

Н. Я. Кравець
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО МОЗ УКРАЇНИ
ORCID: 0000-0002-7593-1753

ВПЛИВ КУРІННЯ НА СТРУКТУРУ МІКРОБІОТИ ПІДНЕБІННИХ МИГДАЛИКІВ У ПАЦІЄНТІВ З ГОСТРИМ ТОНЗИЛІТОМ

Вступ. Гострий тонзиліт залишається однією з найпоширеніших патологій дихальної системи, а куріння – важливим фактором ризику його розвитку та хронізації, який не лише пригнічує місцевий імунітет, а й створює умови для порушення колонізаційної резистентності слизової оболонки.

Метою дослідження було проведення порівняльного аналізу мікробіому мигдаликів у пацієнтів із гострим тонзилітом залежно від статусу куріння.

Методи дослідження. Загалом було обстежено 54 особи (вік $25,97 \pm 7,71$ років) із симптомами гострого тонзиліту. Пацієнтів за результатами анкетування розподілено на дві групи: Група 1 – 26 осіб (курців), Група 2 – 28 осіб (некурців). Для визначення етіології захворювання використовували бактеріологічне дослідження. Для порівняння груп застосовували U-критерій Манна-Уїтні (для кількісних даних) та точний тест Фішера (для категоріальних змінних). Для оцінки подібності індивідуальних мікробних профілів використано ієрархічний кластерний аналіз.

Результати й обговорення. За результатами дослідження β -гемолітичні стрептококи виявлено у 4 пацієнтів (15,4 %) у Групі 1 (курці) та у 6 пацієнтів (21,4 %) у Групі 2 (некурці). Частка α -гемолітичних стрептококів становила 31,6 % усіх виділених штамів у Групі 1 та 29,3 % – у Групі 2. Іншими численними представниками мікробіоти в обох групах були *Neisseria spp.* (19,7 % та 14,6 % відповідно) та *Corynebacterium spp.* (9,2 % та 20,0 % відповідно). Для більшості мікроорганізмів статистично значущих відмінностей між групами не виявлено ($p > 0,05$), винятком були *Corynebacterium spp.*, де спостерігалась достовірна різниця як за індексом сталості та за рівнем колонізації ($p < 0,05$). Високі значення кофенетичної кореляції для обох груп (Група 1 = 0,87; Група 2 = 0,83) свідчать про добру відповідність дендрограм реальній структурі даних.

Висновки. Отримані результати демонструють, що мікробіота мигдаликів у пацієнтів із гострим тонзилітом характеризується видовим різноманіттям у обох досліджуваних групах. Встановлено, що статус куріння не призводить до радикальної зміни видового складу мікробіоти, проте асоціюється із специфічними структурними зрушеннями, що потребує подальших досліджень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: бактеріологічний аналіз; тонзиліт; мікробіота ротоглотки; паління; кластерний аналіз.

ВСТУП. Тонзиліт залишається однією з найпоширеніших інфекцій верхніх дихальних шляхів у світі. Незважаючи на універсальність захворювання, його патогенез і мікробіологічні особливості залишаються предметом активного вивчення, особливо з огляду на вплив зовнішніх факторів, серед яких куріння є одним із найважливіших [1,2]. Мигдалики, будучи ключовим компонентом імунної системи ротоглотки та носоглотки, виконують функцію першого бар'єру на шляху вдихуваних патогенів. Однак їхня захисна роль може бути суттєво компрометована під впливом тютюнового диму. Доведено, що токсини та канцерогенні речовини, такі як акролеїн, призводять до висушування слизової оболонки, пригнічують локальний імунітет та пошкоджують війчастий епітелій [3,4]. Ці зміни створюють умови

для порушення цілісності епітелію, фіброзу строми та формування дефектів, що полегшують адгезію та інвазію патогенних мікроорганізмів [1].

Крім прямого токсичного впливу на тканини, куріння викликає значні зміни в мікробіоті ротоглотки – стан, відомий як дисбіоз. Дослідження останніх років демонструють, що мікробіота утворює складну екосистему, яка безпосередньо впливає на місцевий імунний гомеостаз [5]. Мікробний профіль курців характеризується зниженням різноманітності, зменшенням кількості коменсальних видів з антагоністичною активністю та одночасним збільшенням частки про-запальних патогенів [6]. Встановлено, що куріння викликає дисбіоз, який характеризується збільшенням представників родів *Streptococcus* та *Atopobium* [7]. За результатами систематичного огляду, куріння та

© Н. Я. Кравець, 2025

бездимний тютюн впливають на мікробну спільноту ротової порожнини, викликаючи зсув до анаеробного середовища та порушуючи метаболічні шляхи бактерій [8]. Вейпінг, зокрема, також призводить до значних змін у мікробіомі, подібних до традиційного куріння, через вплив важких металів, альдегідів та ароматизаторів [9].

