

Бик П. Л.¹, канд. мед. наук, асистент кафедри хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії,
<https://orcid.org/0000-0002-2215-3978>

Криворчук І. Г.^{1,2}, канд. мед. наук, доцент кафедри хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії,
заступник директора, <https://orcid.org/0000-0002-1793-0138>

Лещин І. М.¹, канд. мед. наук, доцент кафедри хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії,
<https://orcid.org/0000-0003-1429-2756>

Мартинюк Н. С.¹, студент, <https://orcid.org/0000-0002-0458-8441>

Орлов Д. Ю.², бактеріолог, <https://orcid.org/0009-0003-2983-2652>

¹Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

²КНП «Олександрівська клінічна лікарня м. Києва», м. Київ, Україна

Епідеміологія та антибіотикорезистентність бойової ранової інфекції в хірургічних хворих

Резюме

Мета – проаналізувати мікробіологічний спектр збудників інфекцій ділянки хірургічного втручання та їх антибіотикорезистентність у хірургічних пацієнтів, поранених під час військового конфлікту між Україною та Росією.

Матеріали та методи. Було проаналізовано 137 бактеріологічних досліджень зразків біологічного матеріалу пацієнтів, які перебували на лікуванні в хірургічному відділенні КНП «Олександрівська клінічна лікарня м. Києва» у 2022 році. Серед зразків було 81 культура, виділена з післяопераційних ран, та 56 культур з черевної порожнини. Визначення чутливості до антибактеріальних препаратів проводилося відповідно до стандартів Європейського комітету з тестування чутливості до антимікробних препаратів (EUCAST). Статистичний аналіз виконано з використанням IBM SPSS Statistics.

Результати. Серед 137 проаналізованих зразків найпоширенішими збудниками були *Klebsiella pneumoniae* (22,6 %), *Enterococcus faecalis* (13,1 %), *Staphylococcus epidermidis* (13,1 %), *Pseudomonas aeruginosa* (11,6 %) та *Escherichia coli* (10,2 %). У зразках з черевної порожнини (n = 56) домінували *E. coli* (17,9 %), *K. pneumoniae* (16,1 %), *E. faecalis* (16,1 %), *S. epidermidis* (10,7 %), *Candida* (8,9 %) та *P. aeruginosa* (7,1 %). У зразках післяопераційних ран (n = 81) найчастіше виявляли *K. pneumoniae* (27,2 %), *P. aeruginosa* (14,8 %), *S. epidermidis* (14,8 %), *Staphylococcus aureus* (12,3 %) та *E. faecalis* (11,1 %).

K. pneumoniae показала високу резистентність до амікацину (86,6 %), меропенему (74,2 %), піперацилін-тазобактаму (82,8 %) та цефтріаксону (86,2 %). *E. faecalis* виявила резистентність до іміпенему (58,8 %), левофлораксацину (47,1 %) та ванкоміцину (12,5 %). *S. epidermidis* мала резистентність до гентаміцину (13,3 %), меропенему (50 %) та оксациліну (35,7 %). *P. aeruginosa* продемонструвала резистентність до ципрофлоксацину (45,6 %), меропенему (67,4 %), цефтазидиму (52,3 %) та піперацилін-тазобактаму (48,7 %).

Висновки. Основними збудниками хірургічних інфекцій є *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa* та *E. coli*. Структура збудників інфекцій черевної порожнини та післяопераційної рани відрізняється: у черевній порожнині домінують *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *S. epidermidis* та *Candida*, тоді як серед збудників інфекції післяопераційної рани переважають *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. epidermidis*, *S. aureus* та *E. faecalis*. Спостерігається чітка тенденція до збільшення частоти виявлення резистентних збудників, особливо серед військовослужбовців. Колонізація резистентними мікроорганізмами зростає під час медичної евакуації через різні рівні ланцюга евакуації.

Ключові слова: військова травма, грамнегативні бактерії, хірургічні інфекції, мікробіологічний спектр.

Вступ. У зв'язку з широким та зазвичай погано контрольованим застосуванням антибіотиків, зокрема в хірургії, проблема антибіотикорезистентності набуває більшої актуальності. Усе частіше збудниками інфекцій ділянки хірургічного втручання є «супербактерії», які стійкі до більшості антибіотиків, включаючи антибіотики резерву [1]. Агресія РФ призвела до великих санітарних втрат серед особового складу Збройних сил України. Рани, отримані в умовах бою, є контамінованими бактеріальною флорою, що викликає ускладнення [2,3,4,5,6].

До ХХ ст. кількість смертей від хвороб регулярно перевищувала кількість смертей від поранень на війні. Під час Французької революції та наполеонівських воєн (1792–1815) співвідношення смертей, пов'язаних із захворюваннями, до смертей, пов'язаних із битвами, у британській армії становило 7 : 1.

Американські війська під час мексиканської війни (1846–1848) та іспано-американської війни (1898) мали подібний рівень смертності від хвороб. Лише до Першої світової війни (1914–1919) кількість смертей на полі битви досягла паритету зі смертями, пов'язаними з хворобами [7,8]. Удосконалення хірургічного лікування ран призвело до поступового зникнення газової гангрені, спричиненої клостридіями, протягом першої половини ХХ ст. Під час Першої світової війни захворюваність на газову гангрену становила 5 % із 28 % смертністю; у Другій світовій війні – 1,5 % при 15 % смертності; під час Корейської війни – 0,08 % без смертності [9].

Під час Другої світової та Корейської війн почали використовувати антибіотики. Спочатку сульфаніламідний порошок був стандартом лікування під час Другої світової війни, його просто засипали в рану [4]. Пеніцилін уперше використали наприкінці 1942 року. На початку англійці зосередили його використання на стерилізації ран, тоді як американські медики зарезервували запаси для системного введення. До кінця війни пеніцилін став важливим допоміжним засобом для лікування ран і агресивної обробки [10]. Однак одним із головних уроків Другої світової війни була важливість запобігання нозокоміальній передачі, зокращення носіння масок для пацієнтів і осіб, які доглядають за ними, використання стерильних інструментів та інших загальноприйнятих сьогодні методів інфекційного контролю [4,11].

Однією з ключових проблем, з якою стикаються військові та цивільні дослідники, залишається проблема мультирезистентних організмів.

Дослідження інфекцій у 2003–2004 роках у госпіталах підтримки бойових дій в Іраку показало, що бактерії, які найчастіше виділяють із клінічних інфекцій у військах США, були коагулазонегативні стафілококи, що становлять 34 % ізолятів, *S. aureus* (26 %) та деякі види стрептококів (11 %). 732 культури, отримані

переважно від іракського населення, включали переважно грамнегативні бактерії, *Klebsiella pneumoniae* (13 %), комплекс *Acinetobacter calcoaceticus-baumannii* (11 %) і *Pseudomonas aeruginosa* (10 %). Як грамнегативні, так і грамполітивні бактерії були стійкі до широкого спектра антимікробних агентів [12].

Одним із найбільш відомих збудників під час операції «Іракська свобода» / «Операції «Незмінна свобода» є *A. calcoaceticus-baumannii* complex (ABC), грамнегативна паличка, яку зазвичай виділяють із середовища лікарні та госпіталізованих пацієнтів і яка відома своєю стійкістю до широкого спектра протимікробних засобів. Останнім часом це стало причиною інфікування персоналу, який повертався із закордонних конфліктів після лікування у розгорнутих військових госпіталах [4,13,14].

У поточних конфліктах в Іраку та Афганістані основним джерелом занепокоєння є те, що використання антибіотиків широкого спектра дії для емпіричного лікування бойових поранень призводить до виникнення більш стійких збудників.

