

ETIOLOGY OF PURULENT-INFLAMMATORY INFECTIONS IN INJURIES CAUSED BY COMBAT OPERATIONS AND SENSITIVITY OF PATHOGENS TO ANTIMICROBIAL PREPARATIONS

Latina N.O., Surmasheva O.V.

ЕТИОЛОГІЯ ГНІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ ІНФЕКЦІЙ У ПОСТРАЖДАЛИХ ОСІБ ЧЕРЕЗ БОЙОВІ ДІЇ ТА ЧУТЛИВІСТЬ ЗБУДНИКІВ ДО АНТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

3

¹ЛАТИНА Н.О.,
²СУРМАШЕВА О.В.
¹КНП «Криворізька міська лікарня №7»,
Кривий Ріг, Україна
²ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»,
Київ, Україна

а даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, у 44-61% пацієнтів з вогнепальними пораненнями розвивається ранова інфекція [1]. З урахуванням полірезистентності цих мікроорганізмів до антимікробних препаратів (АМП) діагностика та лікування інфікованих ран є складним завданням для практичної медицини та мікробіології. З метою епідеміологічного нагляду за антимікробною резистентністю мікроорганізмів, що спричиняють гнійно-запальні інфекції ран у поранених через бойові дії, передбачено спеціальні заходи, у тому числі

проведення мікробіологічних досліджень, застосування яких регламентує санітарне законодавство [2-4].

ВООЗ розділила найбільш критичні внутрішньо-лікарняні патогени на три групи на основі їхньої глобальної загрози [5]. До першої та другої груп (ургентних та високопріоритетних збудників) належать так звані збудники ESKAPE, резистентні до ванкомицину *Enterococcus faecium* (VRE), стійкі до метициліну та ванкомицину *S. aureus* (MRSA/VRSA), резистентні до карбапенему та цефалоспоринів третього покоління

ЕТИОЛОГІЯ ГНІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ ІНФЕКЦІЙ У ПОСТРАЖДАЛИХ ОСІБ ЧЕРЕЗ БОЙОВІ ДІЇ ТА ЧУТЛИВІСТЬ ЗБУДНИКІВ ДО АНТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

¹Латина Н.О., ²Сурмашева О.В.

¹КНП «Криворізька міська лікарня № 7»,
Кривий Ріг, Україна

²ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»,
Київ, Україна

Мета дослідження: вивчення етіологічної структури гнійно-запальних інфекцій у поранених внаслідок бойових дій в Україні та оцінка антибіотикорезистентності виділених збудників.

Матеріали та методи дослідження. Забір і транспортування зразків біологічного матеріалу від пацієнтів з пораненнями здійснювалися відповідно до загальних принципів відбору і транспортування. Посів, виділення та ідентифікація ізолятів проводилася рутинними методами з використанням методології

EUCAST щодо визначення чутливості мікроорганізмів до антимікробних препаратів дискодифузійним методом.

Результати дослідження. Проведенням 154 мікробіологічних досліджень вмісту ран було виділено та ідентифіковано 110 ізолятів: 97 штамів умовно-патогенних мікроорганізмів і 13 штамів дріжджоподібних грибів. При цьому у монокультурі виявлено 68,2% культур, а в асоціаціях – 31,8%. Більшою мірою із ран виділялися представники грампозитивної кокової флори (72,2%): стафілококи (77,1%), ентерококи (14,3%) та стрептококи (8,6%). Серед стафілококів виділялися *Staphylococcus aureus* (72,8%), *Staphylococcus haemolyticus* (5,9%); серед ентерококів – *Enterococcus faecalis* (12,8%), *Enterococcus faecium* (1,4%); серед стрептококів – *Streptococcus pyogenes* (11,8%). Меншою мірою із ран виділялися грамнегативної палички (27,8%): ентеробактерії (70,4%), неферментуючі грамнегативні бактерії (29,6%).

© Латина Н.О., Сурмашева О.В. СТАТТЯ, 2024.

