності яких в межах 50% і більше), додаткові (зі значенням індексу постійності в межах 25% – 50%) і випадкові (індекс постійності яких знаходяться в межах 25% і нижче). Низький індекс означає однорідність системи, тобто переважання однієї домінуючої групи мікроорганізмів. Якщо взяти сумарний індекс постійності для грамнегативних мікроорганізмів, то він дорівнює 59,5%, що свідчить про постійність даних видів у мікробіоценозі ранового вмісту, грам-позитивні коки мають сукупний індекс постійності майже 24%, що дає можливість віднести їх до додаткових мікробних агентів. Поєднання низького індексу різноманітності Маргалефа (*P.aeruginosa* – 3,9;

K. pneumoniae – 3,32 та *Bacillus* spp – 3,94) з високим індексом постійності одного виду говорить про декомпенсований дисбіоз або про захворювання, яке найімовірніше викликане цим видом. Серед виділених із вогнепальних ран *Bacillus* spp. склали 16,4%. Хоча у нас відсутні дані стосовно частоти використання пробіотиків для обробки ран на попередніх етапах евакуації, відомо, що ці препарати в Україні використовуються досить широко. Ймовірно, вірогідне зменшення частки таких патогенів, як *S. haemolyticus*, та збільшення частки негативних посівів пояснюється саме цим [14]. Проте очевидно, що особливості використання *Bacillus* spp. для обробки ран ще слід дослідити, оскільки в більшості випадків кількість бацил у зразку дорівнювала або перевищувала 10^4 КУО/мл, що відповідає критеріям інфікування. До завдань нашого дослідження не входило вивчення особливостей інфікування *Bacillus* spp., але, можливо, це слід дослідити у майбутньому. Згідно з літературними даними, у більшості випадків наявність *Bacillus* spp. не свідчить про серйозне захворювання і не потребує підбору антибактеріальних препаратів. Але в деяких випадках (зокрема, у пацієнтів з імунодефіцитними станами різного генезу) можуть розвиватися пневмонії, панoftальміти, вісцеральні абсцеси та некрози тканин [15].

За результатами бактеріологічного дослідження у 61 пацієнта з бойових травм (поранень) виділено та ідентифіковано 128 штамів умовно патогенних аеробних бактерій, що є свідченням того, що у деяких пацієнтів у запальному процесі беруть участь асоціації цих мікроорганізмів. Результати дослідження кількісної характеристики асоціацій умовно-патогенної аеробної мікробіоти ранового вмісту наведено на рисунку 2.

Важливим для характеристики ранового процесу є якісна характеристика асоціацій. Результати

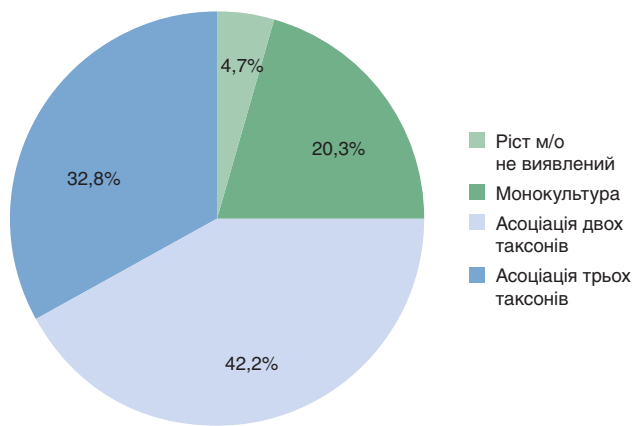


Рисунок 2. Кількісна характеристика асоціацій умовно-патогенної аеробної мікробіоти ранового вмісту

встановлення якісної характеристики асоціації умовно-патогенних бактерій, що контамінують рановий вміст, наведені в табл. 2.

Для виявлення провідного збудника запального процесу, обумовленого асоціаціями, необхідно визначити популяційний рівень кожного компонента мікробного угруповання. Результати вивчення популяційного рівня і мікроекологічних показників умовно-патогенних бактерій, що контамінують бойові рани, наведено у табл. 3.