Однак, незважаючи на численні дані про загальний негативний вплив куріння, диференційований аналіз мікробного спектра мигдаликів у курців і некурців із гострим тонзилітом потребує подальшого вивчення.

Метою цього дослідження було провести порівняльний аналіз мікробіому мигдаликів у пацієнтів із гострим тонзилітом залежно від статусу куріння.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ Загалом було обстежено 54 особи (вік $25,97 \pm 7,71$ років) з симптомами гострого тонзиліту, які проходили лікування у лікарів первинної ланки. Серед них було 25 чоловіків (46,3 %) та 29 жінок (53,7 %). Критеріями відбору були: підвищена температура тіла, біль у горлі, а також наявність супутніх симптомів (чихання, кашель, нежить). Діагноз «Тонзиліт» встановлювали відповідно до Уніфікованого клінічного протоколу медичної допомоги [10]. Критеріями виключення були: хронічний або рецидивуючий тонзиліт, імунодефіцити (в т.ч. ВІЛ), онкопатологія, автоімунні, психічні, тяжкі супутні захворювання, вагітність/лактація, алергія на антибіотики, резистентність до базової терапії, недавні хірургічні втручання або системна терапія глюкокортикоїдами, а також відмова від участі. Дослідження проводили з дотриманням принципів Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицини, Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації, Наказу МОЗ України №690 від 23.09.2009 р. та вимог Комітету з біоетики Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України (№. 81, 03.04. 2025) [11]. Усі пацієнти надали інформовану згоду на участь у дослідженні. На підставі анкетування пацієнтів були сформовані дві групи: Група 1 (n=26) – курці(особи, які палять); Група 2 (n=28) – некурці (особи, які не палять). Матеріалом дослідження були мазки з ротоглотки, відібрані стерильними тампонами. Мазки збирали вранці та транспортували до лабораторії протягом 2 годин за температури $+18...+22$ °С. Культивування проводили на кров'яному агарі (5 % еритроцитів вівці, «Sanimed-M», Харків),

жовтковому сольовому агарі («Фармактив», Київ), середовищі Ендо «Фармактив», Київ) та агарі Сабуро («Фармактив», Київ). Чашки інкубували при 37 °С протягом 24–48 годин. Ідентифікацію мікроорганізмів проводили на основі морфологічних, тинкторіальних, культуральних та біохімічних властивостей з використанням стандартних методів [12–14]. Кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) на 1 мл визначали для кількісного аналізу мікробіоти ротоглотки. Результати виражали у вигляді десятикового логарифму (lg КУО/мл) [14]. Статистичний аналіз проводили з використанням MS Excel 2010 (Microsoft Office 2010, США) та онлайн-сервісів Statistics Kingdom (Statistics Kingdom, Australia) та Social Science Statistics (Social Science Statistics, Washington, Virginia, USA). Кількісні дані подані як $M \pm SD$, де M – середнє значення, а SD – стандартне відхилення, категоріальні – у вигляді відсотків. Індекс сталості (C , %) визначали за формулою:

$$C = p \cdot 100 \div P, \quad (1)$$

де C – індекс сталості, виражений у відсотках, p – кількість зразків, у яких було виявлено досліджуваний вид, а P – загальна кількість проаналізованих зразків. Для інтерпретації результатів використовували шкалу: види з індексом сталості більше 50 % вважали постійними, поширеними – від 20 % до 50 %, рідкісними – 1–19 % та незвичайними – менше 1 %. Нормальність розподілу перевіряли за допомогою тесту Шапіро-Уїлка. Для порівняння груп використовували U-критерій Манна-Уїтні (для кількісних даних) та точний тест Фішера (для категоріальних змінних). Довірчі інтервали розраховані з використанням методу Wilson score interval у програмі Statistics Kingdom. Для оцінки подібності між індивідуальними мікробними профілями застосовано ієрархічний кластерний аналіз у програмному середовищі PAST 4.03 (Shyvind Hammer, University of Oslo, Norway). Кластеризацію проводили окремо для кожної групи. Як міру відстані використано Евклідову відстань, для формування кластерів – метод найближчого сусіда (single linkage). Стійкість дендрограми оцінювали за допомогою коефіцієнта кофенетичної кореляції. Рівень статистичної значущості встановлено при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Мікробіологічне дослідження зразків, відібраних від пацієнтів з гострим тонзилітом, виявило спектр мікроорганізмів. Клінічно важливим

результатом є виявлення β -гемолітичних стрептококів: у Групі 1 (курці) вони були виявлені у 4 пацієнтів (15,4 %), тоді як у Групі 2 (некурці) – у 6 пацієнтів (21,4 %). Окрім того, у складі мікробіоти були ідентифіковані як грам-позитивні, так і грам-негативні бактерії, а також гриби роду *Candida*. До групи грам-позитивних бактерій належали: α -, β - та γ -гемолітичні стрептококи, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium* spp., *Rothia* spp. та коагулазо-негативні стафілококи. До групи грам-негативних бактерій віднесені: *Neisseria* spp., *Klebsiella pneumoniae*, *Moraxella* spp., *Haemophilus* spp. та *Enterobacter* spp.

