

**МІКРОБНИЙ СПЕКТР ТА ЧУТЛИВІСТЬ ДО АНТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ
ОТОПАТОГЕНІВ ВИДІЛЕНИХ ВІД ПАЦІЄНТІВ З ОТИТАМИ**

¹Сумський державний університет (м. Суми, Україна)

²Міжрегіональна Академія управління персоналом (м. Київ, Україна)

t.ivakhnjuk@med.sumdu.edu.ua

Отити належать до поширених гнійно-запальних захворювань, для яких характерні різноманітний склад мікробіоти та зміни чутливості збудників до антимікробних препаратів. Дане дослідження проводилося на базі бактеріологічної лабораторії Сумського державного університету. Метою роботи було встановити видовий спектр збудників середнього та зовнішнього отитів, а також оцінити їх антибіотикорезистентність. Об'єктом дослідження стали клінічні ізоляти мікроорганізмів, виділені з клінічного матеріалу пацієнтів із середнім та зовнішнім отитом. Для виконання поставленої мети були використані клінічний, культуральний та статистичний методи дослідження. У ході проведеного дослідження виявлено значну частоту полімікробних асоціацій при отитах (73,0% випадків). Провідне місце серед отопатогенів посідали грампозитивні кокоподібні бактерії (59,7%), грамнегативні паличкоподібні бактерії (27,6%) та дріжджоподібні гриби роду *Candida* (12,7%). Зокрема, двохкомпонентні мікробні асоціації реєструвалися у 41,3% випадків, трьохкомпонентні – у 23,8%, а чотирьохкомпонентні – у 7,9%. Аналіз результатів диско-дифузійного методу дослідження чутливості до антимікробних препаратів засвідчив, що серед грампозитивних отопатогенів найбільш виражену резистентність демонстрували клінічні ізоляти *S. aureus*, які були резистентні до макролідів, аміноглікозидів (амікацину), глікопептидів, цефалоспоринів III покоління та лінкозамідів. При вивченні профілю антибіотикорезистентності грамнегативних отопатогенів встановлено високий рівень стійкості до цефалоспоринів серед *E. coli*, *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa*, зокрема до цефепіму, цефотаксиму, цефтріаксону та цефтазидиму, тоді як у *H. influenzae* і *M. catarrhalis* показники резистентності були помірними та варіювали залежно від препарату. Найвищу резистентність до цефотаксиму проявляли клінічні ізоляти *P. aeruginosa* (100%), *E. coli* (83,3%) та *K. pneumoniae* (66,7%), тоді як до цефтазидиму найбільш стійкими були *K. pneumoniae* (83,3%) і *M. catarrhalis* (75,0%). Найнижчий рівень резистентності серед досліджених антибактеріальних препаратів відзначався щодо тобраміцину, до якого резистентність у *E. coli* та *K. pneumoniae* становила по 16,7%, у *P. aeruginosa* – 11,1%, а у *M. catarrhalis* резистентних штамів не виявлено, хоча у *H. influenzae* цей показник досягав 58,3%. Клінічні ізоляти *Candida spp.*, які у 100% випадків виявлялися асоціантами *S. aureus*, характеризувалися високою резистентністю до ністатину (82%) та міконазолу (70,6%).

Отримані дані вказують на домінування полімікробного характеру гнійно-запальних процесів на тлі отитів з варіабельними профілями резистентності отопатогенів, що вказує на необхідність етіологічно орієнтованої діагностики та персоналізованої терапії.

Ключові слова: отити, мікрофлора, полімікробні асоціації, антимікробна резистентність.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дослідження виконувалося відповідно до плану науково-дослідних робіт, і є фрагментом НДР «Наукове обґрунтування розробки системи громадського здоров'я та управління якістю медичної допомоги на регіональному рівні» (номер державної реєстрації 0119U103418).

Вступ.

Середній та зовнішній отит мікробної етіології залишаються широко поширеними захворюваннями у світі та супроводжуються зростанням глобальної проблеми антимікробної резистентності. Сучасні дослідження свідчать про зміну мікробного профілю збудників даної ЛОР-патології, а також про підвищення рівня їх резистентності до антимікробних препаратів, що суттєво ускладнює вибір ефективної емпіричної терапії.