Постраждали американські військовослужбовці в Іраку та Афганістані часто мали рани, колонізовані або інфіковані мультирезистентними штамами *Staphylococcus aureus*, ABC, *Pseudomonas aeruginosa* та *Klebsiella pneumoniae*. Нозокоміальна інфекція та надмірне використання антибіотиків широкого спектра дії є найважливішими короткостроковими проблемами, з якими стикаються медики військовослужбовців у цьому відношенні [4].

Незважаючи на негайний догляд за раною, початок застосування антимікробних засобів, адекватність початкової обробки рани, остаточна хірургічна допомога, інфекційні ускладнення залишаються основною причиною захворюваності. Здатність лікувати ранові інфекції стала більш складною, оскільки рана часто колонізована або інфікована стійкими бактеріями до множинних лікарських засобів.

Мікробіологія поранень на полі бою залежить від хірургічного лікування ран, таких втручань, як антимікробна терапія або стратегії інфекційного контролю, нозокоміальної передачі в закладах уздовж маршруту евакуації. У зв'язку з тим, що хворі швидко переміщуються по шляхам евакуації до наступного етапу, що збільшує ризик вторинного зараження ран внутрішньолікарняними штамами бактерій, через бойові дії та різне оснащення лікарень часто виникає незбіг наявних у розпорядженні лікарні антибіотиків та раніше призначених антибіотиків, що значно збільшує ризик антибіотикорезистентності [15,16,17,18,19].

Довгострокові стратегії мають бути зосереджені на вдосконаленні антибіотикотерапії та кращому розумінні мікробного спектра бойових ран та збудників і причин інфекційних ускладнень. Вищезазначене обумовило мету нашого дослідження.

Мета – вивчити мікробіологічний спектр збудників інфекцій ділянки хірургічного втручання та чутливість їх до основних груп антибіотиків.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження були результати 137 бактеріологічних досліджень зразків біологічного матеріалу пацієнтів, які перебували на лікуванні в хірургічному стаціонарі, відділенні політравми та відділенні інтенсивної терапії для хірургічних хворих КНП «Олександрівська клінічна лікарня м. Києва» у 2022 році.

У дослідження ввійшли: поранені військові, що були евакуйовані до КНП «ОКЛ м. Києва» з інших лікарень у процесі етапів евакуації (обласні клінічні лікарні Дніпра, Харкова, районних лікарень Краматорська, тилових госпіталів та стабілізаційних пунктів) віком від 25 до 53 років. Пацієнти мали поранення органів черевної порожнини і м'яких тканин різного ступеня важкості та глибини пошкодження тканин. Враховуючи тривалу етапність евакуації військових, на момент потрапляння в лікарню стан військових ускладнювався приєднанням трофічних виразок із нагноєнням та іншою патологією органів черевної порожнини та м'яких тканин, що потребували хірургічного лікування й обробки ран.

Предметом дослідження була антибіотикорезистентність збудників гнійно-запальних процесів, етіологічна роль яких доведена бактеріологічним дослідженням. Було досліджено 81 культуру мікроорганізмів, які виділено з післяопераційних ран, та 56 культур мікроорганізмів, виділених при бактеріологічному дослідженні вмісту черевної порожнини. До післяопераційних ран відносили поранення м'яких тканин будь-якої етіології, включаючи нагноєні післяопераційні рани. Вміст черевної порожнини – це зразки, отримані під час проведення втручань на органах черевної порожнини як при первинних оперативних втручаннях, так і при релапаротоміях / програмованих санаціях.

Відбір зразків біологічного матеріалу для бактеріологічного дослідження проводили згідно з клінічними протоколами та стандартними операційними процедурами, затвердженими в закладі. Бактеріологічне дослідження здійснювали винятково рутинним методом, воно включало посів зразків біологічного матеріалу на поживні середовища, виділення чистої культури, її диференціацію та ідентифікацію до виду із подальшим визначенням чутливості до антимікробних препаратів.

Встановлення родової, видової та типової належності виділених культур мікроорганізмів здійснювалося шляхом визначення їх культуральних, морфо-тинкторіальних та фізіолого-біохімічних властивостей відповідними методами, регламентованими стандартними операційними процедурами та методичними рекомендаціями, що затверджені закладом.

Визначення чутливості до антибактеріальних препаратів здійснювалося диско-дифузійним методом згідно з методологією визначення чутливості, стандартів, вимог і рекомендацій Європейського комітету з тестування чутливості до антимікробних препаратів (EUCAST) [20]. Виключенням був лише метод визначення чутливості досліджуваних мікроорганізмів до колістину, що відповідно до вимог EUCAST [20] визначається тільки методом мікророзведень у бульйоні. У такому випадку використовували комерційні тест-системи визначення чутливості до колістину (ComASP™ Colistin, Liofilchem, Italy)

Вибір антибактеріальних препаратів для тестування проводили для кожної з груп мікроорганізмів згідно з вимогами, рекомендаціями та наявними граничними значеннями діаметрів зон затримки росту, наведених в EUCAST [20]. Відповідно до критеріїв обліку, оцінювання та інтерпретації результатів визначення чутливості диско-дифузійним методом згідно з EUCAST [20], мікроорганізми визначалися, як «чутливі, стандартний режим дозування» (Ч або S), «чутливі, збільшена експозиція» (П або I) та «стійкі» (С або R).

Було проаналізовано дані чутливості до антибактеріальних препаратів таких мікроорганізмів: *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*.

Для статистичних розрахунків використовували IBM SPSS Statistics.

Слід зазначити, що у зв'язку з урахуванням особливостей кожного виду мікроорганізмів, природної стійкості до антибіотиків, наявних механізмів резистентності, вимог методології EUCAST [20] та забезпечення лабораторії, для кожного виду мікроорганізмів визначення чутливості до антимікробних препаратів проводиться лише з певною групою / одиницею антимікробних препаратів. Наприклад, для *Enterococcus faecalis*, згідно з методологією EUCAST, регламентовано дослідження резистентності лише до 3 антибіотиків з класу фторхінолонів (норфлораксацин, левофлораксацин, ципрофлораксацин), а для *Staphylococcus epidermidis* – до 5 антибіотиків з класу фторхінолонів (офлораксацин, моксифлораксацин, норфлораксацин, левофлораксацин, ципрофлораксацин). Тому і було прийнято рішення, що у випадку наявності лише повної резистентності у певного збудника до всіх препаратів з досліджуваного класу антибіотиків використовувати середнє арифметичне для полегшення сприйняття статистичних показників.

Для розширення спектра аналізу антибіотикорезистентності було додано антибіотики цефоперазон та гатифлораксацин. Перелік антибіотиків що використовували при дослідженні: аміноглікозиди (амікацин, тобраміцин, гентаміцин); карбапенеми (іміпенем,

меропенем, ертапенем); пеніциліни, в тому числі захищені (оксацилін, ампіцилін, амоксицилін, піперацилін-тазобактам, ампіцилін-сульбактам); макроліди (еритроміцин, кларитроміцин, рокситроміцин, азитроміцин); лінкозамідів (кліндаміцин), поліміксини (колістин, поліміксин В); цефалоспорины (цефтріаксон, цефотаксим, цефоперазон, цефепім, цефуоксим, цефтазидим, цефтазидим-авібактам); фторхінолоны (гатифлоксацин, офлоксацин, моксифлоксацин, норфлоксацин, левофлоксацин, ципрофлоксацин); глікопептиди (ванкоміцин, тейкопланін); терацикліни (тетрациклін, доксициклін, тигециклін); а також інші препарати (рифампіцин, лінезолід, фосфоміцин). Якщо антибіотик, що перевірявся, з будь-яких причин тестувався менше ніж на 60 % від загальної кількості ізолятів цього мікроорганізму, в статистику він не потрапляв. Виключення становили антибіотики резерву, що тестувалися в даній роботі (цефтазидим-авібактам, колістин, фосфоміцин, лінезолід).