Для оцінки структури мікробіоти було проаналізовано 76 ізолятів від пацієнтів Групи 1 (курці, $n = 26$) та 76 ізолятів від пацієнтів Групи 2 (некурці, $n = 28$) (табл. 1). Відносна чисельність основних мікроорганізмів наочно представлена на рис. 1. Так у Групі 1 (курці) на α -гемолітичні стрептококи припадало 31,6 % від загальної кількості виділених штамів, тоді як у Групі 2 (некурці) – 29,3 %. Іншими численними представниками мікробіоти в обох групах були *Neisseria* spp. (19,7 % та 14,6 % відповідно) та *Corynebacterium* spp. (9,2 % та 20,0 % відповідно), причому останні демонстрували помітно більшу частоту в групі некурців.

Для глибшого аналізу структури мікробіоти було розраховано індекс сталості (C , %) для кожного ізоляту (табл. 1).

У Групі 1 (курці) до постійних представників мікробіоти належали α -гемолітичні стрептококи ($C = 92,3$ %). До поширених відносилися *Neisseria* spp. ($C = 57,7$ %), *S. aureus* ($C = 26,9$ %) та *Corynebacterium* spp. ($C = 26,9$ %). Решта видів демонстрували рідкісне або незвичайне поширення. У Групі 2 (некурці) до постійних представників також належали α -гемолітичні стрептококи ($C = 78,5$ %), а також, на відміну від першої групи, *Corynebacterium* spp. ($C = 53,5$ %). До поширених видів у цій групі входили *Neisseria* spp. ($C = 39,3$ %), тоді як решта були рідкісними або незвичайними. Статистичний аналіз (p -value для довірчих інтервалів індексу сталості) виявив відмінність лише для роду *Corynebacterium* spp. ($p < 0,05$). Для інших мікроорганізмів достовірних відмінностей не виявлено ($p > 0,05$). Це свідчить про те, що паління може специфічно впливати на частоту окремих видів мікроорганізмів у складі мікробіоти мигдалин.

Наступним етапом було проведено оцінку рівня мікробного навантаження (КУО/мл) для ключових мікроорганізмів у двох досліджуваних групах. Як видно з даних Таблиці