Основними формами вушних інфекцій є зовнішній отит, середній отит (запалення соскоподібного

відростка і середнього вуха) та інфекції внутрішнього вуха. Різні географічні зони мають різну етіологію та рівень поширеності вушних інфекцій. Але загалом щороку 65–330 мільйонів людей страждають на гнійно-запальні інфекції вуха, і 60% з них мають важку втрату слуху [1]. На жаль, більшість пацієнтів з гнійно-запальними процесами вуха в умовах обмежених ресурсів відкладають звернення за медичною допомогою, що супроводжується формуванням ускладнень [2]. Крім того, хронічні гнійні отити, як стійкі інфекції середнього вуха супроводжуються гнійними виділеннями через барабанну перетинку понад два тижні, що формує значну проблему для громадського здоров'я особливо для населення регіонів з обмеженими ресурсами [3], включаючи прифронтові території України, які зазнають впливу воєнного конфлікту внаслідок російської агресії.

Наукові дослідження останніх років різних країн містять інформацію щодо зростання питомої ваги *H. influenzae* та зниження – *S. pneumoniae* в структурі

збудників гнійних отитів [4]. Інші дослідження [1, 3] вказують, що причиною отитів також виступають *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Klebsiella spp.*, *S. hemolyticus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *Serratia spp.* та *Bacterulla spp.*

За результатами когортних та мультицентрових мікробіологічних досліджень в умовах повномасштабного вторгнення російської федерації спостерігається суттєва зміна спектру збудників та зростання антибіотикорезистентності клінічних ізолятів. Зокрема, дослідження, проведене у період 2014-2023 років, продемонструвало домінування грамнегативних бактерій, серед яких *A. baumannii*, *P. aeruginosa* та *K. pneumoniae* з високим рівнем мультирезистентності серед виділених штамів [5]. В іншому дослідженні 2025 року, присвяченому впливу війни на мікробіоту ран та антибіотикорезистентності [6], встановлено домінування грамнегативних бактерій, насамперед *A. baumannii*, у пацієнтів із рановими інфекціями, переважно віком близько 40 років. За результатами даного дослідження виявлено високий рівень резистентності до карбапенемів, фторхінолонів та аміноглікозидів, а також значну поширеність мультирезистентних штамів.

Через обмежені можливості під час активних військових дій на території України щодо мікробіологічної діагностики гнійно-запальних процесів вуха та в більшості випадків використання стандартних протоколів лікування лікарями-практиками, не враховуються результати лабораторних досліджень щодо мікробного профілю збудників та персоналізованих тестів на чутливість клінічних ізолятів до антимікробних препаратів. У зв'язку з цим зростає інтерес до вивчення чутливості клінічних ізолятів не лише до антибіотиків, але й до антисептичних засобів, які широко застосовуються у місцевому лікуванні отитів.

Мета дослідження.

Визначити видовий склад збудників середнього та зовнішнього отиту, їх антибіотикорезистентність.

Об'єкт і методи дослідження.

Об'єктом дослідження були клінічні ізоляти мікроорганізмів, виділені з матеріалу пацієнтів із середнім та зовнішнім отитом.

Дослідження проводилося на базі бактеріологічної лабораторії регіонального центру «ЕКОМЕДХІМ» Сумського державного університету (Свідоцтво про атестацію № РУ-0378/24 від 14.03.2024) з використанням стандартного культурального методу з виділенням та ідентифікацією клінічних ізолятів із біологічного матеріалу (мазок із вуха від пацієнтів з клінічними ознаками зовнішнього та середнього отиту) за морфологічними, тинкторіальними, культуральними та ферментативними властивостями. Забір матеріалу проводили за допомогою транспортної системи Amies. Первинний посів матеріалу проводився на наборі середовищ (кров'яний агар, агар Ендо, малонатний сольовий агар, ентерококовий агар). Кількісний підрахунок ступеню обсіменіння мікроорганізмами проводився шляхом визначення колонієутворюючих одиниць (КУО/мл змиву з тампону). Усі пацієнти, середній вік яких становив 41,27±5,4 років, включені до дослідження, підписали інформовану згоду в закладах, де вони проходили лікування. Було дотримано всіх відповідних етичних стандартів.

Чутливість до антимікробних препаратів визначалася диско-дифузійним методом відповідно до реко-

ментацій «Європейського комітету по визначенню чутливості до антимікробних препаратів EUCAST» [6] із використанням паперових дисків просочених антибактеріальними та протигрибковими препаратами (виробник ТОВ «Фармактив», Україна). Мультирезистентність (MDR) оцінювали як стійкість щонайменше до трьох класів антибіотиків.