Результати. Серед 137 досліджень у 98 (71,5 %) випадках виявлено 1 збудник, у 31 (22,6 %) – 2 збудники, у 8 (5,8 %) – 3 збудники. Згідно з отриманими даними, *K. pneumoniae* зустрічається в 31 (22,6 %) дослідженні; *E. faecalis* та *S. epidermidis* – по 18 (13,1 %), *P. aeruginosa* – у 16 (11,6 %), *E. coli* – у 14 (10,2 %), *S. aureus* – у 12 (8,8 %), *A. baumannii* – у 9 (6,6 %) дослідженнях (таблиця 1). Інші збудники включали: *Enterobacter aerogenes*, *Acinetobacter baumannii*, *Proteus vulgaris*, *Corynebacterium frundi*, *Streptococcus anhaemoliticus*, *Streptococcus beta haemoliticus*, *Streptococcus viridans*, *Legionella agalacticae*, гриби *Candida*.

У посівах з черевної порожнини домінував збудник *E. coli* – у 10 (17,9 %) випадках (таблиця 2), *K. pneumoniae* та *E. faecalis* – діагностували у 9 (16,1 %), *S. epidermidis* – у 6 (10,7 %), *Candida* – у 5 (8,9 %), *P. aeruginosa* – у 4 (7,1 %) випадках. Серед інших збудників (23,2 %) висівалися *Enterobacter aerogenes*, *Acinetobacter bau-*

Таблиця 1

Загальна частота виявлення збудників ділянки хірургічного втручання

Збудник	n	%
<i>K. pneumoniae</i>	31	22,6
<i>E. faecalis</i>	18	13,1
<i>S. epidermidis</i>	18	13,1
<i>P. aeruginosa</i>	16	11,6
<i>E. coli</i>	14	10,2
<i>S. aureus</i>	12	8,8
<i>A. baumannii</i>	9	6,6
Інші	19	13,8
Усього	137	100

Таблиця 2

Частота виявлення збудників у бактеріологічному дослідженні з черевної порожнини

Збудник	n	%
<i>E. coli</i>	10	17,9
<i>K. pneumoniae</i>	9	16,1
<i>E. faecalis</i>	9	16,1
<i>S. epidermidis</i>	6	10,7
<i>Candida</i>	5	8,9
<i>P. aeruginosa</i>	4	7,1
Інші	13	23,2
Усього	56	100

mannii, *Proteus vulgaris*, *Corynebacterium frundi*, *Streptococcus beta haemoliticus*, *Legionella agalacticae*.

Структура посівів з післяопераційної рани (n = 81) (таблиця 3): *K. pneumoniae* – у 22 (27,2 %) випадках, *P. aeruginosa* – у 12 (14,8 %), *S. epidermidis* – у 12 (14,8 %), *S. aureus* – у 10 (12,3 %), *E. faecalis* – у 9 (11,1 %), *A. baumannii* – у 7 (8,7 %) випадках. Серед інших збудників (11,1 %) висівалися *Enterobacter aerogenes*, *Acinetobacter baumannii*, *Proteus vulgaris*, *Streptococcus anhaemoliticus*, *Streptococcus beta haemoliticus*, *Streptococcus viridans*, *Legionella agalacticae*.

Таблиця 3

Частота виявлення збудників в бактеріологічному дослідженні з післяопераційної рани

Збудник	n	%
<i>K. pneumoniae</i>	22	27,2
<i>P. aeruginosa</i>	12	14,8
<i>S. epidermidis</i>	12	14,8
<i>S. aureus</i>	10	12,3
<i>E. faecalis</i>	9	11,1
<i>A. baumannii</i>	7	8,7
Інші	9	11,1
Усього	81	100

Резистентність *K. pneumoniae* (31 випадок) становила: 86,6 % до амікацину (84 % до аміноглікозидів); 74,2 % до меропенему (73 % до всіх карбапенемів); 82,8 % до піперацилін-тазобактаму; 86,2 % до цефтріаксону (83 % до всіх цефалоспоринів без суттєвих відмінностей між поколіннями); 83,3 % до моксифлоксацину (83 % до фторхінолонів); 75 % з перевічених 12 випадків до фосфоміцину; 48 % до цефтазидим-авібактаму; 8,3 % до колістину. Серед ізолятів виокремлена «супербактерія», яка виявляє часткову чутливість до єдиного антибактеріального препарату – рифампіцину.

Резистентність *E. faecalis* (18 випадків) становила: повна 58,8 %, часткова 41,2 % до імпенему; 25 % до амоксиклаву (25 % до всіх пеніцилінів); 47,1 % до левофлоксацину (49,1 % до фторхінолонів); 12,5 % до ванкомицину; 7,1 % до тигецикліну; не виявлено резистентності до лінезоліду.

Резистентність *S. epidermidis* (18 випадків) становила: 13,3 % до гентаміцину; 50 % до меропенему (50 % до всіх карбапенемів); 35,7 % до оксациліну (37,85 % до всіх пеніцилінів); 55,6 % до рокситроміцину (55,6 % до всіх макролідів); 50 % до кліндаміцину; у 50 % до цефтріаксону (III покоління) повна резистентність, у 50 % часткова, 50 % до цефуроксиму (II покоління), 52,9 % до цефепіму (IV покоління); 22,2 % повна і 77,8 % часткова до левофлоксацину, ципрофлоксацину, норфлоксацину, 22,2 % повна і 5,65 часткова до моксифлоксацину, 18 % повна і 82,4 % часткова до офлоксацину, найкращий результат з фторхінолонів показує гатифлоксацин, резистентність (повна) до якого сягала 14,3 %; не виявлено резистентності до тигецикліну, до лінезоліду стійкий в 1 випадку (5,6 %).

Резистентність *P. aeruginosa* (16 випадків) становила: 93,3 % до амікацину (86,65 % до аміноглікозидів); 93,3 % до меропенему, повна 93,3 % часткова 6,7 % до імпенему; 92,3 % повна та 7,7 % часткова до піперацилін-тазобактаму; 81,8 % повна та 18,8 % часткова до цефтазидиму (III покоління), 93,8 % та 6,3 % часткова до цефепіму (IV покоління); 93,8 % повна 6,3 % часткова до левофлоксацину, ципрофлоксацину, 84,6 % повна та 7,7 % часткова до гатифлоксацину; в 2 перевірених випадках відзначена повна резистентність до лінезоліду; 66,7 % до цефтазидим-авібактаму; 6,7 % до колістину. Серед перевірених ізолятів була виявлена «супербактерія», яка не проявляє чутливості до жодного препарату.

Резистентність *E. coli* (14 випадків) становила: 69,2 % до амікацину, 46,2 % повна і 7,7 % часткова до тобраміцину; резистентності до меропенему не виявлено, резистентність до ертапенему 7,7 %, у 28,6 % виявлена часткова резистентність до імпенему; патоген у всіх ізолятах нечутливий до ампіциліну, натомість не виявлено резистентності до піперацилін-тазобактаму; 57,1 % повна, 7,1 % часткова до цефтріаксону (III покоління), 42,9 % повна і 14,3 % часткова резистентність до цефепіму (IV покоління); 30,8 % до гатифлоксацину 38,5 % до моксифлоксацину і левофлоксацину, 35,7 % повна резистентність 7,1 % часткова до ципрофлоксацину. У всіх перевірених випадках до всіх антибіотиків резерву не виявлено резистентності.