Klebsiella pneumoniae, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Enterobacter spp.* Патогени ES-KAPE асоціюються з високою захворюваністю та смертністю через їхню набуту резистентність до великої кількості антибіотиків, у тому числі антибіотики «останнього засобу», такі як карбапенеми та колістин [6].

Роль інфекцій, пов'язаних з наданням медичної допомоги (ІПНМД), у сучасних збройних конфліктах набуває особливої гостроти та актуальності. Мікробіологічний моніторинг мікрофлори ран є важливим для оцінки ефективності існуючої тактики лікувальної допомоги. 2014 року з початком АТО в Україні перед військовими лікарями постав новий виклик – бойові травми. Зазвичай це – тяжкі поранення, що характеризуються зоною некрозу, а також неминучим первинним мікробним забрудненням. Було виявлено, що значна кількість таких поранень після прибуття по-



ГІГІЕНА ВОЄННОГО ЧАСУ

страждалих на кінцевий етап лікування має ознаки хірургічної інфекції. Подібне спостерігалось й в інших військових конфліктах. Під час військових операцій США в Іраку та Афганістані реєстрували інфекційні ускладнення, викликані полірезистентними мікроорганізмами, а саме: комплексом *Acinetobacter baumannii-calcoaceticus* [7].

Під час організації медичної допомоги у сучасному збройному конфлікті створюються умови для швидкого поширення госпітальних полірезистентних штамів мікроорганізмів. Таке поширення відбувається не лише у межах одного закладу, як це проілюстровано на прикладі псев-

домонад та ацінетобактерій [8, 9]. Разом з пораненими мікроорганізми переміщуються до інших лікувальних закладів та захоплюють нові ареали. Здатність персистувати у рані та набувати генетичних змін, що забезпечують стійкість до антибіотиків, є передумовою для глобального поширення та загрози. Методами генетичного аналізу визначали генотипові детермінанти антибіотикорезистентності 18 штамів грамнегативних бактерій – збудників інфекційних ускладнень бойових поранень, за яким було встановлено, що геном цих штамів містить гени, що зумовлюють полірезистентність до карбапенемів, аміноглікозидів, низьку ефективність фторхінолонів та незахищених цефалоспоринов. Резистентність до карбапенемів ентеробактерій – збудників ранових інфекцій у учасників бойових дій у зоні АТО – відзначається і в інших дослідженнях [7].

Під час проведення інфекційного контролю у рутинних дослідженнях з виділення, ідентифікації та визначення антибіотикорезистентності мікроорганізмів необхідно використовувати автоматизовані системи, які забезпечують більш точні та достовірні результати, ніж класичний бактеріологічний метод. Завдяки цьому останніми роками структура збудників ІПНМД змінилася: на перше місце вийшли бактерії роду *Acinetobacter*. *Acinetobacter baumannii* вважається одним з шести най-

Серед ентеробактерій виділялися *Esherichia coli* (33,3%), *Klebsiella pneumoniae* (18,5%), *Proteus mirabilis* (11,1%), *Citrobacter freundii* (3,7%), *Klebsiella oxytoca* (3,7%). Серед НФГНБ виділялися *Acinetobacter baumannii* (14,8%), *Pseudomonas aeruginosa* (11,1%) *Pseudomonas putida* (3,7%).

Серед дріжджоподібних грибів переважно виділялися *Candida albicans* (76,9%). Менше виділялося *Candida non-albicans* – 23,1%.

Висновки. За результатами проведеного мікробіологічного дослідження встановлено етіологічно структуру гнійно-запальних інфекцій у поранених внаслідок бойових дій в Україні за 2022-2023 роки.

Спектр виділених збудників складається з 72,2% грамполозитивних та 27,8% грамнегативних бактерій. Дріжджоподібні гриби роду *Candida spp.* виділяли із ран в 11,8%.

Проведено дослідження з оцінки антимікробної резистентності виділених збудників ранових інфекцій у пацієнтів. Встановлено високу резистентність виділених мікроорганізмів до антимікробних препаратів різних хімічних груп.

Ключові слова: бактерії, гриби, гнійно-запальні інфекції, постраждалі внаслідок бойових дій, антимікробні препарати.