Для описового епідеміологічного параметру, був визначений індекс домінування (С%) патогену, який вираховувався на основі кількості виявлення певного виду мікроорганізмів у популяції досліджуваних зразків. Даний показник був розрахований за формулою: $C\% = n \times 100 / N$, де С% – індекс домінування, n – кількість зразків, у яких виявлено досліджуваний вид, а N – загальна кількість проаналізованих зразків [7, 8]. Статистичну обробку результатів проводили за допомогою методів описової та варіаційної статистики.

Результати досліджень та їх обговорення.

У ході дослідження було проаналізовано результати мікробіологічного дослідження 134 клінічних ізолятів, отриманих від пацієнтів (n=63) із середнім та зовнішнім отитом. Встановлено, що мікробний пейзаж (таблиця 1) характеризувався наявністю як грампозитивних і грамнегативних бактерій, так і грибів роду *Candida* у клінічно значущих концентраціях ($\geq 10^5$ КУО/мл змиву з тампону), що свідчить про їх етіологічну роль у розвитку запального процесу. У значної частини (73,0 %) пацієнтів виявлено мікробні асоціації, що свідчить про поширеність мікст-інфекцій при отитах. Зокрема, двокомпонентні мікробні асоціації виявлено у 26 (41,3%) випадках, трьохкомпонентні – у 15 (23,8%), чотирьохкомпонентні – у 5 (7,9%), моноінфекції становили 27,0%.

Серед отопатогенів (n=134) домінували грампозитивні коки родів *Staphylococcus* та *Streptococcus* (С% – 59,7%). Видовий спектр грамнегативних бактерій загальна частка яких становила 27,7%, був представлений представниками родини *Enterobacteriaceae* (*K. pneumoniae*, *E. coli*), які були виділені у 8,96% випадків, тоді як інші грамнегативні збудники (*H. influenzae*, *P. aeruginosa*, *M. catarrhalis*) – у 18,7%.

Отримані дані відображають полімікробний характер інфекційного процесу та тлі отиту, оскільки лише у 17 із 63 (27%) пацієнтів виявлено монобактеріальну етіологію отиту. У більшості випадків (73,0%) отопатогени існували у складі мікробних асоціацій, що свідчить про їх спільну участь у формуванні запального процесу. Тож, навіть менш чисельні види

Таблиця 1 – Етіологічний спектр отопатогенів, виділених від пацієнтів з отитами

Мікроорганізм (n=134)	Кількість клінічних ізолятів (абс.)	С, %
<i>Staphylococcus aureus</i>	63	47,01
<i>Candida spp.</i>	17	12,68
<i>Haemophilus influenza</i>	12	8,96
<i>Streptococcus pyogenes</i>	11	8,21
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	6,72
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	6	4,48
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6	4,48
<i>Escherichia coli</i>	6	4,48
<i>Moraxella catarrhalis</i>	4	2,98

мікроорганізмів не можуть розглядатися як клінічно незначущі, оскільки в умовах мікст-інфекцій вони потенційно взаємодіють між собою та можуть впливати на перебіг інфекційного процесу.

Важливо зазначити, що всі клінічні ізоляти *Candida spp.* були виділені у складі мікробних асоціацій із *S. aureus*, що вказує на потенційні синергічні взаємодії між бактеріальною та грибовою флорою в патогенезі отитів.

У мікробних асоціаціях різні мікроорганізми можуть взаємодіяти на механічному рівні через прямий та непрямий обмін як фізичного, так і хімічного характеру. Все це врешті-решт може впливати на тяжкість перебігу захворювання, сприяючи посиленню патогенних фенотипів, зокрема підвищенню стійкості як до факторів імунітету організму господаря, так і до протимікробної терапії [9].

Під час даного дослідження були виявлені бактеріально-грибові асоціації отопатогенів (*S. aureus* та *Candida spp.*). Слід зазначити, що за ступенем обсіменіння кожен з цих видів отопатогенів були ізольовані у клінічно значущій кількості ($\geq 10^5$ КУО/мл змиву з тампону), але кількість *S. aureus* достовірно ($p < 0,05$) була більша у порівнянні з *Candida spp.*, виділеними зі зразка.

Такий вид бактеріально-грибової асоціації може надати стафілококам стратегію інвазії, оскільки псевдогіфи грибів роду *Candida* можуть проникати крізь епітеліальні шари [10]. Існують докази того, що така взаємодія є багатогранною та тісно пов'язана з фазовим розвитком даних мікробів у біоплівці. Адже первинна адгезія *S. aureus* до псевдоміцелію *C. albicans*, ймовірно, опосередковується білком аглютиніноподібної послідовності 3 у *C. albicans*. По мірі формування біоплівки молекули Quorum Sensing (QS) проявляються як синергічні, так і антагоністичні ефекти, при цьому кожен із мікроорганізмів секретує відповідні сигнальні молекули, що позитивно або негативно впливають на ріст біоплівки [10].