Резистентність *S. aureus* (12 випадків) становила: 8,3 % до гентаміцину; 8,3 % до всіх карбапенемів; не виявлено резистентності до перевірених пеніцилінів; 16,7 % до макролідів; 22 % до кліндаміцину; у 8,3 % до цефтріаксону (III покоління) повна резистентність, 91,7 % часткова, до цефепіму резистентність ся-

гає 16,7 %, а от до цефуроксиму 8,3 %; у 16,7 % спостерігається повна резистентність до левофлоксацину, норфлоксацину, моксифлоксацину, ципрофлоксацину і часткова чутливість у 83,3 % до ципрофлоксацину, офлоксацину, до гатифлоксацину патоген був резистентний в 11,1 % випадків. Немає резистентності до тигецикліну та лінезоліду в перевірених випадках.

Аналізувати решту збудників (28 випадків) немає сенсу, адже це не є статистично показово через незначну кількість ізолятів.

Обговорення. За даними літератури, найпоширенішими збудниками у хірургічних стаціонарах по Україні в період з 2008–2010 рр. були [19] *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *Enterobacter* spp, *P. aeruginosa*, що різняться з даними, отриманими в цьому дослідженні. Так, *K. pneumoniae* в дослідженнях 2008–2010 рр. займала 1,2 % і відповідно 8-е місце, в той час як згідно з нашим посідає 1-е. Відповідно до досліджень, проведених у 2016 році в King Abdulaziz University Hospital in Jeddah, Saudi Arabia [4] основні збудники інфекцій післяопераційних ран були *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*.

Переважаючими бактеріями з ділянок оперативних втручань у дослідженні, проведеному на території Єгипту [21], були такі види: *Klebsiella pneumoniae* 24 %, *Pseudomonas fluorescens* 20 %, *Providencia stuartii* 14 %, *Enterobacter cloacae* 12 %, *Serratia rubidaea* 6 %, *Citrobacter freundii* 6 %. Незважаючи на те що загалом резистентність усіх видів бактерій до антибіотиків нижча, ніж у нашому дослідженні, автори виявили ізоляти *Klebsiella pneumoniae*, резистентні до колістину, що є загальною світовою тенденцією [22].

Свою чергою в Омані було проведено аналіз бактеріємій, викликаних *P. aeruginosa*, *A. baumannii* та *K. pneumoniae*, на базі всіх відділень клініки [22]. Резистентними до карбапенемів були відповідно 18,6 % (41/221); 70,5 % (117/169); 18,4 % (69/375) перевірених випадків. Причому одночасно резистентними до колістину виявилися 9,1 % (3/41) ізолятів *P. aeruginosa*; 0 % ізолятів для *A. baumannii* та 21,2 % (14/69) для *K. pneumoniae*. Це збігається з нашими даними стосовно тенденцій розвитку резистентності до колістину в таких самих штамів бактерій.

Дані літератури вказують на значну відмінність між переважаючими типами бактерій, ізольованих з ділянок оперативних втручань залежно від географічного розташування лікарень, на базі яких проводили дослідження [23,24,25,26,27,28,29], а також тактикою застосування антибіотиків у кожній окремій лікарні [19] чи в кожній окремій країні [14]. У дослідженні авторів з Бангладешу розподіл за кількістю виявлення був таким: *Pseudomonas* spp., *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. та *E. coli*. Причому на *Pseudomonas* spp. припадає 485 з 695 досліджень. Автори описують, що резистентність

до цефалоспоринів вище за 70 %, однак зберігається чутливість до карбапенемів (резистентність в 1,7 %), що значно розходиться з нашими результатами, але підтверджує описану вище думку. Тому було проведено порівняльний аналіз зі статистичними даними щодо антибіотикорезистентності 2010 [18], 2017–2020 рр. [19] для 5 видів бактерій, які в цьому дослідженні зустрічаються частіше в географічному регіоні України для розуміння тенденцій.

В Індійському дослідженні [8] перші позиції з 197 позитивних бактеріальних посівів займають: *Escherichia coli* 22,37 % (51 випадок); *Klebsiella* spp. 20,61 % (47); *Pseudomonas aeruginosa* 12,28 % (28); *Staphylococcus aureus* 10,9 % (23); coagulase-negative *Staphylococci* 8,33 % (19 випадків).

Як і в інших дослідженнях, спостерігаємо відмінність домінуючих бактерій порівняно з нашим дослідженням. Однак зважаючи на збіг антибіотиків, що тестувалися, та 4 патогени, дані індійських авторів були використанні для наочного порівняння відмінностей антибіотикорезистентності в різних регіонах світу (див. нижче).

Щодо *S. aureus*: резистентність штамів спостерігалась до лінкозамідів (39,1 ± 0,33 %) [19] (37,5 %) [29], тетрациклінів (34,3 ± 0,31 %) [19] (28,57 %) [29], аміноглікозидів (33,5 ± 0,25 %) [19] (не перевірялися) [29], лінезоліду (11,1 ± 0,44 %) [19] (відсутня) [29], макролідів (20,4 ± 0,21 %) [19] (17,6 %) [29], фторхінолонів (25,6 ± 0,17 %) [19] (не перевірялася) [29], β-лактамних препаратів (31,5 ± 0,13 %) [19] (70 %) [29], цефурокси-

му (II покоління) (28,7 %) [19] цефтріаксону (II покоління) (15,5 ± 0,27 %) [29] (не перевірялася) [29], цефепіму (IV покоління) (33,5 %) [19]. Графік резистентності та порівняння з результатами інших досліджень показані на рисунку 1.

E. faecalis: резистентність штамів *E. faecalis* спостерігалась до цефалоспоринів I покоління (49,9 ± 0,89 %) [19] (не перевірялися) [18], II покоління (58,9 ± 2,2 %) [19] (не перевірялися) [18], III покоління (42,1 ± 0,68 %) [19] (не перевірялися) [18], фторхінолонів (44,8 ± 0,52 %) [19] (не перевірялися) [18], лінезоліду (19,3 ± 1,0 %) [19] (відсутня) [18], глікопептидів (19,2 ± 0,9 %) [19] (відсутня) [18], карбапенемів (19,6 ± 1,12 %) [19] (81,5 %) [18], рифампіцинів (26,1 ± 1,4 %) [19] (не перевірялися) [18], пеніциліну (57,4 ± 1,5 %) [19] (не перевірялися) [18] та гентаміцину (43,7 ± 0,9 %) [19] (85,7 %) [18].

Графік резистентності та порівняння її з результатами інших досліджень показані на рисунку 2.

E. coli: резистентність штамів *E. coli* спостерігали до карбапенемів (9,0 ± 0,38 %) [19] (відсутня) [18], ампіциліну (48,1 ± 0,70 %) [19] (81,2 %) [18], фторхінолонів (25,0 ± 0,20 %) [19] (66,7 %) [18], амікацину (20,2 ± 0,50 %) [19] (відсутня) [18], гентаміцину (25,5 ± 0,50 %) [19] (19,2 %) [18], цефтріаксону (22,5 ± 0,50 %) [19] (13,3 %) [18], цефепіму (25,5 ± 0,80 %) [19] (відсутня) [18]. Графік резистентності та порівняння її з результатами інших досліджень показані на рисунку 3.