Як видно з наведених даних, самий високий рівень кількісного домінування виявлено у *K. pneumoniae*, *Bacillus* spp та *P.aeruginosa*. Кількісне домінування інших видів виявилось значно меншим: *E.faecalis* – у 2,47 разів, *S.haemolyticus* – у 3,7 разів, *S.aureus* та *E.coli* – у 7,4 рази, *Klebsiella* spp, за виключенням *K.*

Таблиця 2. Якісна характеристика асоціації умовно-патогенних бактерій, що контамінують бойові травматичні ураження

Рановий вміст (n=61)			
Склад асоціації	Бактерії, що формують асоціації	Кількість/	абс., %
Монокультура	<i>K. pneumoniae</i>	13	21,3
2-х компонентні асоціації	<i>K. pneumoniae</i> + <i>S.aureus</i>	5	8,2
	<i>K. pneumoniae</i> + <i>S.haemolyticus</i>	5	8,2
	<i>P.aeruginosa</i> + <i>E.faecalis</i>	5	8,2
	<i>P.aeruginosa</i> + <i>Bacillus</i> spp	5	8,2
	<i>K. pneumoniae</i> + <i>S.haemolyticus</i>	1	1,6
	<i>K. pneumoniae</i> + <i>E.cloacea</i>	1	1,6
	<i>K. pneumoniae</i> + <i>E.coli</i>	5	8,2
3-х компонентні асоціації	<i>K.pneumoniae</i> + <i>E.faecalis</i> + <i>Bacillus</i> spp	4	6,6
	<i>P.aeruginosa</i> + <i>K. pneumoniae</i> + <i>S.haemolyticus</i>	4	6,6
	<i>C.amalonicus</i> + <i>E.faecalis</i> + <i>Bacillus</i> spp	3	4,9
	<i>C.diversus</i> + <i>E.faecalis</i> + <i>Bacillus</i> spp	3	4,9
	<i>P.aeruginosa</i> + <i>K.oxytoca</i> + <i>Bacillus</i> spp	2	3,4
	<i>P.aeruginosa</i> + <i>K.ozaenae</i> + <i>Bacillus</i> spp	2	3,4
	<i>P.aeruginosa</i> + <i>K.aerogenes</i> + <i>Bacillus</i> spp	2	3,4
	<i>P.aeruginosa</i> + <i>E.cloacea</i> + <i>S.haemolyticus</i>	1	1,6

Таблиця 3. Популяційний рівень і мікроекологічні показники умовно-патогенних бактерій, що контамінують вміст ран (n=61)

Мікроорганізми	Популяційний рівень в Ig КУО/мл	Коефіцієнт кількісного домінування	Коефіцієнт значущості
<i>P.aeruginosa</i>	6,76 ± 0,35	16,4	0,027
<i>K. pneumoniae</i>	6,2 ± 0,28	28,9	0,047
<i>K.oxytoca</i>	5,5 ± 0,5	1,6	0,5
<i>K.ozaenae</i>	4,85 ± 0,16	1,6	0,5
<i>K.aerogenes</i>	4,85 ± 0,16	1,6	0,5
<i>C.amalonicus</i>	6,13 ± 0,3	2,3	0,33
<i>C.diversus</i>	6,36 ± 0,33	2,3	0,33
<i>E.cloacea</i>	4,39 ± 0,21	1,6	0,5
<i>E.coli</i>	6,01 ± 0,55	3,9	0,2
<i>S.haemolyticus</i>	4,42 ± 0,25	7,8	0,1
<i>E.faecalis</i>	4,28 ± 0,42	11,7	0,066
<i>Bacillus</i> spp	4,08 ± 0,3	16,4	0,05
<i>S.aureus</i>	3,81 ± 0,32	3,9	0,2

pneumoniae – у 18,1 рази, що і визначає рівень домінування інфекційних агентів.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що рішення проблеми контамінації бойових травм, є важливою задачею сучасної мікробіології внаслідок того, що ефективність лікування інфікованих поранень відчутно залежить від правильної та своєчасної ідентифікації патогенного агента з визначенням його чутливості до антибактеріальних засобів.