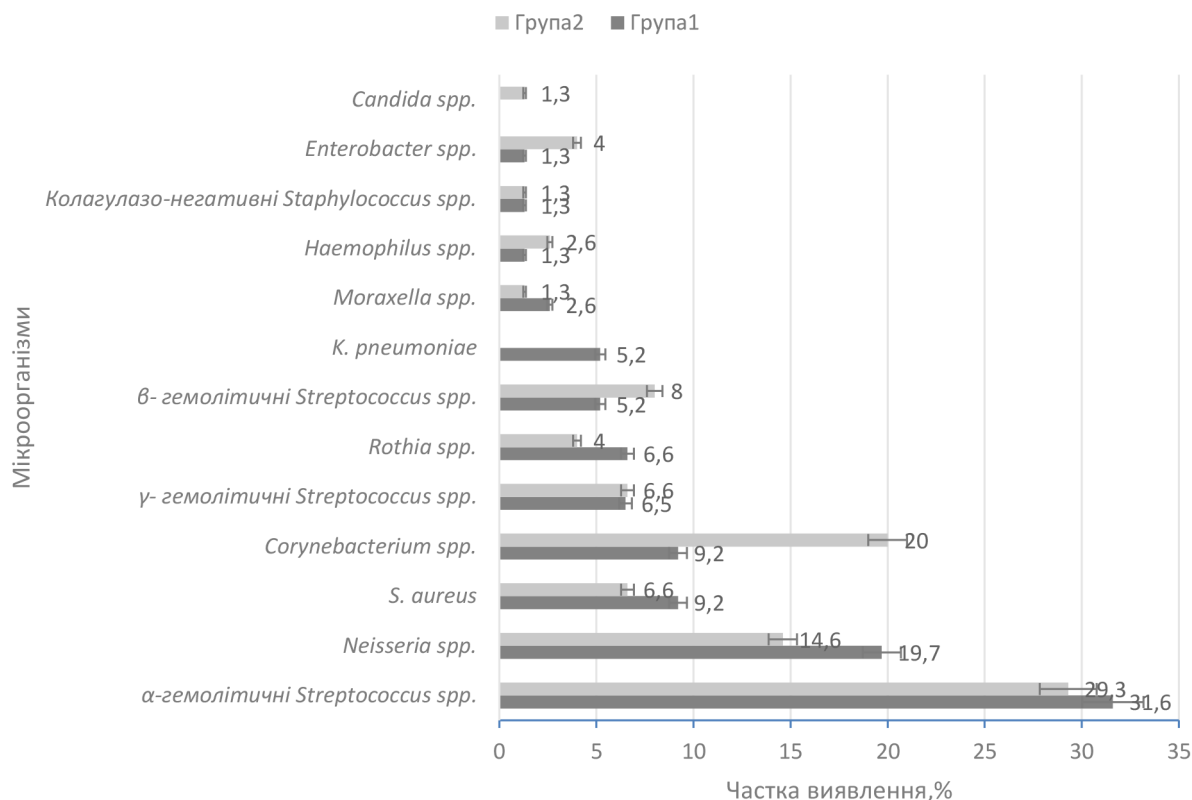


Рис. 1. Відносна чисельність основних мікроорганізмів, виділених від пацієнтів з гострим тонзилітом

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз мікроорганізмів, виділених від пацієнтів з гострим тонзилітом, залежно від статусу куріння

Мікроорганізм	Група 1 (С, %)	ДІ (95 %)	Група 2 (С, %)	ДІ (95 %)	p-value для ДІ
α-гемолітичні <i>Streptococcus</i> spp.	92,3	[0,76, 0,98]	78,5	[0,6, 0,9]	0,2531
<i>Neisseria</i> spp.	57,7	[0,39, 0,74]	39,3	[0,24, 0,58]	0,275
<i>S. aureus</i>	26,9	[0,14, 0,46]	17,8	[0,079, 0,36]	0,520
<i>Corynebacterium</i> spp.	26,9	[0,14, 0,46]	53,5	[0,36, 0,7]	0,041
γ-гемолітичні <i>Streptococcus</i> spp.	19,2	[0,085, 0,38]	17,8	[0,079, 0,36]	1,00
<i>Rothia</i> spp.	19,2	[0,085, 0,38]	10,7	[0,037, 0,27]	0,460
β-гемолітичні <i>Streptococcus</i> spp.	15,3	[0,061, 0,34]	21,4	[0,1, 0,4]	0,729
<i>K. pneumoniae</i>	15,3	[0,061, 0,34]	–	–	–
<i>Moraxella</i> spp.	7,6	[0,021, 0,24]	3,5	[0,0063, 0,18]	0,603
<i>Haemophilus</i> spp.	3,8	[0,0068, 0,19]	7,1	[0,02, 0,23]	1,00
Коагулазо-негативні <i>Staphylococcus</i> spp.	3,8	[0,0068, 0,19]	3,5	[0,0063, 0,18]	1,00
<i>Enterobacter</i> spp.	3,8	[0,0068, 0,19]	10,7	[0,037, 0,27]	0,611
<i>Candida</i> spp.	0	–	3,5	[0,0063, 0,18]	–

Таблиця 2 – Порівняльна оцінка рівня мікробного навантаження двох груп пацієнтів з гострим тонзиліто

Мікроорганізми / Групи пацієнтів	Група 1 (n = 26)	Група 2 (n = 28)	Статистична значущість (p-value)	
	КУО/мл [M ± SD]		U-критерій Манна-Уїтні	Точний тест Фішера (для кінично важливих штамів)
β-гемолітичні <i>Streptococcus</i> spp.	1,07 ± 1,99	0,71 ± 1,73	0,4819	0,4945
α-гемолітичні <i>Streptococcus</i> spp.	5,15 ± 1,85	4,96 ± 2,32	0,950	
γ-гемолітичні <i>Streptococcus</i> spp.	1,00 ± 2,03	0,85 ± 1,94	0,818	
<i>Neisseria</i> spp.	1,5 ± 1,98	2,21 ± 2,026	0,277	
<i>Corynebacterium</i> spp.	0,57 ± 1,27	1,07 ± 1,08	0,043	
<i>Haemophilus</i> spp.	0,15 ± 0,52	0,10 ± 0,54	0,499	
<i>Candida</i> spp.	0,16 ± 0,76	0	–	
<i>S. aureus</i>	0,42 ± 0,94	0,67 ± 1,28	0,550	0,7471
Коагулазо негативні <i>Staphylococcus</i> spp.	0,03 ± 0,18	0,14 ± 0,72	0,957	
<i>Moraxella</i> spp.	0,15 ± 0,75	0,14 ± 0,50	0,64	
<i>Rothia</i> spp.	0,23 ± 0,62	0,32 ± 0,69	0,555	
<i>K. pneumoniae</i>	0	0,67 ± 1,50	–	
<i>Enterobacter</i> spp.	0,23 ± 0,62	0,07 ± 0,11	0,276	

2, для більшості видів не виявлено статистично значущих відмінностей у рівні колонізації між групами ($p > 0,05$), що підтверджується результатами U-критерію Манна-Уїтні.