P. aeruginosa: резистентність штамів *P. aeruginosa* до лінкозамідів (79,5 ± 1,54 %) [19] (не перевірялися) [18],

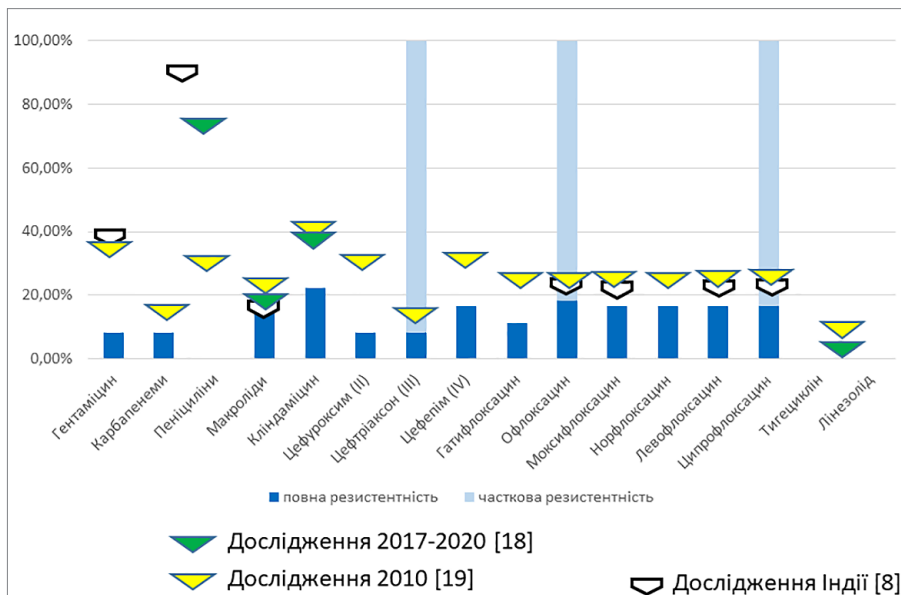


Рисунок 1. Порівняльний аналіз динаміки показника антибіотикорезистентності *S. aureus* в дослідженнях 2008–2020 рр. (стрілками вказано показник антибіотикорезистентності у відсотках залежно від даних певного дослідження (колір стрілки)

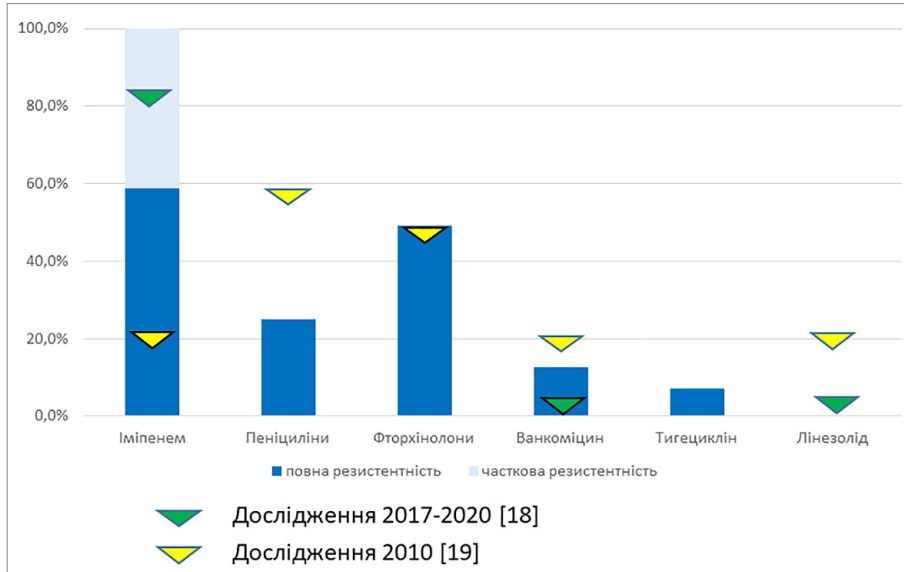


Рисунок 2. Порівняльний аналіз динаміки показника антибіотикорезистентності *E. faecalis* в дослідженнях 2008–2020 рр. (стрілками вказано показник антибіотикорезистентності у відсотках залежно від даних певного дослідження (колір стрілки)

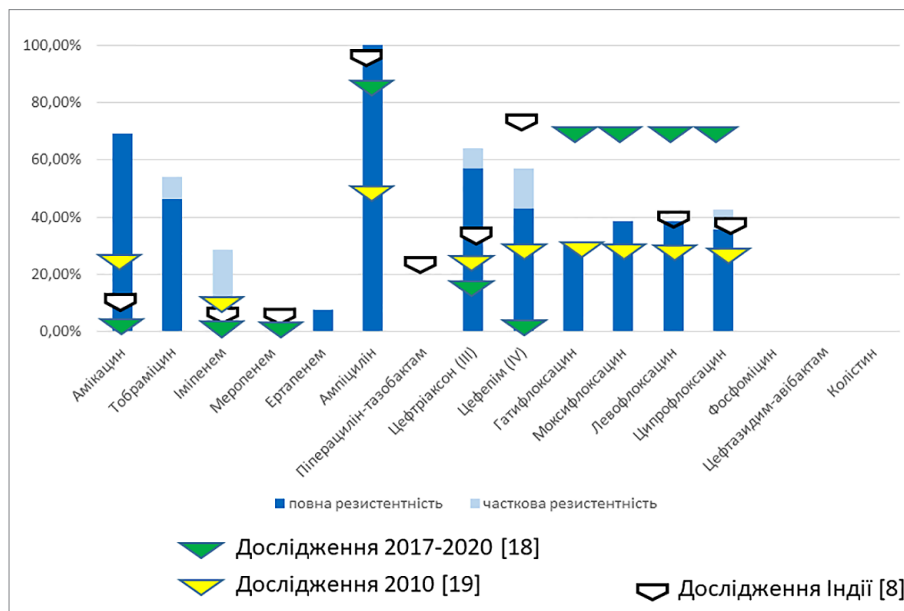


Рисунок 3. Порівняльний аналіз динаміки показника антибіотикорезистентності *E. coli* в дослідженнях 2008–2020 рр. (стрілками вказано показник антибіотикорезистентності у відсотках залежно від даних певного дослідження (колір стрілки)

цефалоспоринів III (47,1 ± 0,49 %) [19] (100 %) [18] і IV покоління (47,1 ± 0,57 %) [19] (100 %) [18], пеніцилінів (63,7 ± 0,67 %) [19] (не перевірялися) [18], аміноглікозидів (44,4 ± 0,31 %) [19] (100 %) [18], карбапенемів (24,7 ± 0,57 %) [19] (100 %) [18], фторхінолонів (46,7 до 47,9 %) [19] (66,7 %) [18]. Графік резистентності та

порівняння її з результатами інших досліджень показані на рисунку 4.