Висновки

1. Встановлено, що провідними збудниками інфікування бойових ран є грамнегативні мікроорганізми (індекс постійності – 59,5%, з домінуванням різновидів роду *Klebsiella* та *Pseudomonas aeruginosa*, що свідчить про постійність даних видів у мікробіоценозі ранового вмісту; додатковими мікробними агентами визнано грампозитивні коки, що мають сукупний індекс постійності майже 24%.

2. Аналіз спектру мікробної контамінації ранового вмісту показав наявність полікомпонентних асоціацій, які складались з 2-х або 3-х різних таксонів мікроорганізмів – 42,2% та 32,8% відповідно. З 2-х компонентних асоціацій найбільш часто визначались *K. pneumoniae* + *S.aureus*; *K. pneumoniae* + *S.haemolyticus*; *P.aeruginosa* + *E.faecalis*; *P.aeruginosa* + *Bacillus* spp (на рівні 8,2%); а з 3-х компонентних – *K.pneumoniae* + *E.faecalis* + *Bacillus* spp та *P.aeruginosa* + *K. pneumoniae* + *S.haemolyticus* (на рівні 6,6%).

3. Враховуючи популяційний рівень і мікроекологічні показники умовно-патогенних бактерій, що контамінують вміст ран, терапевтична тактика їх лікування повинна враховувати дані бактеріологічних досліджень з визначенням рівня контамінації ран та чутливості до антибіотиків провідних інфекційних агентів.

Перспективи подальших досліджень необхідність подальшого дослідження таксономічного складу аеробних мікроорганізмів з подальшим вивченням популяційного рівня автохтонної та алохтонної мікробіоти, чутливості їх до антибактеріальних засобів з лікувальною та профілактичною метою.

Література

- Аналіз моніторингового дослідження антибіотикорезистентності збудників гнійно-запальних процесів м'яких тканин / А.П. Превар, А.В. Крижановська, В.О. Радіонов, В.М. Мруг. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2018. Т. 22, № 2. С. 285–288.
- Бендас В.В., Стефак Я.П., Мойсюк В.Д. Таксономічний склад, популяційний рівень і мікроекологічні показники мікробіоти ранового вмісту вогнепальних поранень та міно-вибухових травм. *Кліні. експерим. патол.* 2019. № 18(2). С. 13–18.
- Біологічні властивості основних збудників гнійно-запальних захворювань у хірургічних хворих Запорізької лікарні швидкої допомоги / Н.М. Поліщук, Д.Л. Кирик, І.Є. Юрчук та ін. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики.* 2020. Т. 13, № 2(33). С. 271–277.
- Грод І.М., Шевчик Л.О. Застосування інформативних індексів з метою оцінки. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції з нагоди святкування 30-річчя кафедри інформатики та методики її навчання.* Тернопіль, 8–9 листопада 2018 р. ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2018. 265 с.
- Ковальчук В.П., Кондратюк В.М. Динаміка видового складу мікрофлори бойових (вогнепальних та міно-вибухових) ран кінцівок, одержаних під час антитерористичної операції на сході України у 2014 році. *Хірургія України.* 2016. № 2. С. 13–18.
