Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

УДК 616.211-002.2-022.7:579.862.1]-053.4(477)»2021/2025»

А.П. Волоха[1], А.В. Бондаренко[2], А.М. Гільфанова[2], Ю.С. Степановський[2], В.В. Яновська[3], О.В. Анопрієнко[4], С.А. Якимович[5], О.В. Злотнікова[6], М.І. Нехаєнко[7], І.Я. Савчак[8], І.В. Грабовська, Т.В. Косовська[10], О.Р. Боярчук[10]

Серотиповий пейзаж *Streptococcus pneumoniae* при назофарингеальній колонізації в дітей віком від 6 місяців до 5 років в Україні (оновлені дані 2021–2025 рр.)

[1]Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ
[2]Перший Європейський університет, м. Київ, Україна
[3]Центр громадського здоров'я МОЗ України, Референс лабораторія діагностики туберкульозу, бактеріальних, паразитарних та особливо небезпечних патогенів, м. Київ
[4]Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, лабораторія біосинтезу нуклеїнових кислот, м. Київ
[5]Медичний центр Доктор Сем, м. Київ, Україна
[6]Файна клініка, м. Київ, Україна
[7]КНП «Димерська центральна селищна лікарня» Димерської селищної ради», Україна
[8]КНП ЛОР «Клінічний центр дитячої медицини» СП «Західноукраїнський спеціалізований центр», м. Львів, Україна
[9]КП «Волинське обласне територіальне медичне об'єднання захисту материнства і дитинства», м. Луцьк, Україна
[10]Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Україна

Modern Pediatrics. Ukraine. (2026). 3(155): 26-34; doi 10.15574/SP.2026.3(155).2634

For citation: Volokha AP, Bondarenko AV, Hilfanova AM, Stepanovskiy YuS, Yanovska VV, Anopriienko OV et al. (2026). Serotype landscape of Streptococcus pneumoniae in nasopharyngeal colonization in children aged 6 months to 5 years in Ukraine (updated data 2021-2025). Modern Modern Pediatrics. Ukraine. (2026). 3(155): 26-34; doi 10.15574/SP.2026.3(155).2634

Streptococcus pneumoniae (S. pneumoniae) залишається провідною причиною дитячої смертності у світі. Поточний ландшафт серотипів збудника є важливим інструментом для планування майбутньої національної програми імунізації (НІП), але в Україні це питання вивчено недостатньо.

Мета – вивчити рівень назофарингеальної колонізації пневмококом у дітей віком від 6 місяців до 5 років в Україні, розподілу серотипів *S. pneumoniae*.

Матеріали і методи. Проспективне обсерваційне дослідження назофарингеального носійства пневмококів проведено в період 2021–2025 рр. Обстежено 1031 здорову дитину від 6 місяців до 4 років 11 місяців 30 днів. Зразки слизу з носоглотки взято однократно методом глибокого трансназального мазка. Для ідентифікації *S. pneumoniae* застосовано полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР) у реальному часі.

Результати. Загальна частота назофарингеальної колонізації пневмококом серед дітей віком від 6 місяців до 5 років становила 7%, у період після пандемії COVID-19 збільшилась до 18%. Серед виділених ізолятів пневмокока 49,4% належали до капсульних, з яких ідентифіковано 9 різних серотипів: 4, 6A, 6B, 7A/7F, 9V, 11A/D, 18, 19F, 23F. Домінували серотипи 6A (33%), 19F (25%), 23F (16,7%), 18 (8,3%). Статистично доведеними чинниками ризику пневмококового носійства були наявність братів і сестер та спільне проживання в одній спальні з іншими дітьми.