К. рнеупмоніае дослідження за 2010 рік [19] не дає чіткої статистики для цього виду бактерій, тому було прийнято рішення для порівняльного аналізу використати статистику серед європейських країн, проведеному

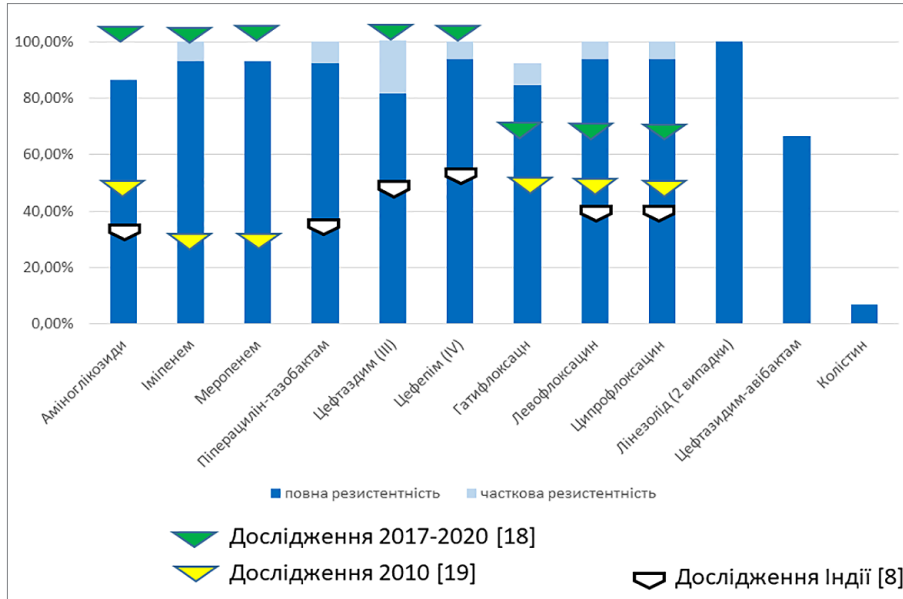


Рисунок 4. Порівняльний аналіз динаміки показника антибіотикорезистентності *P. aeruginosa* в дослідженнях 2008–2020 рр. (стрілками вказано показник антибіотикорезистентності у відсотках залежно від даних певного дослідження (колір стрілки))

в 2010 році [13], а саме з Румунією як найближчою за соціально-економічним параметром та географічним положенням до України. Згідно з даними літератури, саме ці параметри дають можливість стверджувати про схожість тенденцій змін антибіотикорезистентності [1,7] – резистентність штамів *K. pneumoniae* до

цефалоспоринів III покоління в середньому (74 %) [13] (50 %) [18], аміноглікозидів (74 %) [13] (31 %) [18], карбапенемів (дані за 2015 рік 42 %) [13] (61,5 %) [18], фторхінолонів (62 %) [13] (44,4 %) [18] (рисунок 5).

Німецькі автори [5] повідомляють про виявлені ізоляти *Klebsiella pneumoniae*, які були високорезис-

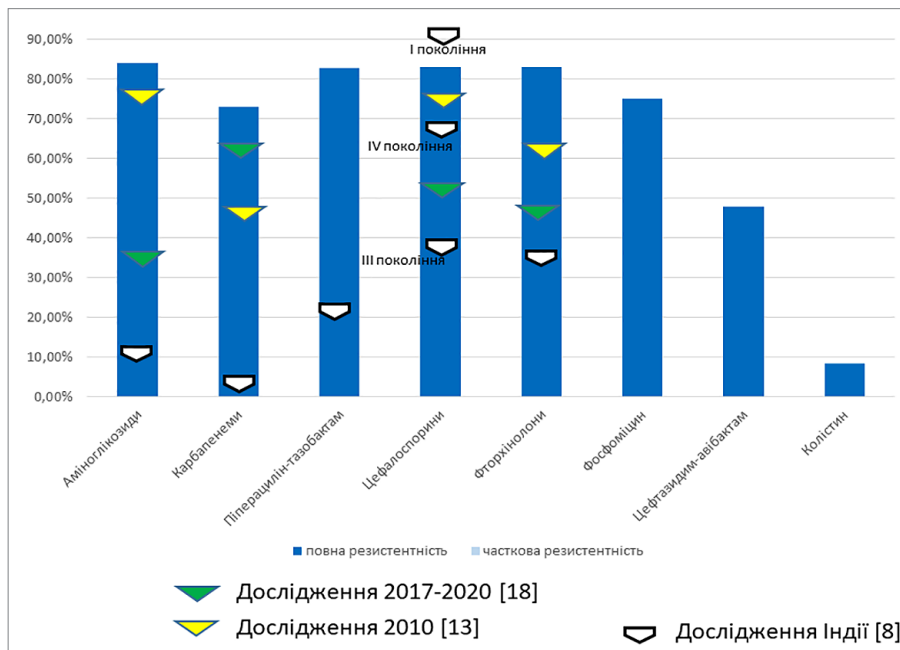


Рисунок 5. Порівняльний аналіз динаміки показника антибіотикорезистентності *K. pneumoniae* в дослідженнях 2008–2020 рр. (стрілками вказано показник антибіотикорезистентності у відсотках залежно від даних певного дослідження (колір стрілки))

тентні до більшості антибіотиків, включаючи цефалоспорины III, IV поколінь, карбапенемів та антибіотиків резерву. До того ж ці ізоляти були виявлені в тих, хто постраждав під час військових дій, чи проходив антибактеріальне лікування в українських лікарнях, що корелює з нашими висновками стосовно виявлення *Klebsiella pneumoniae* у поранених військових та у хірургічних хворих, які лікувалися на базі лікарні, в якій ми проводили дослідження. Дослідниками зазначено, що метицилінорезистентний стафілокок не є характерним для мешканців України, звичайно, треба зважати на невелику вибірку, що була в дослідженні. Однак ці дані також збігаються з нашими отриманими результатами, а отже, треба більше уваги приділити правильному використанню антибіотикотерапії та зробити акцент на вивченні *Klebsiella pneumoniae* в стаціонарах України для зменшення ризиків поширення полірезистентних штамів.

Згідно з літературними даними [18,19,26] *S. epidermidis* не є частим патогеном у хірургічних хворих, адже це умовно-патогенний мікроорганізм, який часто зустрічається на шкірі і може потрапити у черевну порожнину через неефективну обробку операційного поля, субстандартний догляд за ранами та важкий стан пацієнта. Саме тому в порівняльну статистику цей збудник ми не включали, тому порівняльна статистика не була проведена. Графік резистентності показаний на рисунку 6.

Таким чином, катастрофічна ситуація з антибіотикорезистентністю відзначається для *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa*, які перетворюються на домінуючих збудників інфекцій ділянки хірургічного втручання. Ця тенденція спостерігається як в Україні, так і в інших країнах. Особливо це стосується військовослужбовців, які переміщуються по різних стаціонарах під

час медичної евакуації, де контамінуються місцевою госпітальною флорою й отримують антибіотики різних класів. У результаті цього формуються полірезистентні штами збудників інфекцій ділянки хірургічного втручання.

На нашу думку, подальші дослідження варто зосередити на вивченні механізмів паралельної передачі генів резистентності до антибіотиків резерву, зокрема до колістину у *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa* для запобігання виникненню полірезистентних штамів.

Найпоширенішими збудниками хірургічних інфекцій є *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*.

Структура збудників інфекцій черевної порожнини та післяопераційної рани відрізняється: у черевній порожнині домінують *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *S. epidermidis* та *Candida*, тоді як серед збудників інфекції післяопераційної рани переважають *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. epidermidis*, *S. aureus* та *E. faecalis*.

Спостерігається чітка тенденція до збільшення частоти виявлення та домінування серед збудників інфекцій місця хірургічного втручання, особливо у військовослужбовців, *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa*, резистентних до більшості антибіотиків широкого спектра дії та антибіотиків резерву. Також серед них були виявлені ізоляти, резистентні до всіх перевірених антибіотиків.