- Кондратюк В.М. Мікробіологічна характеристика інфекційних ускладнень бойових поранень в різних збройних конфліктах. *Український журнал медицини, біології та спорту.* 2017. № 3 (7). С. 219–223.
- Мікробіологічні аспекти ранової інфекції у потерпілих внаслідок бойових дій та її комплексне лікування з застосуванням вакуум-терапії / М.Д. Желіба, А.В. Верба, Г.Л. Богущ та ін. *Сучасні медичні технології.* 2019. № 3. С. 50–55.
- Мікрофлора сучасної бойової рани та її чутливість до антибіотиків. Частина I / О.О. Фомін, Н.С. Фомина, В.П. Ковальчук, С.А. Асланян. *Укр. Мед. Часопис.* 2023. № 3 (155) V/VI. С. 82–85.
- Стимування антимікробної резистентності на підходах «Єдине здоров'я»: Монографія. / А.Г. Салманов, Д.В. Щеглов, В.В. Артюшенко та ін. К.: АграрМедІаГруп. 2022. 380 с.
- Сучасний погляд на перспективи застосування вакуум-терапії у комплексному лікуванні вогнепальних ран (огляд літератури). / К.Ю. Пархоменко, О.І. Цівенко, В.В. Шморган та ін. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Медицина».* 2023. № 46. С. 89–100.
- Характеристика ефективності лікування вогнепальних поранень з використанням вакуум-терапії / Н.С. Фомін, В.М. Фомина, В.М. Кондратюк та ін. *Вісник Вінницького національного медичного університету.* 2020. Т. 24, № 1, С. 106–109.
- Achromobacter spp. Surgical site infections: a systematic review of case reports and case series / E. Ronin, C. Derancourt, A. Cabié et al. *Microorganisms.* 2021. № 9 (12). P. 2471
- A Guide to Utilization of the Microbiology Laboratory for Diagnosis of Infectious Diseases: 2018 Recommendations by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM). *Clinical Infectious Diseases.* 2018. 94 p.
- Antibacterial therapy for combat gunshot trauma: eight years after (retrospective observational study) / D. Krishtafor, A. Krishtafor, A. Halushchak, V. Mynka, U. Seleznova, G. Grabova. *Emergency medicine.* 2023. Vol 19, № 4. P. 241–248. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.4.2023.1591>
- Sliman R, Rehm S, Shlaes D.M. Serious infections caused by Bacillus species. *Medicine (Baltimore).* 1987. Vol. 66, № 3. P. 218–223.
- Topical negative-pressure wound therapy: emerging devices and techniques / R.E. Horch, I. Ludolph, W. Müller-Seubert, et al. *Expert Rev Med Devices.* 2020. Vol 17, № 2. P. 139–48.
- Web Appendix 4. Summary of a systematic review on screening for extended spectrum beta-lactamase and the impact on surgical antibiotic prophylaxis. *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection.* World Health Organization, 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536428/>