більш небезпечних патогенів з множинною антибіотикорезистентністю у медичних закладах по усьому світу [10]. Цей збудник становить для поранених у зоні бойових дій в Україні один з найбільших ризиків. Так, у дослідженні клінічної та етіологічної вентилятор-асоційованої пневмонії серед поранених, які перебувають на штучній вентиляції легень, із їхнього трахіобронхіального секрету було виділено 52 штами патогенів. У контрольній групі пацієнтів, які не мали поранень – 38 штамів, переважали *P. aeruginosa* (45%), *Acinetobacter* (40%), *P. mirabilis* (25%), *S. albicans* (20%), *S. mitis* (25%) (у контрольній групі переважали *P. aeruginosa* (33%), *S. aureus* (33%), *K. pneumoniae* (33%). У 75% визначено мікстинфекцію, основними збудниками в її складі були *P. aeruginosa* (80%), *P. mirabilis* (67%), *S. aureus* (13%), *Escherichia coli* (7%). У контрольній групі мікстинфекції становили 44%, основними збудниками були *Streptococcus spp.* (38%), *S. aureus* (63%), *P. aeruginosa* (13%). Таким чином, бактерії *Acinetobacter* та гриби *S. albicans* було виділено лише у пацієнтів, які мали поранення, отримані в АТО; частота виявлення мікстинфекцій була майже вдвічі більшою. Вони були утворені переважно грамнегативними паличками порівняно з групою хворих без поранень, де переважали грампозитивні коки. В обох групах перше місце за частотою виявлення посіла синьогнійна паличка *P. aeruginosa* [11].

Мікробіологічними дослідженнями вогнепальних ран у поранених в АТО у 89% випадків виявлено мікроорганізми, серед яких переважали грамнегативні палички – *Acinetobacter* (53%), *Pseudomonas spp.* (15%), бактерії родини *En-*

terobacteriaceae (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *E. coli* – 10%). Грампозитивні бактерії *Enterococcus spp.* виділяли у 10% випадків, роду *Staphylococcus spp.* – у 9%. Усі виділені ізоляти ентеробактерій мали 100% стійкість до різних поколінь цефалоспоринових, пеніцилінів. У *Enterobacter spp.* було визначено абсолютну стійкість до фторхінолонів. Ацінетобактерії, синьогнійна паличка, *Enterobacter* виявилися резистентними до оксациліну, амоксциліну і до захищених пеніцилінів амоксциліну/клавуланату.

При цьому ентеробактерії були чутливі до захищеного антибіотика цефалоспоринового ряду цефоперазону/сульбактаму, а ацінетобактерії – до поліміксину В та колістину [11].

У хворих з гнійними ускладненнями вогнепальних ран частота виявлення *P. aeruginosa* і *P. mirabilis*, а також кількість *S. pyogenes* й *E. coli* у ранах були достовірно вищими за аналогічні показники у групі порівняння.

В інших дослідженнях із ран поранених було виділено *A. baumannii*, *E. cloacae*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* [12, 13].

Мета дослідження: вивчення етіологічної структури гнійно-запальних інфекцій у постраждалих внаслідок бойових дій в Україні та оцінка антибіотикорезистентності виділених збудників.

Матеріали та методи дослідження. Проведено 154 мікробіологічних дослідження у поранених внаслідок бойових дій. Забір і транспортування зразків біологічного матеріалу (ЗБМ) від пацієнтів з пораненнями здійснювалися відповідно до загальних принципів відбору і транспортування ЗБМ у день надходження пацієнта на стаціонарне лікування за

стандартними методиками [3, 4]. ЗБМ із ран брали ватним тампоном. Для виділення мікроорганізмів використовували напівкількісний метод посіву. Чутливість виділених штамів мікроорганізмів визначали загальноприйнятим диско-дифузійним методом (метод Кірбі-Бауера) відповідно до Наказу МОЗ України № 167 від 05.04.2007 «Про затвердження методичних вказівок «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів» [14], а також відповідно до «Методичних рекомендацій з визначення чутливості мікроорганізмів до антимікробних препаратів», розроблених та адаптованих згідно з Керівництвом Європейського комітету з визначення чутливості до антимікробних препаратів (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing – EUCAST) [15].