Висновки. Рівень назофарингеального носійства пневмококів у дітей віком до 5 років в Україні знизився під час пандемії COVID-19, але відмічене збільшення рівня носійства в післяпандемічний період. Серед типованих серотипів пневмокока 97,3% охоплені пневмококовою кон'югованою 13-валентною вакциною (ПКВ13). Результати досліджень розподілу серотипів пневмококів в Україні узгоджуються з даними назофарингеального носійства пневмококів із такими, як і в інших країнах Європи та Америки до впровадження вакцини ПКВ до НІП.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: пневмокок, *S. pneumoniae*, діти, назофарингеальне носійство, колонізація носоглотки, серотипи, сероепідеміологія, серотиповй розподіл (пейзаж).

Serotype landscape of *Streptococcus pneumoniae* in nasopharyngeal colonization in children aged 6 months to 5 years in Ukraine (updated data 2021–2025)

A.P. Volokha[1], A.V. Bondarenko[2], A.M. Hilfanova[2], Yu.S. Stepanovskiy[2], V.V. Yanovska[3], O.V. Anopriienko[4], S.A. Yakimovych[5], O.V. Zlotnikova[6], M.I. Nekhaienko[7], I.Ya. Savchak[8], I.V. Grabovska[9], T.V. Kosovska[10], O.R. Boyarchuk[10]

[1]Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv
[2]First European University, Kyiv, Ukraine
[3]Public Health Center of the Ministry of Health of Ukraine, Sector of Bacteriological Research Reference laboratories for diagnostics of tuberculosis, bacterial, parasitic and especially dangerous pathogens, Kyiv
[4]Institute of Molecular Biology and Genetics of National Academy of Sciences of Ukraine, Laboratory of Biosynthesis of Nucleic Acids, Kyiv
[5]Medical Center «Doctor Sam», Kyiv, Ukraine
[6]Fayna Klinika, Kyiv, Ukraine
[7]MNE Dymer Central Clinic, Ukraine
[8]MNE of Lviv Regional Council «Clinical Center of Pediatric Medicine» JV «Western Ukrainian Specialized Center», Ukraine
[9]NE «Volyn Regional Territorial Medical Association for the Protection of Motherhood and Childhood», Lutsk, Ukraine
[10]I. Hopbachevskyi Ternopyl National Medical University, Ukraine

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

Streptococcus pneumoniae (S. pneumoniae) remains the leading cause of childhood mortality worldwide. The current landscape of pathogen serotypes is an important tool for planning the future national immunization program (NIP), but this issue has not been studied sufficiently in Ukraine.
Aim – to study the level of nasopharyngeal colonization with pneumococci in children aged 6 months to 5 years in Ukraine, the distribution of *S. pneumoniae* serotypes.
Materials and methods. A prospective observational study of nasopharyngeal carriage of pneumococci was conducted in the period 2021–2025. One thousand and thirty one healthy children aged 6 months to 4 years 11 months 30 days were examined. Nasopharyngeal mucus samples were taken once by the deep transnasal swab. Real-time polymerase chain reaction (PCR) was used to identify serotypes of *S. pneumoniae*.
Results. The overall incidence of nasopharyngeal pneumococcal colonization among children aged 6 months to 5 years was 7%, increased to 18% in the period after the COVID-19 pandemic. Among the selected pneumococcal strains, 49.4% belonged to capsular, of which 9 different serotypes were identified: 4, 6A, 6B, 7A/7F, 9V, 11A/D, 18, 19F, 23F. Dominated pneumococcal serotypes 6A (33%), 19F (25%), 23F (16.7%), 18 (8.3%). Statistically proven risk factors for pneumococcal carriage among children aged 6 months to 5 years were the presence of siblings and sharing a bedroom with other children.
Conclusions. The level of nasopharyngeal carriage of pneumococci in children under 5 years of age in Ukraine decreased during the COVID-19 pandemic, but an increase in the level of carriage has been noted in the post-pandemic period. Among the typed pneumococcal serotypes, 97.3% were covered by the pneumococcal conjugate 13-valent vaccine (PCV13). The results of studies on the distribution of pneumococcal serotypes in Ukraine were consistent with data on nasopharyngeal carriage of pneumococci, as in other countries in Europe and America before the introduction of the PCV vaccine into the NIP.
The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The informed consent of the patients was obtained for conducting the studies.
No conflict of interests was declared by the authors.
Keywords: pneumococcus, *S. pneumoniae*, children, nasopharyngeal carriage, nasopharyngeal colonization, serotypes, seroepidemiology, serotype distribution (landscape).