Грамнегативні бактерії переважають як у мономікробних, так і в полімікробних інфекціях, підтверджених індикаторами ранньої ранової інфекції (EWI, Early Wound Infection), тоді як грампозитивні бактерії також зробили значний внесок у полімікробні EWI. Бойові втрати з підтвердженим EWI часто мали додаткові колонізовані рани або рани з підозрою на інфікування. Більшість підозрюваних і колонізованих ран

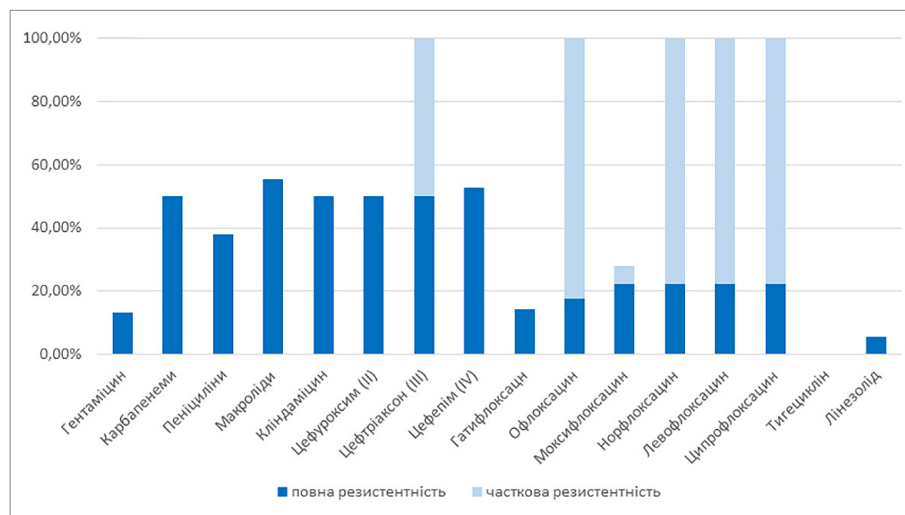


Рисунок 6. Резистентність *S. epidermidis*

мали ≥ 1 спільного мікроорганізму з підтвердженням EWI на того самого суб'єкта. Загалом результати нашого дослідження підтверджують складність поранень, пов'язаних з бойовими діями, з культурами, які часто зростають.

Опис мікробіологічного спектра бойових поранень сприяє кращому розумінню складності та інфекційного тягаря, що призведе до покращення лікування ран і результатів інфекції в майбутніх конфліктах шляхом застосування відповідного догляду за ранами та антимікробної терапії.

Початкові бактерії, що колонізують рану, є низьковірulentними забруднювачами навколишнього середовища, які не призводять до стійких інфекцій за умов лікування. Мікробіологія бойових ран військовослужбовців змінюється в міру того, як поранені проходять через поточну військову медичну систему від безпосередньо театру бойових дій і закладів проміжного етапу до останнього етапу надання допомоги. Колонізація резистентними мікроорганізмами зростає під час евакуації через різні рівні ланцюга евакуації. Таким чином, ці інфекції, ймовірно, є результатом внутрішньолікарняної інфекції в закладах уздовж шляху евакуації.

Крім того, інфекційний контроль є важливим компонентом догляду за пацієнтами для запобігання нозокоміальній передачі збудників та виникненню антибіотикорезистентності. Знання мікробіому рани призведе до покращення стратегій інфекційного контролю, що може сприяти зменшенню кількості інфекційних ускладнень і запобігання нозокоміальній передачі.

Подальші дослідження будуть направлені на більш ретельне дослідження мікробного складу бойових ран і причин виникнення полірезистентних штамів та інфекційних ускладнень.

Висновки

1. Найпоширенішими збудниками хірургічних інфекцій у поранених військових пацієнтів є *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Escherichia coli*. Структура збудників інфекцій значно відрізняється залежно від локалізації: у черевній порожнині домінують *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *S. epidermidis* та *Candida*, тоді як у післяопераційних ранах переважають *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. epidermidis*, *S. aureus* та *E. faecalis*.
2. Спостерігається чітка тенденція до зростання частоти виявлення резистентних збудників, особливо *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa*, які виявляють стійкість до більшості антибіотиків широкого спектра дії та антибіотиків резерву. Виявлені ізоляти *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa*, які є резистентними до всіх перевірених антибіотиків.
3. Під час медичної евакуації поранені військові проходять через різні рівні ланцюга евакуації, що сприяє збільшенню колонізації резистентними мікроорга-

нізмами. Це свідчить про важливість контролю внутрішньолікарняних інфекцій та оптимізації антимікробної терапії на кожному етапі евакуації.

Список використаних джерел References

1. WHO [Internet]. Geneva: World Health Organization; c2019 [cited 2024 Mar 12]. Meeting report: WHO technical consultation: nutrition-related health products and the World Health Organization model list of essential medicines – practical considerations and feasibility: Geneva, Switzerland, 20–21 September 2018. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/311677>
2. Blyth DM, Yun HC, Tribble DR, Murray CK. Lessons of war: Combat-related injury infections during the Vietnam War and Operation Iraqi and Enduring Freedom. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79(4 Suppl 2):S227-S235. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000768>
3. Kondratiuk V, Jones BT, Kovalchuk V, Kovalenko I, Ganiuk V, Kondratiuk O, et al. Phenotypic and genotypic characterization of antibiotic resistance in military hospital-associated bacteria from war injuries in the Eastern Ukraine conflict between 2014 and 2020. *J Hosp Infect.* 2021;112:69-76. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.03.020>
4. European Centre for Disease Prevention and Control. Stockholm: ECDC; c2022 [cited 2024 Apr 6]. Operational public health considerations for the prevention and control of infectious diseases in the context of Russia's aggression towards Ukraine. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/operational-public-health-considerations-prevention-and-control-infectious>
5. Schultze T, Hogardt M, Velázquez ES, Hack D, Besier S, Wichelhaus TA, et al. Molecular surveillance of multidrug-resistant Gram-negative bacteria in Ukrainian patients, Germany, March to June 2022. *Euro Surveill.* 2023;28(1):2200850. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.1.2200850>
6. Racioppi F, Rutter H, Nitzan D, Borojevic A, Carr Z, Grygaski TJ, et al. The impact of war on the environment and health: implications for readiness, response, and recovery in Ukraine. *Lancet.* 2022;400(10356):871-873. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01739-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01739-1)
7. Smallman-Raynor MR, Cliff AD. Impact of infectious diseases on war. *Infect Dis Clin North Am.* 2004;18(2):341-368. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2004.01.009>
8. Deka S, Kalita D, Mahanta P, Baruah D. High Prevalence of Antibiotic-Resistant Gram-Negative Bacteria Causing Surgical Site Infection in a Tertiary Care Hospital of Northeast India. *Cureus.* 2020;12(12):e12208. <https://doi.org/10.7759/cureus.12208>
9. Calhoun JH, Murray CK, Manning MM. Multidrug-resistant Organisms in Military Wounds from Iraq and Afghanistan. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(6):1356-1362. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0212-9>
10. Hardaway RM. Wound shock: a history of its study and treatment by military surgeons. *Mil Med.* 2004;169(4):265-269. <https://doi.org/10.7205/MILMED.169.4.265>