Зі структурної точки зору, позаклітинний матрикс *C. albicans* сприяє формуванню таких змішаних біоплівок, перешкоджаючи дифузії до клітин *S. Aureus*, наприклад ванкоміцину, при цьому бактерії можуть інкапсулюватися в цьому полімерному матеріалі. Крім того, встановлено, що грибовий специфічний компонент матриксу β -1,3-глюкан сприяє розвитку резистентності до ванкоміцину. Однак механізми відповіді таких комбінованих біоплівок на проти-грибові препарати залишаються недостатньо вивченими [10].

Отримані дані узгоджуються з результатами інших досліджень, які демонструють, що пригнічення синтезу грибових полісахаридів супроводжується підвищенням чутливості бактерій до антибактеріальних препаратів [11]. Це підкреслює важливість врахування міжмікробних взаємодій при розробці комбінованих підходів до лікування полімікробних інфекцій.

За результатами дослідження встановлено високу частоту комбінованої мікробіоти бактеріальної етіології при отитах (61,9%), які також мають синергічні взаємодії та сприяють підвищенню їх вірулентності, формуванню захисних біоплівкових структур, які обмежують ефективність антимікробної терапії. Все це може зумовлювати більш важкий перебіг захворю-

вання, хронізацію процесу та підвищення ризику рецидивів.

За даними наукових досліджень показано, що наявність окремих збудників, зокрема *S. pneumoniae*, *H. influenzae* та *M. catarrhalis*, асоціюється з підвищеним ризиком рецидивів отиту. Крім того, порушення мікробного балансу пов'язане з затримкою одужання та підвищенням частоти неефективності антибіотикотерапії. Таким чином, склад мікробіоти середнього вуха є важливим фактором, що визначає перебіг отитів, а врахування міжмікробних взаємодій може мати значення для оптимізації лікувальних підходів [12].

З урахуванням встановленої структури мікробних асоціацій та їх потенційного впливу на перебіг інфекційного процесу, наступним етапом дослідження було визначення чутливості виділених клінічних ізолятів отопатогенів до антимікробних препаратів. Аналіз отриманих результатів продемонстрував варіабельність профілів чутливості серед ізольованих мікроорганізмів, що залежала від їх видової приналежності (табл. 1, 2).

Серед найчисельніших отопатогенів бактеріальної етіології (таблиця 1) виступають грампозитивні бактерії (69,7%): *S. aureus*, *S. pyogenes* та *S. haemolyticus*. Найбільш виражену антибіотикорезистентність проявляли *S. aureus* та *S. haemolyticus*, зокрема до β -лактамних антибіотиків та макролідів; найменша резистентність визначена у клінічних ізолятів *S. aureus* до рифампіцину (6,3%) та цефепіму (14,3%). *S. pyogenes* характеризувалися відносно нижчим рівнем резистентності до фторхінолонів (ципрофлоксацину – 9,1% та левофлоксацину – 18,2%) та 100% чутливістю до гаті-

Таблиця 2 – Резистентність до антибактеріальних препаратів грампозитивних отопатогенів, виділених від пацієнтів із отитами

Антибіотик	Отопатоген		
	<i>S. aureus</i> (n=63)	<i>S. pyogenes</i> (n=11)	<i>S. haemolyticus</i> (n=6)
R, %			
Azi	66,7	72,7	66,7
Amc	81,0	45,5	66,7
Amo	54,0	54,5	50,0
Van	87,3	*	66,7
Gat	28,6	0	50,0
Lev	34,9	18,2	33,3
Cip	33,3	9,1	33,3
Rif	6,3	*	16,7
Cfp	14,3	45,5	16,7
Cft	79,4	18,2	83,3
Cfa	31,7	9,1	16,7
Cfd	77,8	54,5	66,7
Kln	65,1	45,5	33,3
Tor	38,1	72,7	16,7

Примітки: R – resistant (%), азитроміцин (Azi), амікацин (Amc), амоксицилін (Amo), ванкоміцин (Van), гатіфлоксацин (Gat), левофлоксацин (Lev), ципрофлоксацин (Cip), норфлоксацин (Nor), рифампіцин (Rif), цефепім (Cfp), цефотаксим (Cft), цефтріаксон (Cfa), цефтазидим (Cfd), кліндаміцин (Kln), тобраміцин (Tor), * – не визначалась чутливість через обмежену ефективність відносно мікрофлори.