Зокрема, не виявлено достовірної різниці для таких клінічно важливих мікроорганізмів, як β-гемолітичні стрептококи ($p = 0,4819$) та *S. aureus* ($p = 0,550$). Показник рівня колонізації бактерій роду *Corynebacterium* spp. у Групі 1 ($0,57 \pm 1,27 \log \text{КУО/мл}$) порівняно з Групою 2 ($1,07 \pm 1,08 \log \text{КУО/мл}$), продемонстрував достовірну різницю ($p < 0,05$).

Для оцінки загальної схожості між мікробними співтовариствами різних пацієнтів було виконано кластерний аналіз, результати якого представлені у вигляді дендрограм (рис. 2).

Високі значення коефіцієнту кофенетичної кореляції для обох груп (Група 1 = 0,87;

Група 2 = 0,83) свідчать про дуже хорошу відповідність отриманих дендрограм реальній структурі даних. Це означає, що отримана кластеризація надійно відображає подібність та відмінності між індивідуальними мікробними профілями пацієнтів всередині кожної групи. Висока якість кластеризації дозволяє з впевненістю констатувати, що між пацієнтами всередині кожної групи існують чіткі патерни формування мікробіоти, які були достовірно виявлені застосованим методом.

Результати нашого дослідження демонструють, що паління не призводить до радикальної зміни видового складу мікробіоти мигдаликів у пацієнтів з гострим тонзилітом, але воно пов'язане зі специфічними зсувами в її структурі. Отримана нами

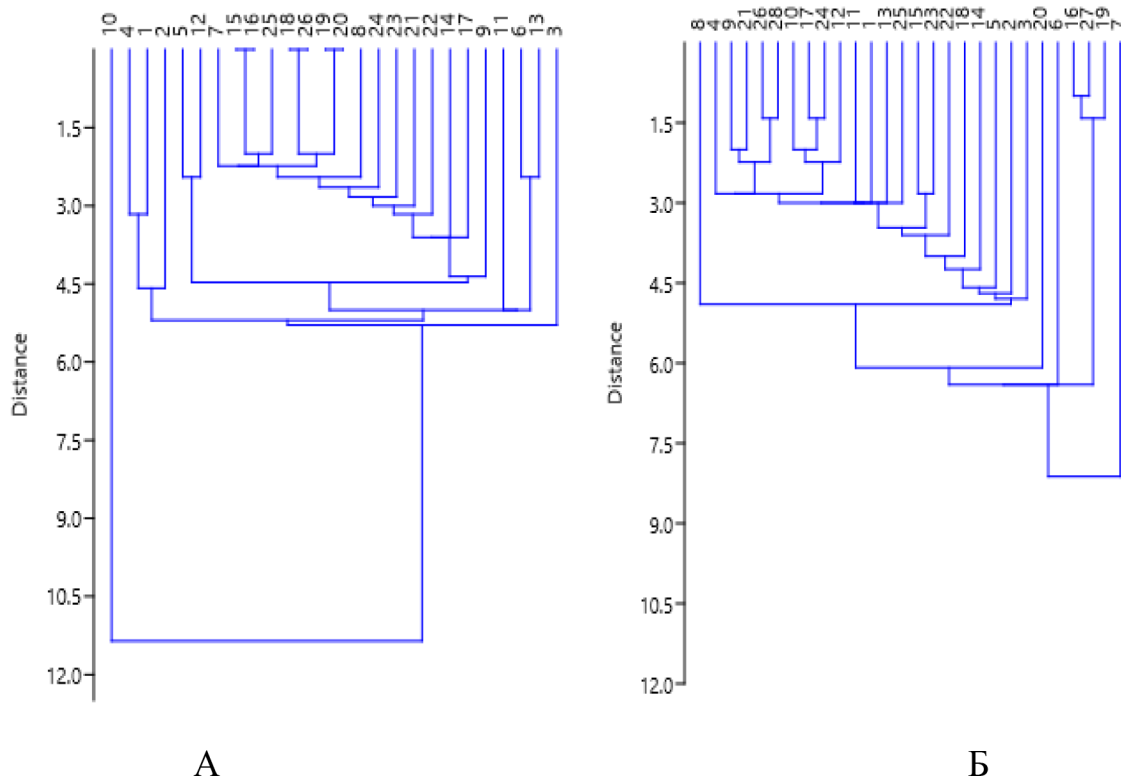


Рис. 2. Кластерний аналіз подібності індивідуальних мікробних профілів
А – Група 1 ($n = 26$): пацієнти, які палять; Б – Група 2 ($n = 28$): пацієнти, які не палять