11. Kiehn CL. Progress attained in the search for the primary healing of gunshot wounds of the extremities in the ETO in World War II. *Bull N Y Acad Med.* 1989;65(8):866-878.
12. McKissock W, Wright J, Miles AA. Reduction of Hospital Infection of Wounds. A Controlled Experiment. *Br Med J.* 1941;2(4210):375-377. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.4210.375>
13. Navon-Venezia S, Kondratyeva K, Carattoli A. *Klebsiella pneumoniae*: a major worldwide source and shuttle for antibiotic resistance. *FEMS Microbiol Rev.* 2017;41(3):252-275. <https://doi.org/10.1093/femsre/fux013>
14. Yun HC, Murray CK, Roop SA, Hospenthal DR, Gourdine E, Dooley DP. Bacteria Recovered from Patients Admitted to a Deployed U.S. Military Hospital in Baghdad, Iraq. *Mil Med.* 2006;171(9):821-825. <https://doi.org/10.7205/milmed.171.9.821>
15. Davis KA, Moran KA, McAllister CK, Gray PJ. Multidrug-Resistant *Acinetobacter* Extremity Infections in Soldiers. *Emerg Infect Dis.* 2005;11(8):1218-1224. <https://doi.org/10.3201/1108.050103>
16. Eardley WG, Brown KV, Bonner TJ, Green AD, Clasper JC. Infection in conflict wounded. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2011;366(1562):204-218. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0225>
17. Ljungquist O, Nazarchuk O, Kahlmeter G, Andrews V, Koithan T, Wasserstrom L, et al. Highly multidrug-resistant Gram-negative bacterial infections in war victims in Ukraine, 2022. *Lancet Infect Dis.* 2023;23(7):784-786. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00291-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00291-8)
18. Gancho O, Loban G, Fedorchenko V, Chapala A, Syvovol V. [Antibiotic resistance of causative pathogens of surgical site infection]. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny: Visnyk ukraïnskoi medychnoi stomatolohichnoi akademii.* 2022;22(1):96-100. Ukrainian. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.22.1.96>
19. Salmanov AH, Mariievskiy VF, Boiko VV, Ioffe IV, Taraban IA. [Antibiotic Resistance in Surgery]. Salmanov AH, editor. Kharkiv;2012. Ukrainian. Available from: <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/1602>
20. Giske CG, Turnidge J, Cantón R, Kahlmeter G; EUCAST Steering Committee. Update from the European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). *J Clin Microbiol.* 2022;60(3):e0027621. <https://doi.org/10.1128/JCM.00276-21>
21. Farrag HA, El-Rehim AH, Hazaa MM, El-Sayed AS. Prevalence of Pathogenic Bacterial Isolates Infecting Wounds and their Antibiotic Sensitivity. *J Infect Dis Ther.* 2016;4(5):300. <https://doi.org/10.4172/2332-0877.1000300>
22. Ah YM, Kim AJ, Lee JY. Colistin resistance in *Klebsiella pneumoniae*. *Int J Antimicrob Agents.* 2014;44(1):8-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2014.02.016>
23. Elbediwi M, Li Y, Paudyal N, Pan H, Li X, Xie S, et al. Global Burden of Colistin-Resistant Bacteria: Mobilized Colistin Resistance Genes Study (1980-2018). *Microorganisms.* 2019;7(10):461. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7100461>
24. Balkhair A, Al-Muharrmi Z, Al'Adawi B, AlBusaidi I, Taher HB, Al-Siyabi T, et al. Prevalence and 30-day all-cause mortality of carbapenem- and colistin-resistant bacteraemia caused by *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Klebsiella pneumoniae*: Description of a decade-long trend. *Int J Infect Dis.* 2019;85:10-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2019.05.004>
25. ALhlale MF, Humaid A, Saleh AH, Alswedei KS, Edrees WH. Effect of most common antibiotics against bacteria isolated from surgical wounds in Aden Governorate hospitals, Yemen. *Universal Journal of Pharmaceutical Research.* 2020;5(1):21-24. <https://doi.org/10.22270/ujpr.v5i1.358>
26. Alkaaki A, Al-Radi OO, Khoja A, Alnawawi A, Alnawawi A, Maghrabi A, et al. Surgical site infection following abdominal surgery: a prospective cohort study. *Can J Surg.* 2019;62(2):111-117. <https://doi.org/10.1503/cjs.004818>
27. Hemmati H, Hasannejad-Bibalan M, Khoshdoz S, Khoshdoz P, Yaghubi Kalurazi T, Sedigh Ebrahim-Saraie H, et al. Two years study of prevalence and antibiotic resistance pattern of Gram-negative bacteria isolated from surgical site infections in the North of Iran. *BMC Res Notes.* 2020;13(1):383. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05223-x>
28. Kaftandzieva A, Kostovski M, Mehmeti B, Mirchevska G. The most common bacterial isolates from wound samples – a three-year study. *Archives of Public Health.* 2021;13(1):77-90. <https://doi.org/10.3889/aph.2021.5736>
29. Nobel FA, Islam S, Babu G, Akter S, Jebin RA, Sarker TC, et al. Isolation of multidrug resistance bacteria from the patients with wound infection and their antibiotics susceptibility patterns: A cross-sectional study. *Ann Med Surg (Lond).* 2022;84:104895. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104895>

Epidemiology and Antibiotic Resistance of Combat Wound Infection in Surgical Patients

Pavlo L. Byk¹, Ihor H. Kryvorchuk^{1,2}, Ivan M. Leshchyshyn¹, Nikita S. Martyniuk¹, Dmytro Yu. Orlov²

¹Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

²Kyiv City Oleksandrivska Clinical Hospital, Kyiv, Ukraine

Abstract

The aim. To analyze the microbiological spectrum of pathogens causing surgical site infections and their antibiotic resistance in surgical patients injured during the military conflict between Ukraine and Russia.

Materials and methods. This study was based on 137 bacteriological examinations of biological samples from patients treated in the surgical department of the Kyiv City Oleksandrivska Clinical Hospital in 2022. The samples included 81 cultures isolated from postoperative wounds and 56 cultures from the abdominal cavity. Susceptibility to antibacterial

drugs was determined according to the European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) standards. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics.

Results. Among the 137 analyzed samples, the most common pathogens were *Klebsiella pneumoniae* (22.6%), *Enterococcus faecalis* (13.1%), *Staphylococcus epidermidis* (13.1%), *Pseudomonas aeruginosa* (11.6%), and *Escherichia coli* (10.2%). In the abdominal cavity samples (n = 56), *E. coli* was predominant (17.9%), followed by *K. pneumoniae* (16.1%), *E. faecalis* (16.1%), *S. epidermidis* (10.7%), *Candida* (8.9%), and *P. aeruginosa* (7.1%). In postoperative wound samples (n = 81), *K. pneumoniae* was found in 27.2%, *P. aeruginosa* in 14.8%, *S. epidermidis* in 14.8%, *S. aureus* in 12.3%, and *E. faecalis* in 11.1%.

K. pneumoniae showed high resistance to amikacin (86.6%), meropenem (74.2%), piperacillin-tazobactam (82.8%), and ceftriaxone (86.2%). *E. faecalis* exhibited resistance to imipenem (58.8%), levofloxacin (47.1%), and vancomycin (12.5%). *S. epidermidis* had resistance to gentamicin (13.3%), meropenem (50%), and oxacillin (35.7%). *P. aeruginosa* demonstrated resistance to ciprofloxacin (45.6%), meropenem (67.4%), ceftazidime (52.3%), and piperacillin-tazobactam (48.7%).

Conclusion. The primary pathogens causing surgical site infections in military surgical patients are *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, and *E. coli*. The pathogen spectrum varies between abdominal cavity infections and postoperative wound infections. There is a clear trend towards increased detection of antibiotic-resistant pathogens, particularly among military personnel. Colonization with resistant microorganisms increases during medical evacuation through different levels of the evacuation chain.

Keywords: *military trauma, gram-negative bacteria, surgical infections, microbiological spectrum.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 11.03.2024

Після доопрацювання / Revised: 06.06.2024

Прийнято до друку / Accepted: 25.06.2024