Вступ

Streptococcus pneumoniae (*S. pneumoniae*) залишається основною причиною захворюваності і смертності в дітей у світі. Пневмокок може викликати інвазійні і неінвазійні захворювання, які відрізняються поширеністю ураження, тяжкістю перебігу, частотою випадків [2,4]. Пневмококові захворювання є основною причиною смертей, яким можна запобігти за допомогою вакцинації, насамперед позагоспітальна пневмонія, на яку припадає приблизно 11% усіх смертей у дітей віком до 5 років [11,14,16]. Інвазійні пневмококові захворювання (менінгіт, сепсис, пневмонія з бактеріємією) – загрозливі стани з низькою частотою захворюваності, але з високим рівнем летальності [5]. За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку у світі реєструють 1,6 млн летальних випадків унаслідок пневмококових захворювань, близько 50% із них – серед дітей до 5 років [20]. Найбільш уразливими щодо інвазійних пневмококових захворювань є діти перших років життя і дорослі віком від 65 років [3,17].

Пневмококова інфекція передається крапельним шляхом, причому безсимптомні носії є найчастішим резервуаром збудника і важливим джерелом горизонтального поширення патогена в суспільстві [3]. Пневмококова колонізація носоглотки передує пневмококовій інфекції [10]. Як і у випадку з пневмококовою інфекцією, епідеміологія назофарингеального носійства пневмокока варіює залежно від віку. Дослідження з різних країн світу виявляють різні показники пневмококового носійства. У цих дослідженнях зазначено, що різниця в показниках назофарингеального носійства пов'язана з віком, соціально-економічним рівнем, споживанням антибіотиків і відвідуванням дитячого садка. Показано, що колонізація носоглотки пневмококами відбувається вже протягом першого року життя і триває до 5 років [3]. Згідно з великим когортним дослідженням, проведеним у Нідерландах серед 3200 здорових дітей та підлітків віком від 1 до 19 років, носійство досягає піку приблизно у віці 3 років із рівнем поширеності до 55% і майже повністю зникає до дорослого віку [3].

Носійство як попередник захворювання відіграє визначальну роль у динаміці передавання збудника, а вакцини проти пневмококів (ПКВ) знижують колонізацію вакцинними серотипами серед вакцинованих дітей, що сприяє зниженню передавання вакцинних серотипів у популяції. Хоча кореляція не є повністю точною, дослідження пневмококового носійства є гарним оцінюванням тягаря інвазивних пневмококових захворювань [17].

Існує понад 100 відомих антигенно відмінних за капсулярними полісахаридами серотипів *S. pneumoniae* [7]. Капсула є основним чинником вірулентності *S. pneumoniae*, а розвиток антитіл проти певних серотипів захищає від інфекції. Вакцини містять капсулярні полісахариди найпоширеніших інвазивних і вірулентних серотипів збудника, є надійним і ефективним засобом профілактики пневмококової інфекції [5,20]. Вакцинація проти пневмокока введена до програм імунізації дітей у 172 країнах світу [11,12,14,15]. В Україні ПКВ доступні лише на приватному

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

ринку, проте їх введення до Національної імунізаційної програми (НІП) для обов'язкової імунізації дітей до 5 років широко обговорюється та є пріоритетним. Власні актуальні дані про серотиповий пейзаж *S. pneumoniae* є важливими для оцінювання ефективності програм імунізації. В Україні проведено лише одне дослідження назофарингеального носійства пневмокока в дітей (понад 10 років тому).