менша частота виявлення β -гемолітичних стрептококів у курців (15,4 %) проти 21,4 % у некурців) та відсутність статистично значущої різниці у сталості мікробного профілю ($p > 0,05$) можуть вказувати на те, що змінена під впливом тютюну мікробіота зберігає свою екологічну функцію чинення опору колонізації. Цей ефект узгоджується з припущенням Bach та колег (2023) про те, що мікробіота курців характеризується стабільними, хоча й дисбіотичними, станами [15]. Іншим важливим показником впливу виступив рід *Corynebacterium*. Аналіз як відносної чисельності в мікробному співтоваристві, так і індексу сталості серед пацієнтів виявив чітку тенденцію до його меншого представництва у курців. Так, відносна чисельність *Corynebacterium* spp. у групі курців була більш ніж удвічі нижчою (9,2 %), ніж у некурців (20,0 %). Ця картина підтверджується на рівні індексу сталості: у групі некурців коринебактерії належали до постійних резидентів ($C = 53,5$ %), тоді як у групі курців їх статус знизився до поширеного ($C = 26,9$ %). Ця різниця за частотою виявилася статистично значущою як за індексом сталості, так і за рівнем колонізації ($p < 0,05$). Послідовність результатів, отриманих двома різними методами, підтверджує роль *Corynebacterium*

як представника здорового мікробіому, чия присутність має тенденцію до пригнічення під впливом тютюну [8]. Висока якість класифікації (коефіцієнти 0,87 та 0,83) підтверджує наявність чітких внутрішньогрупових патернів, але окремі дендрограми не виявили глибоких міжгрупових відмінностей. Це підкріплює висновок, що вплив паління може проявлятися не в повній зміні складу, а в тонкому перерозподілі відносної чисельності вже присутніх видів [7, 8]. Таким чином, стан паління асоціюється з певними структурними зрушеннями в мікробіоті мигдаликів, зокрема зі зменшенням частоти виявлення ключового патогена та зниженням частки комменсальних видів, що може мати значення для розуміння особливостей перебігу та рецидивування інфекцій.

ВИСНОВКИ. На основі проведеного дослідження встановлено, що мікробіота мигдаликів у пацієнтів з гострим тонзилітом характеризується видовим різноманіттям, де домінуючою групою в обох досліджуваних групах є α -гемолітичні стрептококи. Було виявлено, що статус куріння не призводить до радикальної зміни видового складу мікробіоти, однак асоціюється зі специфічними структурними зрушеннями. Зокрема,

серед курців виявлено меншу частоту виявлення β -гемолітичних стрептококів, що може свідчити про формування стійкішої до колонізації патогенами мікробної екосистеми під впливом тютюну. Водночас, значно нижча чисельність представників роду *Corynebacterium* у курців підтверджує його роль як показника здорового мікробіому. Отримані дані щодо високої якості кластеризації підтверджують наявність чітких індивідуальних мікробних профілів, але вказують на те, що вплив паління проявляється переважно на рівні відносної чисельності вже наявних видів. Це свідчить про доцільність врахування статусу куріння пацієнта для більш глибокого розуміння особливостей перебігу захворювання.

ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО КОНФЛІКТУ ІНТЕРЕСІВ: конфлікт інтересів відсутній.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ: дане дослідження не отримало фінансування від установ у публічному, комерційному або некомерційному секторах. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження, у зборі, аналізі чи інтерпретації даних, у написанні рукопису або в ухваленні рішення про публікацію результатів.