Таблиця 3 – Резистентність грамнегативних отопатогенів, виділених від пацієнтів з отитами

Антибіотик	Отопатоген				
	<i>E. coli</i> (n=6)	<i>K. pneumoniae</i> (n=6)	<i>H. influenza</i> (n=12)	<i>P. aeruginosa</i> (n=9)	<i>M. catarrhalis</i> (n=4)
	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %
Azi	*	100	33,3	100	25,0
Amc	66,7	33,3	50,0	77,8	25,0
Amo	*	*	70,0	*	100
Gat	50,0	66,7	33,3	66,7	25,0
Lev	33,3	16,7	25,0	66,7	25,0
Cip	16,7	33,3	8,3	44,4	50,0
Cfp	83,3	33,3	41,7	22,2	25,0
Cft	83,3	66,7	44,4	100	50,0
Cfa	66,7	50,0	33,3	*	50,0
Cfd	33,3	83,3	33,3	22,2	75,0
Tor	16,7	16,7	58,3	11,1	0

Примітки: R – resistant (%), азитроміцин (Azi), амікацин (Amc), амоксицилін (Amo), гатіфлоксацин (Gat), левофлоксацин (Lev), ципрофлоксацин (Cip), цефепім (Cfp), цефотаксим (Cft), цефтріаксон (Cfa), цефтазидим (Cfd), тобраміцин (Tor), * – не визначалась чутливість через обмежену ефективність відносно мікрофлори.

флоксацину. Водночас для клінічних ізолятів *S. aureus* та *S. haemolyticus* відзначено високі рівні резистентності до азитроміцину та амоксаціліну.

Аналіз антибіотикограми клінічних ізолятів представників родини *Enterobacteriaceae* (таблиця 3): *K. pneumoniae* (n=6) та *E. coli* (n=6) показав, що отопатоген *K. pneumoniae* демонструє типову картину мультирезистентності адже серед ізольованих штамів 83,3% були резистентними до цефтазидиму, 100% – до азитроміцину, 66,7% – до гатіфлоксацину та цефотаксиму. *E. coli* у 83,3% випадків проявляла резистентність до цефіпіму та цефотаксиму, у 66,7% – до азитроміцину та цефтріаксону.

Аналіз профілю (таблиця 3) антибіотикорезистентності інших грамнегативних отопатогенів бактеріальної етіології (*H. influenza*, *P. aeruginosa*, *M. catarrhalis*) продемонстрував високий рівень резистентності до β-лактамних антибіотиків, зокрема до амоксициліну та цефалоспоринів III покоління, що може свідчити про поширення β-лактамазо- та ESBL-продукуючих штамів. Найбільш виражена мультирезистентність відзначена у *P. aeruginosa*. Водночас фторхінолони (ципрофлоксацин, левофлоксацин) та аміноглікозиди (тобраміцин) демонструють відносно вищу антимікробну активність відносно зазначених отопатогенів (таблиця 3), що визначає їх перспективність використання у терапії інфекцій, асоційованих із даними збудниками.

Окрім отопатогенів бактеріальної етіології, як асоційована мікрофлора у 12,68% випадків були виділені *Candida spp.* (таблиця 1), що обґрунтовує необхідність оцінки їх чутливості до антимікотичних препаратів. Результати дослідження профілю антимікотикочутливості показали, що 35,3% штамів *Candida spp.* були резистентними до клотримазолу, 41,2% – до флуконазолу, 47,1% – до ітраконазолу, 70,6% – до міконазолу, 88,2% – до ністатину та 17,6% – воріконазолу.

В одному з найперших експериментальних досліджень взаємодії *C. albicans* та *S. aureus* було при-

пущено, що секретовані продукти грибовою мікрофлорою можуть бути причиною посиленого росту *S. aureus* на тлі коінфекції. Адже, окрім фізичних взаємодій, що опосередковані здатністю *S. aureus* прилипати до псевдоміцелію *C. albicans*, секретовані *Candida spp.* ефектори – молекули QS та дрібні метаболіти приймають участь у міжвидовій комунікації, формують підвищену толерантність до лікарських препаратів [13, 14].

Враховуючи профіль резистентності клінічних ізолятів *Candida spp.* та їх асоціативне виявлення зі *S. aureus*, під час розробки алгоритму комбінованого бактеріально-грибового лікування необхідно враховувати мікробний спектр, міжмікробні взаємодії та можливий синергічний ефект застосування антимікробних препаратів.