Структура етіологічно значущих мікроорганізмів оцінювалася при виділенні із відповідного виду клінічного матеріалу. Враховуючи діагноз та стан пацієнта, ризик розвитку інфекційних ускладнень, брали до уваги усі мікроорганізми, які були виділені із ран у кількості $\geq 10^4$ КУО/см³.

Статистичний аналіз даних виконано за програмними пакетами «Microsoft Office Excel 1997-2017».

Результати дослідження. Проведенням 154 мікробіологічних досліджень вмісту ран у поранених було виділено та ідентифіковано 110 ізолятів – 97 штамів умовно-патогенних мікроорганізмів і 13 штамів дріжджоподібних грибів. При цьому у монокультурі виявлено 68,2% випадків (n=75), а в асоціаціях – 31,8% (n=35) (табл.).

У більшості випадків із ран виділяли представників грампозитивної кокової

ETIOLOGY OF PURULENT-INFLAMMATORY INFECTIONS IN INJURIES CAUSED BY COMBAT OPERATIONS AND SENSITIVITY OF PATHOGENS TO ANTIMICROBIAL PREPARATIONS

¹Latina N. O., ²Surmasheva O. V.

¹CNP «Kryvyi Rih City Hospital № 7», Kryvyi Rih, Ukraine

²State Institution «O.M. Marzieiev Institute for Public Health NAMS of Ukraine», Kyiv

The purpose of the study is to investigate the etiological structure of purulent-inflammatory infections in injuries that occurred because of hostilities in Ukraine and to assess the antibiotic resistance of isolated pathogens.

Materials and methods: Collection and transportation of samples of biological material from patients with injuries was carried out in accordance with the general principles of selection and transportation. Sowing, selection and identification of isolates was carried out by routine methods using the EUCAST methodology for determining the sensitivity of microorganisms to antimicrobial drugs by the disk diffusion method.

Research results and their discussion: During the conduct of 154 microbiological studies of the wound contents of the wounded, 110 isolates were isolated and identified – 97 strains of opportunistic microorganisms and 13 strains of yeast-like fungi. At the same time, 68.2% of cultures were found in monoculture, and 31.8% in associations. To a greater extent, representatives of the gram-positive cocci flora were isolated from the wounded patients – 72.2%: Staphylococci – 77.1%, Enterococci – 14.3%, and Streptococci – 8.6%. Among the Staphylococci, the following stood out:

Staphylococcus aureus – 72.8%, *Staphylococcus haemolyticus* – 5.9%. Among Enterococci, the following stood out: *Enterococcus faecalis* – 12.8%, *Enterococcus faecium* – 1.4%. Among Streptococci, *Streptococcus pyogenes* stood out – 11.8%. To a less extent, gram-negative bacteria were released from the wounded patients – 27.8%: Enterobacteria – 70.4%, non-fermenting gram-negative bacteria – 29.6%. Among the Enterobacteria, the following stood out: *Escherichia coli* – 33.3%, *Klebsiella pneumoniae* – 18.5%, *Proteus mirabilis* – 11.1%, *Citrobacter freundii* – 3.7%, *Klebsiella oxytoca* – 3.7%. Among the NFHNB, the following stood out: *Acinetobacter baumannii* – 14.8%, *Pseudomonas aeruginosa* – 11.1%, *Pseudomonas putida* – 3.7%. Among the yeast-like fungi, *Candida albicans* was mainly isolated – 76.9%. *Candida non-albicans* was isolated to a less extent – 23.1%.

Conclusions:

According to the results of the conducted microbiological research, the etiological structure of purulent-inflammatory infections in victims of hostilities in Ukraine for 2022-2023 was studied.

The spectrum of isolated pathogens consists of 72.2% gram-positive and 27.8% gram-negative bacteria. Yeast-like fungi of the genus *Candida* spp. Isolated from wounds in 11.8%.

Conducted studies on the assessment of antimicrobial resistance of selected causative agents of wound infections. Installed high resistance of selected microorganisms to antimicrobial drugs of various chemical groups.