Мета дослідження – вивчити розподіл серотипів *S. pneumoniae* при назофарингеальній колонізації пневмококів у дітей віком від 6 місяців до 5 років в Україні.

Матеріали і методи дослідження

Дизайн дослідження. Мультицентрове проспективне обсерваційне дослідження проведено в 5 адміністративних регіонах України і 11 дослідницьких центрах із червня 2021 року по квітень 2025 року серед дітей віком від 6 місяців до 5 років для вивчення розподілу серотипів *S. pneumoniae* і поширеності назофарингеальної колонізації. Мазки з носоглотки зібрано в дітей медичним персоналом. Зразки проаналізовано на ідентифікацію *S. pneumoniae* за допомогою триплексної полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі згідно з протоколом CDC (Centers for Disease Control and Prevention), розробленим для країн, які ще не мають пневмококової вакцини в НІП.

Вивчення частоти носійства *S. pneumoniae* і розподілу серотипів збудника розпочато під час пандемії COVID-19 і перервано в лютому 2022 року з початком широкомасштабного вторгнення російських військ в Україну. Дослідницьку роботу відновлено у 2023 р., але багато дітей переїхали до західних регіонів країни і за кордон. У дослідженні взяли участь три дитячі лікарні із західних областей України (міст Львова, Луцька і Тернополя), дві дитячі лікарні міста Києва і 5 медичних центрів із Київської області.

Критерії залучення: вік від 6 місяців до 4 років 11 місяців 30 днів (або 60 місяців) станом на день колекції зразка; форма інформованої згоди на участь у дослідженні, підписана батьками або законним представником дитини.

Критерії вилучення: лікування антибіотиками впродовж 1 місяця до залучення до дослідження, історія вакцинації будь-якою пневмококовою вакциною, кровотеча в анамнезі, відмова батьків або законних представників від участі дитини в дослідженні або відмова підписати форму інформованої згоди.

Усього зібрано 1031 зразок від дітей, які відповідали критеріям залучення. Віковий розподіл обстежених дітей: 6–12 місяців – 108 (10,4%) дітей, 13–24 місяці – 264 (25,6%), 25–36 місяців – 192 (18,6%), 37–48 місяців – 188 (18,2%), 49–60 місяців – 279 (27,6%). Гендерний розподіл: 460 дівчат і 571 хлопчик.

Діти відвідували педіатрів в амбулаторних клініках (75,9%) або були госпіталізовані до клініки з інфекціями верхніх дихальних шляхів і гострим гастроентеритом (24,1%).

У кожної залученої до дослідження дитини зібрано демографічні дані, дані анамнезу (лікування антибіотиками протягом останнього місяця, вакцинальний анамнез, зокрема, вакцинація будь-якою пневмококовою вакциною, наявність кровотечі, ознаки гострого респіраторного захворювання (ГРЗ) на момент огляду, ознаки будь-якого гострого захворювання/стану, наявність хронічних захворювань, перенесене захворювання на COVID-19), з'ясовано вид помешкання (проживання у квартирі, будинку, гуртожитку) та сон в окремій чи спільній з іншими членами родини кімнаті, соціальну активність дитини, склад родини, наявність і вік сиблінгів, куріння батьків.

Забір матеріалу для мікробіологічного дослідження. Зразки слизу з носоглотки у всіх дітей взято лікарями або медичними сестрами методом глибокого трансназального мазка за допомогою гнучкого стерильного тампона, який негайно занурювали в рідке транспортне середовище для зберігання і транспортування респіраторних мазків (0,9% фізіологічний розчин). Зразки заморожували за температури -20°C і доставляли до лабораторії з дотриманням холодового ланцюга (Референс лабораторія діагностики туберкульозу, бактеріальних, паразитарних та особливо небезпечних патогенів Центру громадського здоров'я МОЗ України, м. Київ, Україна). У лабораторії зразки зберігали за температури -80°C до і після дослідження.