References

- Prevar A.P., Kryzhanovska A.V., Radionov V.O., Mruh V.M. Analiz monitoringovoho doslidzhennia antybiotykorезystentnosti zbudnykiv hniino-zapalnykh protsesiv miakkykh tkany [Analysis of the monitoring study of antibiotic resistance of pathogens of purulent-inflammatory processes of soft tissues]. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu.* 2018; 22(2): 285–288.
- Bendas V.V., Stefak Ya. P., Moisiuk V.D. Taksonomichnyi sklad, populatsiyni riven i mikroekologichni pokaznyky mikrobioty ranovoho vmistu vohnepalnykh poranen ta minno-vybukhovyykh travm [Taxonomic composition, population level and microecological indicators of the microbiota of wound contents of gunshot wounds and mine-explosive injuries.]. *Klin. eksperyment. patol.* 2019; 18(2): 13–18.
- Polishchuk N.M., Kyryk D.L., Yurchuk I. Ye. ta in. Biologichni vlastyvoli osnovnykh zbudnykiv hniino-zapalnykh zakhvoriuvan u khirurhichnykh khvorykh Zaporizkoi likarni shvydkoi dopomohy [Biological properties of the main causative agents of purulent-inflammatory diseases in surgical patients of Zaporizhzhya Emergency Hospital]. *Aktualni pytannia farmatsevtichnoi i medychnoi nauky ta praktyky.* 2020; 13,2(33): 271–277.
- Hrod I. M., Shevchuk L. O. Zastosuvannia informativnykh indeksiv z metoiu otsinky [Application of informative indexes for the purpose of evaluation]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia: dosvid, tendentsii, perspektivy: materialy II mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi internet-konferentsii z nahody sviatkovannia 30-riчchia kafedry informatyky ta metodyky yii navchannia.* Ternopil, 8–9 lystopada 2018 r. TNPu im. V. Hnatiuka, 2018: 265 p.
- Kovalchuk V.P., Kondratiuk V.M. Dynamika vydivoho skladu mikroflory boiovykh (vohnepalnykh ta minno-vybukhovyykh) ran kintsivok, oderzhanykh pid chas antyterorystychnoi operatsii na skhodi Ukrainy u 2014 rotsi [Dynamics of the species composition of the microflora of combat (fire and mine-explosive) wounds of the limbs, received during the anti-terrorist operation in the east of Ukraine in 2014.]. *Khirurgiia Ukrainy.* 2016; 2: 13–18.
- Kondratiuk V.M. Mikrobiologichna kharakterystyka infektsiynnykh uskladnen boiovykh poranen v ryznykh zbroiynnykh konfliktakh [Microbiological characteristics of infectious complications of combat wounds in various armed conflicts]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu.* 2017; 3 (7): 219–223.
- Zheliba M.D., Verba A.V., Bohush H.L. ta in. Mikrobiologichni aspekty ranovoi infektsii y poterylykh vlaslidok boiovykh dii ta yii kompleksne likuvannia z zastosuvanniam vakuum-terapii [Microbiological aspects of wound infection in combat victims and its complex treatment using vacuum therapy] *Suchasni medychni tekhnologii.* 2019; 3: 50–55.
- Fomin O.O., Fomina N.S., Kovalchuk V.P., Aslanian S.A. Mikroflora suchasnoi boiovoi rany ta yii chutlivist do antybiotyky. Chastyna I. [Microflora of a modern combat wound and its sensitivity to antibiotics. Part I]. *Ukr. Med. Chasopys.* 2023; 3 (155) V/VI: 82–85.
- Salmanov A.H., Shchehlov D.V., Artemenko V.V. ta in. Strymuвання antymikrobnoi rezystentnosti na pidkhodakh «Yednye zdorovia»: Monohrafiia [Containment of Antimicrobial Resistance Using One Health Approaches: A Monograph]. K.: AhrarMediaHrup. 2022: 380 s.
- Parkhomenko K. Iu., Tsvienko O.I., Shmorhan V.V. ta in. Suchasnyi pohliad ta perspektivy zastosuvannia vakuum-terapii u kompleksnomu likuvanni vohnepalnykh ran (ohliad literatury) [Modern view and prospects of using vacuum therapy in complex treatment of gunshot wounds (literature review)]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seria «Medytsyna».* 2023; 46: 89–100.
- Fomin N.S., Fomina V.M., Kondratiuk V.M. ta in. Kharakterystyka efektyvnosti likuvannia vohnepalnykh poranen z vykorystanniam vac-terapii [Characteristics of the effectiveness of treatment of gunshot wounds using vac therapy]. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu.* 2020; 24(1): 106–109.
- Ronin E., Derancourt C., Cabié A. et al. Achromobacter spp. Surgical site infections: a systematic review of case reports and case series. *Microorganisms.* 2021; 9 (12): 2471
- A Guide to Utilization of the Microbiology Laboratory for Diagnosis of Infectious Diseases: 2018 Recommendations by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM). *Clinical Infectious Diseases.* 2018: 94 p.
- Krishtafor D., Krishtafor A., Halushchak A., Mynka V., Seleznova U., Grabova G. Antibacterial therapy for combat gunshot trauma: eight years after (retrospective observational study). *Emergency medicine.* 2023; 19(4): 241–248. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.4.2023.1591>
- Sliman R, Rehm S, Shlaes D.M. Serious infections caused by Bacillus species. *Medicine (Baltimore).* 1987; 66 (3): 218–223.
- Horch R.E., Ludolph I., Müller-Seubert W., et al. Topical negative-pressure wound therapy: emerging devices and techniques. *Expert Rev Med Devices.* 2020; 17(2): 139–48.
- Web Appendix 4. Summary of a systematic review on screening for extended spectrum beta-lactamase and the impact on surgical antibiotic prophylaxis. *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection.* World Health Organization, 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536428/>