Keywords: bacteria, fungi, purulent-inflammatory infections, victims of hostilities, antimicrobial drugs.

флори – 72,2% (n=70): стафілококи – 77,1% (n=54), ентерококи – 14,3% (n=10) та стрептококи – 8,6% (n=6). Серед стафілококів виділялися *Staphylococcus aureus* – 72,8% (n=51), *Staphylococcus haemolyticus* – 5,9% (n = 3). Серед ентерококів виділяли *Enterococcus faecalis* – 12,8% (n=9), *Enterococcus faecium* – 1,4% (n=1). Серед стрептококів виділяли *Streptococcus pyogenes* – 11,8% (n=6).

Нижчий відсоток спостерігали щодо грамнегативних бактерій – 27,8% (n=27): ентеробактерії – 70,4% (n=19), неферментуючі грамнегативні бактерії (НФГНБ) – 29,6% (n=8). Серед енте-

робактерій виділяли *Escherichia coli* – 33,3% (n=9), *Klebsiella pneumoniae* – 18,5% (n=5), *Proteus mirabilis* – 11,1% (n=3), *Citrobacter freundii* – 3,7% (n=1), *Klebsiella oxytoca* – 3,7% (n=1).

Серед НФГНБ виділялися *Acinetobacter baumannii* – 14,8% (n=4), *Pseudomonas aeruginosa* – 11,1% (n=3), *Pseudomonas putida* – 3,7% (n=1).

Серед дріжджоподібних грибів переважно виділяли *Candida albicans* – 76,9% (n=10). Нижчий рівень виявлення був для *Candida non-albicans* – 23,1% (n=3): *Candida tropicalis* – 7,7% (n=1), *Candida krusei* – 7,7%

(n=1), *Candida parapsilosis* – 7,7% (n=1).

Наступним етапом роботи було визначення чутливості виділених мікроорганізмів до різних груп антибіотиків. Потреба у визначенні резистентності та її рівня необхідна для ефективного та коректного лікування, а також для проведення інфекційного контролю.

У наших дослідженнях виділені мікроорганізми належали до найбільш критичних внутрішньолікарняних патогенів, які ВООЗ розподілила на три групи на основі їхньої глобальної загрози [5]. До першої та другої груп (ургентних та

високопріоритетних збудників) належать так звані збудники ESKAPE – резистентні до ванкоміцину *Enterococcus faecium* (VRE), стійкі до метициліну та ванкоміцину *S. aureus* (MRSA/VRSA), резистентні до карбапенему та цефалоспоринів третього покоління *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Enterobacter spp.*

Патогени ESKAPE асоціюються з високою захворюваністю та смертністю через їхню набуту резистентність до великої кількості антибіотиків, у тому

числі й антибіотиків «останнього засобу», такі як карбапенеми та колістин [6].

У результаті визначення чутливості стафілококів до цефокситину (30 мкг) виявили у 13,7% випадків (n=7) та 33,3% (n=18) резистентних до метициліну штамів *S. aureus* та коагулазо-негативні стафілококи (КНС) – *Staphylococcus haemolyticus* відповідно. Метицилін-резистентність, як відомо, є маркером стійкості до більшості бета-лактамних антибіотиків, а також асоційованою стійкості до АМП інших груп. Цей механізм резистентності пов'язаний

з надбанням стафілококами додаткового пеніцилін-зв'язувального білка з низькою афінністю до антибіотиків цієї групи. У свою чергу, до цефтараліну, який традиційно є препаратом вибору для лікування хворих з інфекціями, викликаними метицилін-резистентними грампозитивними бактеріями, у *S. aureus* та КНС виявлялася повна чутливість.