Сучасні національні та міжнародні настанови [15, 16] щодо лікування отитів переважно орієнтовані на інфекції бактеріальної етіології та не враховують повною мірою полімікробний характер їх перебігу, зокрема грибово-бактеріальні асоціації. Це може обмежувати ефективність стандартних терапевтичних підходів у випадках змішаних інфекційних процесів і обґрунтовує необхідність застосування культуральних методів діагностики з видовою ідентифікацією етіологічних чинників та визначенням їх чутливості до антибактеріальних і антимікотичних препаратів. Вибір терапевтичної стратегії має базуватися на локальних профілях резистентності отопатогенів і враховувати можливість формування біоплівки за умови полімікробної етіології.

Висновки.

1. Встановлена висока частота (73,0% випадків) виявлення полімікробних асоціацій при отитах, серед яких двокомпонентні асоціації були виявлені у 41,3% випадків, трьохкомпонентні – у 23,8%, чотирикомпонентні – у 7,9%.

2. Типовими отопатогенами (n=134) були грам-позитивні кокоподібні бактерії (59,7%) – *S. aureus*, *S. pyogenes*, *S. haemolyticus*; грамнегативні паличкоподібні бактерії (27,6%) – *H. influenza*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *E. coli*, *M. catarrhalis* та дріжджоподібні гриби роду *Candida* (12,7%).

3. Серед грам-позитивних отопатогенів високий рівень резистентності до антимікробних препаратів виявлений у клінічних ізолятів *S. aureus*, які демонстрували високий рівень резистентності до антибактеріальних препаратів групи макролідів, аміноглікозидів (амікакацину), глікопептидів, цефалоспоринів III покоління та лінкозамідів. Серед грамнегативних отопатогенів високий рівень мультирезистентності до антибактеріальних препаратів був виявлений серед *E. coli*, *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa*.

4. Клінічні ізоляти *Candida spp.*, які виступали у 100% випадків асоціантами *S. aureus* проявляли високий рівень резистентності до ністатину (82%) та міко-

назолу (70,6%), помірний – до ітраконазолу (47,1%), флуконазолу (41,2%).

5. З огляду на полімікробний характер гнійно-запального процесу та варіабельність профілів резистентності, підвищення ефективності лікування отитів потребує застосування етіологічно орієнтованої діагностики з визначенням чутливості збудників та призначенням персоналізованої комбінованої терапії з

урахуванням міжмікробних взаємодій і здатності до біоплівкоутворення, що підвищить ефективність лікування та зменшить ризики формування ускладнень.

Перспективи подальших досліджень.

Подальший напрям наукового дослідження може бути зосереджений на поглибленому вивченні рівня чутливості отопатогенів до місцевих антисептичних засобів або комбінованої терапії з застосуванням бактеріофагів.