ВНЕСОК АВТОРА: автором здійснено: концептуалізацію; розроблення методології; валідацію; формальний аналіз; написання початкового варіанту тексту; редагування та доопрацювання тексту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Torre V., Bucolo S., Giordano C. et al. Palatine tonsils in smoker and non-smoker patients: a pilot clinicopathological and ultrastructural study. *J Oral Pathol Med.* 2005. Vol. 34. P. 390–396.
2. Cinamon U., Goldfarb A., Marom T. The impact of tobacco smoking upon chronic/recurrent tonsillitis and post tonsillectomy bleeding. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2017. Vol. 21. P. 165–170.
3. Rad M., Kakoie S., Niliye Brojeni F. et al. Effect of long-term smoking on whole-mouth salivary flow rate and oral health. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2010. Vol. 4. P. 110–114.
4. Pang B., Doster J., Zhang X. et al. Cigarette smoke exacerbates *P. aeruginosa* infection by suppressing the ciliary beating and epithelial integrity of bronchial epithelium. *Toxicol Sci.* 2017. Vol. 159. P. 153–161.
5. Chen Y., Xiao L., Zhou M. et al. The microbiota: a crucial mediator in gut homeostasis and colonization resistance. *Front. Microbiol.* 2024. Vol. 15. P. 1417864.
6. Hattan A. A., Hattan E. A., Alqahtani A. M. et al. Impact of tobacco smoking on oral microbiota – a case-control study. *Med. perspekt.* 2018. Vol. 23(3). P. 13–20.
7. Wu J., Peters B., Dominianni C. et al. Cigarette smoking and the oral microbiome in a large study of American adults. *ISME J.* 2016. Vol. 10. P. 2435–2446.
8. Senaratne N. L. M., Yung on C., Shetty N. Y. et al. Effect of different forms of tobacco on the oral microbiome in healthy adults: a systematic review. *Front. Oral. Health.* 2024. Vol. 5. P. 1310334.

9. Pushalkar S., Paul B., Li Q. et al. Electronic cigarette aerosol modulates the oral microbiome and increases risk of infection. *iScience.* 2020. Vol. 23(3). P. 100884.

10. Тонзиліт. Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги [Електронний ресурс]. МОЗ України, 2021. URL: https://www.dec.gov.ua/wp-content/uploads/2021/04/2021_639_kn_tonzylit.pdf (дата звернення: 20.10.2024).

11. Міністерство охорони здоров'я України. Про затвердження Порядку проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань і Типового положення про етичні комісії: Наказ № 690 [Електронний ресурс]. 23 вересня 2009 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1010-09#Text>

12. Bergey's Manual of systematic bacteriology. Springer-Verlag Nw Yourk, 2012. 2083 p.

13. Мінухін В. В., Коваленко Н. І., Замазій Т. М. Модуль 3. Частина 3. Умовно-патогенні мікроорганізми: метод. вказ. з дисципліни «Мікробіологія, вірусологія та імунологія з мікробіологічною діагностикою» до практичних занять для студентів-бакалаврів III–IV курсу за спеціальністю «Лабораторна діагностика». Харків : ХНМУ, 2014. 48 с.

14. Климнюк С. І., Ситник І. О., Широбков В. П. Практична мікробіологія: навчальний посібник. Вінниця : Нова Книга, 2018. 576 с.

15. Bach L., Ram A., Ijaz U. Z. et al. The effects of smoking on human pharynx microbiota composition and stability. *Microbiol Spectr.* 2023. Vol. 11(2). P. e02166–21.

REFERENCES

1. Torre, V., Bucolo, S., Giordano, C., Ciccirello, R., Cavallari, V., Garofalo, L., & Beatrice, F. (2005). Palatine tonsils in smoker and non-smoker patients: A

pilot clinicopathological and ultrastructural study. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 34(7), 390–396.

2. Cinamon, U., Goldfarb, A., & Marom, T. (2017). The impact of tobacco smoking upon chronic/recurrent

tonsillitis and post tonsillectomy bleeding. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 21(2), 165–170.

3. Rad, M., Kakoie, S., Niliye Brojeni, F., & Pourdamghan, N. (2010). Effect of long-term smoking on whole-mouth salivary flow rate and oral health. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 4(4), 110–114.

4. Pang, B., Doster, J., Zhang, X., et al. (2017). Cigarette smoke exacerbates *P. aeruginosa* infection by suppressing the ciliary beating and epithelial integrity of bronchial epithelium. *Toxicological Sciences*, 159(1), 153–161.

5. Chen, Y., Xiao, L., Zhou, M., & Zhang, H. (2024). The microbiota: a crucial mediator in gut homeostasis and colonization resistance. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1417864.

6. Hattan, A. A., Hattan, E. A., Alqahtani, A. M., Alqutaym, O. S., Alqahtani, R. O., Alzahrani, K. G., Al-Otaibi, A. A., Aldwsari, O. M., Alkathlan, K. M., & Aldossari, M. A. (2018). Impact of tobacco smoking on oral microbiota – a case-control study. *Meditinskiye Perspektivi*, 23(3), 13–20.

7. Wu, J., Peters, B., Dominianni, C., et al. (2016). Cigarette smoking and the oral microbiome in a large study of American adults. *The ISME Journal*, 10(10), 2435–2446.

8. Senaratne, N. L. M., Yung on, C., Shetty, N. Y., & Gopinath, D. (2024). Effect of different forms of tobacco on the oral microbiome in healthy adults: A systematic review. *Frontiers in Oral Health*, 5, 1310334.

9. Pushalkar, S., Paul, B., Li, Q., et al. (2020). Electronic cigarette aerosol modulates the oral microbiome and increases risk of infection. *iScience*, 23(3), 100884.