STUDY OF THE POPULATION LEVEL AND MICROECOLOGICAL INDICATORS OF THE MICROBIOTA OF THE EARLY CONTENTS OF COMBAT INJURIES

Kutasevych Ya.F.¹, Dzhoraieva S.K.¹, Honcharenko V.V.¹, Khoroshun E.M.^{2,3}, Lyapunov N.A.⁴, Negodyuko V.V.^{2,3}, Ivantsova O.K.¹, Mashtakova I.O.¹, Biryukov M.S.², Oliinyk O.I.¹

¹ SE «Institute of Dermatology and Venereology of NAMS of Ukraine»

² Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Command of the Medical Forces of the Armed Forces of Ukraine

³ Kharkiv National Medical University

⁴ DNU «Scientific and technological complex «Institute of single crystals» of the National Academy of Sciences of Ukraine

Abstract

The purpose of the work is to establish the taxonomic composition, colonization level and microecological indicators of the «macroorganism-microbiota» ecosystem of wound contents in patients with combat wounds

Materials and methods. The total group of patients with combat wounds who were undergoing inpatient treatment at the Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Command of the Medical Forces of the Armed Forces of Ukraine consisted of 64 people. All patients were male, with a mean age of (34.3 ± 1.1) years. Microbiological studies were conducted on the basis of the laboratory of microbiology, immunology and molecular genetics of the SE «Institute of Dermatology and Venereology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» using generally accepted methods.

The results. It was established that the leading causative agents of combat wound infection are gram-negative microorganisms (permanence index – 59.5%, dominated by varieties of the genera *Klebsiella* and *Pseudomonas aeruginosa*), additional microbial agents were recognized as gram-positive cocci, which have a cumulative permanence index of almost 24%. Analysis of the spectrum of microbial contamination of wound contents showed the presence of multicomponent associations consisting of 2 or 3 different taxa of microorganisms – 42.2% and 32.8%, respectively

Conclusions. Taking into account the population level and microecological indicators of opportunistic bacteria contaminating the contents of wounds, the therapeutic tactics of their treatment should take into account the data of bacteriological studies with the determination of the level of contamination of wounds and sensitivity to antibiotics of leading infectious agents.

Keywords: combat injuries, aerobic bacteria, microbiota, inflammatory process, associations of microorganisms, «macroorganism-microbiota» ecosystem.

Інформація про авторів:

Кутасевич Яніна Францівна – доктор медичних наук, професор, директор ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України», м. Харків.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8706-1487>

Джораєва Світлана Кар'ягдівна – доктор медичних наук., старший дослідник, завідувачка лабораторно-експериментального відділу ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України», м. Харків, dzhoraevassetlana@gmail.com.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2486-5474>

Гончаренко Валентина Василівна – кандидат медичних наук, науковий співробітник лабораторії мікробіології, імунології та молекулярної генетики ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України», м. Харків,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8168-0818>

Хоршун Едуард Миколайович – кандидат медичних наук, Герой України, начальник Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування Медичних сил Збройних Сил України, м. Харків, доцент кафедри хірургії № 4 Харківського національного медичного університету,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1258-1319>

Ляпунов Микола Олександрович – доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач лабораторії технології та аналізу лікарських засобів ДНУ «Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів НАН України», м. Харків

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5036-8255>

Негодуйко Володимир Володимирович – доктор медичних наук, доцент, начальник клініки невідкладної допомоги (та при-йому і евакуації) Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування Медичних сил Збройних Сил України, м. Харків, професор кафедри хірургії № 4 Харківського національного медичного університету,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4540-5207>

Іванцова Олена Костянтинівна – бактеріолог бактеріологічної групи клініко-діагностичної лабораторії ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України», м. Харків

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9544-0644>

Маштакова Ірина Олексіївна – кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу дерматології, інфекційних та паразитарних захворювань шкіри ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України». м. Харків

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3592-6896>

Бірюков Михайло Сергійович – начальник медичної лабораторії (вірусологічної, молекулярно-генетичних досліджень) клініки лабораторної діагностики Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування Медичних сил Збройних Сил України., м. Харків

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-6525-0883>

Олійник Ольга Іванівна – в. о. молодшого наукового співробітника відділу дерматології, інфекційних та паразитарних захворювань шкіри ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМН України», м. Харків

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3895-3352>