Як альтернативу ванкоміцину на сучасному етапі розглядають такі антибіотики, як тейкопланін, лінезолід, тигециклін. До цих антибіотиків стафілококи також були чутливими. Резистентність до ряду АМП у *S. aureus* та КНС відрізнялася. Скринінг чутливості до фторхінолонів (норфлоксацин 10 мкг) виявив 37% резистентних штамів *S. aureus* та 50% резистентних КНС. Додатковий аналіз показав, що КНС демонстрували значно вищу стійкість до левофлоксацину, ніж *S. aureus* (42% та 23% відповідно). 4% штамів стафілококів були віднесені до категорії «У» (чутливі за збільшеної експозиції). Резистентність до гентаміцину – маркеру стійкості до аміноглікозидів – у КНС також була вищою – 46%, а у *S. aureus* – 29%. Значні відмінності у частоті стійкості стафілококів відзначалися до антибіотиків групи макролідів. До еритроміцину як маркеру для визначення чутливості до макролідів – резистентними були 68% КНС та 40% *S. aureus*. Поодинокі ізоляти були віднесені до категорії «У» – 4% *S. aureus* та 3% КНС. Низький рівень стійкості до фузидієвої кислоти спостерігався серед стафілококів (6% для *S. aureus* та 8% для КНС).

Результати встановлення чутливості ентерококів до ванкоміцину (5 мкг) виявили стійкість серед штамів

Таблиця

Спектр мікроорганізмів, виділених із ран постраждалих осіб у військових діях в Україні за 2022-2023 роки

Виділені мікроорганізми	Рід	Вид	Кіл-ть (абс.)	%
Грампозитивні бактерії – 63,6% (n=70)	Staphylococcus spp. – 77,1% (n=54)	Staphylococcus aureus	51	72,8
		Staphylococcus haemolyticus	3	5,9
	Enterococcus spp. – 14,3% (n=10)	Enterococcus faecalis	9	12,8
		Enterococcus faecium	1	1,4
	Streptococcus spp. – 11,8% (n=6)	Streptococcus pyogenes	6	11,8
Грамнегативні бактерії – 24,6% (n=27)	Enterobacterales – 70,4% (n=19)	Esherichia coli	9	33,3
		Klebsiella pneumoniae	5	18,5
		Proteus mirabilis	3	11,1
		Citrobacter freundii	1	3,7
		Klebsiella oxytoca	1	3,7
	Неферментуючі грамнегативні бактерії – 29,6% (n=8)	Acinetobacter baumannii	4	14,8
		Pseudomonas aeruginosa	3	11,1
		Pseudomonas putida	1	3,7
Дріжджоподібні гриби – 11,8% (n=13)	Candida spp.	Candida albicans	10	76,9
		Candida tropicalis	1	7,7
		Candida krusei	1	7,7
		Candida parapsilosis	1	7,7

E. faecium 100% (n=1) та *E. faecalis* (VRE) 11,1% (n=1). Однією з найбільш клінічно значущих характеристик ентерококів є чутливість до обмеженого числа АМП. У нашому дослідженні резистентність до ампіциліну в *E. faecalis* становила 5%, в *E. Faecium* – 10%.

Високий рівень резистентності ентерококів до аміноглікозидів (індикаторні антибіотики – гентаміцин 30 мкг, стрептоміцин 300 мкг) було визначено у 60% ізолятів для стрептоміцину та 67% – для гентаміцину. У клінічній практиці високий рівень резистентності до аміноглікозидів в ентерококів проявлявся відсутністю бактерицидного лікувального ефекту у комбінації їх з пеніцилінами чи глікопептидами. Скринінг чутливості ентерококів до фторхінолонів (норфлоксацин 10 мкг) виявив 65% стійкості. Повна чутливість в ентерококів відзначалася до тейкопланіну та тигецикліну.

Чутливість *A. baumannii* до АМП представлено з урахуванням їхньої природної резистентності до пеніцилінів (у тому числі піперацилін та піперацилін/тазобактам) та цефалоспорином (цефепім та цефтазидим).