Література

- Hameed AK, Kareem AS, Khudhur HR. Bacteriological study and antibiotic susceptibility of some bacterial isolates among otitis media patients in Al-Muthanna Province, Iraq. *Med J Babylon*. 2024;21(3):686-690. DOI: https://doi.org/10.4103/mjbl.mjbl_1507_23
- Shangali A, Kamori D, Kibwana U, Massawe W, Masoud S, Mwingwa AG, et al. Aetiology of ear infection and antimicrobial susceptibility pattern among patients attending otorhinolaryngology clinic at a tertiary hospital in Dar es Salaam, Tanzania: a hospital-based cross-sectional study. *BMJ Open*. 2023;13:e068359. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-068359>
- Taha AB. Bacteriological profile, antibiotic susceptibility, and biofilm formation in children with chronic suppurative otitis media. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2025;188:112208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2024.112208>
- Sanchez Arlegui A, del Arco Rodriguez J, De Velasco Vazquez X, Gallego Rodrigo M, Gangotti I, Mintegi S. Bacterial pathogens and antimicrobial resistance in acute otitis media. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2024;100(3):173-179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2023.12.013>
- Kovalchuk V, Kondratiuk V, McGann P, Jones BT, Fomina N, Nazarchuk O, et al. Temporal evolution of bacterial species and their antimicrobial resistance characteristics in wound infections of war-related injuries in Ukraine from 2014 to 2023. *J Hosp Infect*. 2024;152:99-104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.06.011>
- European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Procedure for optimizing disk contents (potencies) for disk diffusion testing of antimicrobial agents using harmonized CLSI and EUCAST criteria. Växjö: EUCAST SOP 11.0; 2020. Available from: <https://www.eucast.org/eucastsops>
- Leber AL, editor. *Clinical Microbiology Procedures Handbook*. Washington, DC: American Society for Microbiology; 2016. Chapter, Guidelines for biochemical identification of aerobic bacteria; p. 3.16.1-3.16.5.
- Kravets N, Malinowska L, Romanyuk L. Utilizing the dominance index to evaluate microbial contamination on pharmacy room displays. *Health Prob Civil*. 2024;18(4):474-480. DOI: <https://doi.org/10.5114/hpc.2024.135844>
- Kean R, Rajendran R, Haggarty J, Townsend EM, Short B, Burgess KE, et al. *Candida albicans* mycofilms support *Staphylococcus aureus* colonization and enhance miconazole resistance in dual-species interactions. *Front Microbiol*. 2017;8:258. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00258>
- Peters BM, Jabra-Rizk MA, Scheper MA, Leid JG, Costerton JW, Shirliff ME. Microbial interactions and differential protein expression in *Staphylococcus aureus*-*Candida albicans* dual-species biofilms. *FEMS Immunol Med Microbiol*. 2010;59(3):493-503. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2010.00710.x>
- Kong EF, Tsui C, Kucharíková S, Andes D, Van Dijck P, Jabra-Rizk MA. Commensal protection of *Staphylococcus aureus* against antimicrobials by *Candida albicans* biofilm matrix. *mBio*. 2016;7(5):e01365-16. DOI: <https://doi.org/10.1128/mbio.01365-16>
- Isramilda, Sahreny S. The impact of the middle ear microbiota on otitis media outcomes: A meta-analysis of longitudinal studies. *Sriwijaya Journal of Otorhinolaryngology*. 2025;3(1). DOI: <https://doi.org/10.59345/sjorl.v2i2.156>
- Carolus H, Van Dyck K, Van Dijck P. *Candida albicans* and *Staphylococcus* species: A threatening twosome. *Front Microbiol*. 2019;10:2162. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02162>
- Hu Y, Niu Y, Ye X, Zhu C, Tong T, Zhou Y, et al. *Staphylococcus aureus* synergized with *Candida albicans* to increase the pathogenesis and drug resistance in cutaneous abscess and peritonitis murine models. *Pathogens*. 2021;10(8):1036. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens10081036>
- MOZ Ukrainy. Nاستanova 00849. Hostryi serednii otyt u doroslykh. Kyiv: MOZ Ukrainy; 2013. 3 s. Dostupno: <https://guidelines.moz.gov.ua/documents/3624> [in Ukrainian].
- Tunkel DE, Bauer CA, Sun GH, Rosenfeld RM, Chandrasekhar SS, Cunningham ER, et al. Clinical practice guideline: Tinnitus. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2014;151(2):1-40. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599814545325>

МІКРОБНИЙ СПЕКТР ТА ЧУТЛИВІСТЬ ДО АНТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ОТОПАТОГЕНІВ ВИДІЛЕНИХ ВІД ПАЦІЄНТІВ З ОТИТАМИ

Івахнюк Т. В., Сміянов В. А., Сміянова О. І., Штайнбергер Р. М., Піхтірєва А. В., Макаренко О. М., Голубнича В. М.

Резюме. Отити є поширеними гнійно-запальними захворюваннями, які характеризуються різноманітним спектром мікробіоти та зміною чутливості до антимікробних препаратів. Дане дослідження проведене на базі бактеріологічної лабораторії Сумського державного університету.

Метою дослідження було визначити видовий склад збудників середнього та зовнішнього отиту, їх антибіотикорезистентність. Об'єктом дослідження були клінічні ізоляти мікроорганізмів, виділені з матеріалу пацієнтів із середнім та зовнішнім отитом.

Методи – клінічний, культуральний та статистичний. Встановлена висока частота (73,0% випадків) виявлення полімікробних асоціацій при отитах: двокомпонентні мікробні асоціації виявлено у 41,3% випадках, трьохкомпонентні – у 23,8%, чотирьохкомпонентні – у 7,9%. Типовими отопатогенами були грамположитивні кокоподібні бактерії (59,7%), грамнегативні паличкоподібні бактерії (27,6%) та дріжджоподібні гриби роду *Candida* (12,7%). Дане дослідження продемонструвало варіабельний рівень резистентності отопатогенів до антимікробних препаратів, який залежав видового спектру мікробіоти. Серед грамполозитивних отопатогенів високий рівень резистентності до антимікробних препаратів виявлений у клінічних ізолятів *S. aureus*, які проявляли резистентність до антибактеріальних препаратів групи макролідів, аміноглікозидів (амікацину), глікопептидів, цефалоспоринів III покоління та лінкозамідів. Серед грамнегативних отопатогенів високий рівень мультирезистентності до антибактеріальних препаратів був виявлений у *E. coli*, *K. pneumoniae* та *P. aeruginosa*. Клінічні ізоляти *Candida spp.*, які виспупали у 100% випадків асоціантами *S. aureus* проявляли високий рівень резистентності до ністатину (82 %) та міконазолу (70,6 %). Отримані дані вказують на домінування полімікроб-