10. Ministerstvo Okhorony Zdorov'ia Ukrainy. (2021). *Tonzylyt. Unifikovanyi klinichniy protokol*

pervynnoi, vtorynnoi (spetsializovanoi) ta tretynnoi (vysokospetsializovanoi) medychnoi dopomohy [Tonsillitis. Unified clinical protocol for primary, secondary (specialized) and tertiary (highly specialized) medical care]. MOZ Ukrainy. Retrieved October 20, 2024, from https://www.dec.gov.ua/wp-content/uploads/2021/04/2021_639_kn_tonzylyt.pdf.

11. Ministerstvo Okhorony Zdorov'ia Ukrainy. (2009, September 23). *Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia klinichnykh vyprobuvan' likars'kykh zasobiv ta ekspertyzy materialiv klinichnykh vyprobuvan' i Typovoho polozhennia pro etychni komisii: Nakaz № 690* [On approval of the Procedure for conducting clinical trials of medicinal products and examination of clinical trial materials and the Standard regulation on ethical commissions: Order No. 690]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1010-09#Text>.

12. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. (2012). Springer-Verlag.

13. Minukhin, V. V., Kovalenko, N. I., & Zamazii, T. M. (2014). *Modul' 3. Chastyna 3. Umovno-patohenni mikroorhanizmy: metod. vkaz. z dystsypliny "Mikrobiolohiia, virusolohiia ta imunolohiia z mikrobiolohichnoi diahnostrykoii"* [Module 3. Part 3. Conditionally pathogenic microorganisms: Methodical instructions on the discipline "Microbiology, virology and immunology with microbiological diagnostics"]. KhNMU.

14. Klymniuk, S. I., Sytnyk, I. O., & Shyrobokov, V. P. (2018). *Praktychna mikrobiolohiia: navchalnyi posibnyk* [Practical microbiology: A textbook]. Nova Knyha.

15. Bach, L., Ram, A., Ijaz, U. Z., Evans, T. J., Haydon, D. T., & Lindström, J. (2023). The effects of smoking on human pharynx microbiota composition and stability. *Microbiology Spectrum*, 11(2), e02166-21.

Адреса для листування: kravecni@tdmu.edu.ua

N. Ya. Kravets

IVAN HORBACHEVSKY TERNOPIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY OF THE MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE

SMOKING AS A PREDICTOR OF CHANGES IN THE MICROBIOTA OF THE PALATINE TONSILS IN ACUTE TONSILLITIS

Summary

Introduction. Acute tonsillitis remains one of the most common pathologies of the respiratory system, and smoking is an important risk factor for its development and chronicity. It not only suppresses local immunity, but also creates conditions for the disruption of the colonisation resistance of the mucous membrane.

The aim of the study was to conduct a comparative analysis of the microbiome of the tonsils in patients with acute tonsillitis depending on their smoking status.

Research Methods. A total of 54 individuals (mean aged 25.97 ± 7.71 years) with symptoms of acute tonsillitis were examined. Based on the results of the questionnaire, patients were divided into two groups: Group 1 – 26 smokers, Group 2 – 28 non-smokers. Bacteriological examination was used to determine the aetiology. Mann-Whitney U test (for quantitative data) and Fisher's exact test (for categorical variables) were used to compare the groups. Hierarchical cluster analysis was used to assess the similarity of individual microbial profiles.

Results and Discussion. According to the study results, β -haemolytic streptococci were detected in four patients (15.4 %) in Group 1 (smokers) and six patients (21.4 %) in Group 2 (non-smokers). The proportion of α -haemolytic streptococci was 31.6 % of all strains isolated in Group 1 and 29.3 % in Group 2. Other representatives of the microbiota present in both groups included *Neisseria* spp. (19.7 % and 14.6 %, respectively) and *Corynebacterium* spp. (9.2 % and 20.0 %, respectively). No statistically significant differences between groups

were found for most microorganisms ($p > 0.05$), except for *Corynebacterium* spp., where significant differences were observed in both the constancy index and level of colonisation ($p < 0.05$). High values of coenetic correlation for both groups (Group 1 = 0.87; Group 2 = 0.83) indicate a good correspondence between the dendrograms and the actual data structure.

Conclusions. The results obtained demonstrate that the tonsillar microbiota in patients with acute tonsillitis is characterised by species diversity in both study groups. It has been established that smoking status does not lead to radical changes in species composition, but is associated with specific structural shifts which require further research.

KEY WORDS: bacteriological analysis; tonsillitis; oropharyngeal microbiota; smoking; cluster analysis.

Стаття надійшла до редакції 10.11.2025

Стаття прийнята 28.11.2025

Статтю опубліковано 31.12.2025