Відомо, що збудник *P. aeruginosa* в умовах стаціонару швидко набуває стійкості. У дослідженнях, які ми проводили, реєструвалася повна (100%) або практично повна (91%) резистентність *P. aeruginosa* до пеніцилінів (піперацилін, піперацилін/тазобактам). Також високий рівень резистентності був виявлений для цефепіму та цефтазидиму (96% та 88% відповідно). Резистентність до фторхінолонам (ципрофлоксацин) у *P. aeruginosa* та *A. baumannii* була практично однаковою і становила 91% та 95% відповідно. Високою була стійкість

до карбапенемів – іміпенему, меропенему (88% для *A. baumannii*, 76% для *P. aeruginosa*), 4% ізолятів виявляли чутливість за збільшеної експозиції (категорія «У»). До аміноглікозидів – амікацину, тобраміцину – у *P. aeruginosa* резистентність становила 78% та 89%, у *A. baumannii* – 81% та 77% відповідно.

Отримані результати показали високу стійкість ентеробактерій до більшості АМП. Фенотипові ознаки стійкості до цефалоспоринов 3 покоління, у тому числі інгібіторозахищених, дозволяли припустити продукцію *E. coli* та *K. pneumoniae* бета-лактамаз розширеного спектру (БЛРС). Фенотипову оцінку продукції БЛРС додатково підтверджували використанням подвійних дисків – амоксицилін-клавуланова кислота. У таких випадках раціональним у лікуванні інфекцій, викликаних цими збудниками, варто очікувати тільки з використанням карбапенемів.

До іміпенему, меропенему *E. coli* та *K. pneumoniae* виявляли резистентність лише у 18% та 23% випадків відповідно. Додатковий скринінг продукції карбапенемаз проводили методом інактивації карбапенемів. Наявність карбапенемаз в ізолятів визначали за зоною пригнічення росту <28 мм для меропенему. Привертає увагу висока резистентність до аміноглікозидів: амікацину (60%), тобраміцину (69%), гентаміцину (77,5%). До ципрофлоксацину виявлено відносну активність (62% для *K. pneumoniae* та 43% для *E. coli*).

Інші ентеробактерії (*P. mirabilis*, *C. freundii* та *K. oxytoca*) характеризувалися значно нижчою частотою виявлення резистентності. Повна чутливість спостерігалася для карбапенемів. Активність доцефалоспо-

ринів була вищою у зазначених збудників, ніж для *K. pneumoniae* – 23%, 41% для цефтазидиму і цефепіму відповідно. Реєструвалася висока чутливість до фторхінолів – ципрофлоксацину і левофлоксацину.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про високий рівень антибіотикорезистентності мікроорганізмів, виділених із біологічного матеріалу із ран осіб, що постраждали від бойових дій.

Висновки

1. За результатами проведеного мікробіологічного дослідження вивчено етіологічну структуру гнійнозапальних інфекцій у поранених внаслідок бойових дій в Україні за 2022-2023 роки.

2. Спектр виділених збудників складався з грампозитивних (72,2%), грамнегативних бактерій (24,6%) та дріжджоподібних грибів роду *Candida spp.* (11,8%).

3. Проведено дослідження з оцінки антимікробної резистентності виділених збудників ранових інфекцій у пацієнтів. Встановлено високу резистентність виділених мікроорганізмів до антимікробних препаратів різних хімічних груп.

REFERENCES

1. Pro systemu hromadskoho zdorovia [On the public health system, Law of Ukraine № 2573- IX, 2022 Sep 6] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>. Ukrainian

2. Pro orhanizatsiiu profilaktyky infektsii ta infektsiinoho kontroliu v zakladakh okhorony zdorovia ta ustanovakh/ zakladakh nadannia sotsialnykh posluh/ sotsialnoho zakhystu naselennia, [On the organization of infection prevention and infection control in health care institutions and institutions/institutions

providing social services/ social protection of the population, Order of the Ministry of Health of Ukraine № 1614, 2021 Aug 3] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1318-21#Text>. Ukrainian

3. Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia posylenoho epidemiolohich-noho nahliadu za protymikrobnou rezystentistiu mikroorhanizmiv, shcho sprychyniaut hniino-zapalni infektsii ran u poranenykh vnaslidok boiovykh dii, Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy [On the approval of the Procedure for enhanced epidemiological surveillance of antimicrobial resistance of microorganisms causing purulent-inflammatory wound infections in the wounded as a result of hostilities, Order of the Ministry of Health of Ukraine № 403, 2023 Feb 27] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0489-23#Text>. Ukrainian