ного характеру гнійно-запальних процесів на тлі отитів та варіабельні профілі резистентності отопатогенів, що вказує на необхідність етіологічно орієнтованої діагностики та персоналізованої терапії.

Ключові слова: отити, мікрофлора, полімікробні асоціації, антимікробна резистентність.

MICROBIAL SPECTRUM AND ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY OF OTOPATHOGENS ISOLATED FROM PATIENTS WITH OTITIS

**Ivakhniuk T. V., Smiianov V. A., Smiianova O. I., Shtainberher R. M.,
Pikhtirova A. V., Makarenko O. M., Holubnycha V. M.**

Abstract. Otitis are common purulent-inflammatory diseases characterized by a diverse spectrum of microorganisms and varying susceptibility to antimicrobial agents. This study was conducted at the bacteriological laboratory of Sumy State University.

The aim of the study was to determine the species composition of pathogens causing otitis media and otitis externa, as well as their antibiotic resistance. The study subjects were clinical isolates of microorganisms obtained from patients with otitis media and otitis externa.

Methods: clinical, culture-based, and statistical. A high frequency (73.0% of cases) of polymicrobial associations was found in otitis: two-component microbial associations were detected in 41.3% of cases, three-component in 23.8%, and four-component in 7.9%. Typical otopathogens were Gram-positive cocci (59.7%), Gram-negative rods (27.6%), and yeast-like fungi of the genus *Candida* (12.7%). This study demonstrated variable levels of resistance of otopathogens to antimicrobial agents, which depended on the species composition of the microbiota. Among Gram-positive otopathogens, a high level of resistance to antimicrobial agents was detected in clinical isolates of *S. aureus*, which exhibited resistance to antibacterial agents of the macrolide group, aminoglycosides (amikacin), glycopeptides, third-generation cephalosporins, and lincosamides. Among Gram-positive otopathogens, high levels of antimicrobial resistance were detected in clinical isolates of *S. aureus*, which exhibited resistance to macrolides, aminoglycosides (amikacin), glycopeptides, third-generation cephalosporins, and lincosamides. Among Gram-negative otopathogens, a high level of multidrug resistance to antibacterial agents was detected in *E. coli*, *K. pneumoniae*, and *P. aeruginosa*. Clinical isolates of *Candida spp.*, which were associated with *S. aureus* in 100% of cases, exhibited a high level of resistance to nystatin (82%) and miconazole (70.6%). The data obtained indicate the predominance of polymicrobial purulent-inflammatory processes in the context of otitis and variable resistance profiles of otopathogens, pointing to the need for etiologically oriented diagnosis and personalized therapy.

Key words: otitis, microflora, polymicrobial associations, antimicrobial resistance.

ORCID автора та його внесок до статті:

Ivakhniuk T. V.: <https://orcid.org/0000-0001-5851-2218>^{ABDCEF}
 Smiianov V. A.: <https://orcid.org/0000-0002-4240-5968>^{ABEF}
 Smiianova O. I.: <https://orcid.org/0000-0001-5823-924X>^{BCDE}
 Shtainberher R. M.: <https://orcid.org/0000-0003-2700-5832>^{BCDE}
 Pikhtirova A. V.: <https://orcid.org/0000-0003-3106-8828>^{BCDEF}
 Makarenko O. M.: <https://orcid.org/0000-0002-6892-2314>^{DE}
 Holubnycha V. M.: <https://orcid.org/0000-0002-1241-2550>^{ABE}

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Івахнюк Тетяна Василівна
 Сумський державний університет
 Україна, 40000, м. Суми, вул. Санаторна 1
 Тел.: 0502078873
 E-mail: t.ivakhnjuk@med.sumdu.edu.ua

А – концепція роботи та дизайн, В – збір та аналіз даних, С – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє необмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Стаття надійшла 23.01.2026 року
 Стаття прийнята до друку 05.05.2026 року
 Опубліковано 27.05.2026 року