4. Konechnyi Yu. Vydovyi spektr ta biolohichni vlastyvoli bakteriiinykh ta hrybkovykh zbudnykiv infektsii, poviazanykh z nadanniam medychnoi dopomohy ta protymikrobnia aktyvnist shchodomykh pokhidnykh 4-tiazovidinoniv [The species spectrum and biological properties of bacterial and fungal pathogens of infections associated with the provision of medical care and the antimicrobial activity of 4-thiazovidinon derivatives against them] [thesis of PhD]. Lviv : Danylo Halytskyi Lviv National Medical University]; 2021. 293 p. Ukrainian.

5. WHO publishes list of bacteria for which new antibiotics are urgently needed; 2017 <https://www.who.int/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for->

which-new-antibiotics-are-urgently-needed

6. Ma Y, Wang C, Li Y, Li J, Wan Q, Chen J, Tay FR, Niu L. Considerations and caveats in combating ESKAPE pathogens against nosocomial infections. *Advanced Science* 2019 Dec 5;7(1):1901872. <https://doi.org/10.1002/adv.201901872>

7. Kondratiuk VM. [Evaluation of antimicrobial resistance of Acinetobacter baumannii and Pseudomonas aeruginosa strains, which contaminate combat wounds of the extremities]. *Travma [Trauma]* 2017 Apr 6;18(1):68-73. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.18.2017.95592>. Ukrainian

8. Gupta B, Rajasthan J. Antibigram of PSEUDOMONAS AERUGINOSA isolated from burn patients at a tertiary care hospital. *International Journal of Scientific Research*. 2022;11(4):54-6.

9. Ramzi A, Oumokhtar B, Ez zoubi Y, Filali Mouatassem T, Benboubker M, El Ouali Lalami A. Evaluation of antibacterial activity of three quaternary ammonium disinfectants on different germs isolated from the hospital environment. *BioMed Research International* 2020 Dec 11;2020:1-6. <https://doi.org/10.1155/2020/6509740>

10. Kondratiuk VM, Kovalchuk VP, Kondratiuk OP. Epidemichni osoblyvosti rozpovsiudzhennia mikroflory boiovykh poranen u suchasnyy systemi likuvannia poranenykh, vstanovleni metodom multylokusnoho sikvens typuvannia [Epidemic features of the distribution of the microflora of combat wounds in the modern system of treating the wounded, established by the method of multilocus sequence typing].

In: Infectious diseases of

modern times: etiology, epidemiology, diagnosis, treatment, prevention, biological safety; 2018 Oct 11-12; Kyiv, Ukraine. Kyiv: 2018. p. 85-7. Ukrainian

11. Babov KD, Khomenko IP, Tertyshnyi SV, Babova IK, Vastianov RS. [Organization of stage rehabilitation of servicemen with gunshot defects of soft tissues at the levels of medical care]. *Medicni perspektivi [Medical perspectives]*. 2021 Dec 20;26(4):188-95. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2021.4.248228>. Ukrainian

12. Kryshevskiy YP, Horoshko VR, Khytryi GP. [Microbial structure and sensitivity of pathogenic flora to antibiotics in patients with woundings of abdominal cavity]. *Medytsyna nevidkladnykh staniv [Emergency Medicine]* 2020 Jan 11;6(1):72-7. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.1.2020.196932>. Ukrainian

13. Kupko N. [Approaches to solving the problem of infections associated with the provision of medical care]. *Hostri ta nevidkladni stany u praktytsi likaria [Acute and urgent conditions in the doctor's practice]*. 2017;(1):14-8. Ukrainian

14. Kerivnyttstvo EUCAST iz vyznachennia mekhanizmiv protymikrobnou ta spetsyfichnoi rezystentnosti, shcho maiut osoblyve klinichne ta/abo epidemiolohichne znachennia. [EUCAST guidelines for the identification of mechanisms of antimicrobial and specific resistance of particular clinical and/or epidemiological importance]. 39 p. Versiia 1.0, 2013. Ukrainian

Надійшло до редакції
12.12.2023