Молекулярне дослідження. Виділення ДНК зі зразків біологічного матеріалу проведено за допомогою набору реактивів «QIAamp DNA Mini Kit» (QIAGEN, Німеччина). Виявлення ДНК *S. pneumoniae* виконано за допомогою ПЛР у реальному часі (RT-PCR) з використанням праймерів і мічених флюорофорами зондів. Послідовності праймерів та зондів розроблені фахівцями

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

лабораторії із вивчення стрептококів Центру контролю за захворюваннями США (CDC's Streptococcus Laboratory) [19]. Цільовий ген lytA. Реакційна суміш SsoAdvaced Universal Probes Supermix (Bio Rad, Німеччина). Ампліфікатор – RotorGene 6000 (Corbett Research, Австралія). Умови ампліфікації підібрано згідно з рекомендаціями виробника реакційної суміші з урахуванням типу приладу.

Позитивні зразки типували методом мультиплексної ПЛР у реальному часі (RT-PCR) з використанням праймерів та мічених флюорофорами зондів. Послідовності праймерів та зондів до 21 серотипу *S.pneumoniae* розроблені фахівцями CDC's Streptococcus Laboratory [13]. Типування проведено щодо таких серотипів: 1, 2, 3, 4, 5, 6A/6B/6C/6D, 6C/6D, 7F/7A, 9V/9A, 11A/11D, 12F/12A/12B/44/46, 14, 15A/15F, 16F, 18C/18F/18B/18A, 19A, 19F, 22F/22A, 23A, 23F, 33F/33A/37. Цей перелік рекомендовано для країн, які не мають у календарі щеплень обов'язкової вакцинації проти пневмококової інфекції. Для ампліфікації використано реакційну суміш для мультиплексного аналізу «Oising Master Mix» (Primer Desing, Велика Британія). Ампліфікатор «RotorGene 6000» (Corbett Research, Австралія). Співвідношення праймерів і зондів, їхню концентрацію, а також умови ампліфікації розроблено фахівцями лабораторії із вивчення стрептококів Центру контролю за захворюваннями США (CDC's Streptococcus Laboratory). За результатами дослідження позитивними визнано ізоляти, у яких ідентифіковано хоча б один серотип із введених у мультиплексну панель, нетипованими визнано ізоляти, серотип яких не вдалося визначити через їхню відсутність у мультиплексній панелі або безкапсульні бактерії, визначення серотипу яких неможливе.

Зразки, позитивні із праймерами до серотипів 6A/6B/6C/6D і 6C/6D, визначено як серотип 6C/6,D. Зразки, позитивні із праймерами до серотипу 6A/6B/6C/6D і негативні із праймерами до серотипу 6C/6D, визначено як серотип 6A/6B. Зразки, визначені як серотип 6A/6B, передано на секвенування для розділення на серотип 6A і серотип 6B. Диференціацію серотипів 6A та 6B проведено на основі однонуклеотидного поліморфізму (SNP) – G584A (S195N) – у wciP капсулярних локусів [8]. Праймери wciP-For2 5'-GAGATGGTTCCTTCAGTTGATATTG-3' та 6A/6B/6C/6D-R – 5'-TAGCCTTTCTGAAAACATTTAGCG-3' використано для ампліфікації фрагментів довжиною 205bp, які потім секвеновано за допомогою секвенування по Зангеру. Застосовано ДНК-генетичний аналізатор ABI Hitachi Applied Biosystems 3130 та набір для циклічного секвенування BigDye Terminator v.3.1. (Applied Biosystems). Фрагменти екстраговано за допомогою набору для екстракції ДНК з гелю Silica Bead (Thermo Scientific #K0513) (Лабораторія біосинтезу нуклеїнових кислот, Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України).

Статистичний аналіз. Проаналізовано вибірку обсягом 1031. Застосовано такі методи статистичного аналізу: порівняння поширеності назофарингеального носійства пневмокока у двох незалежних вибірках із використанням параметричного критерію Z; з метою аналізу впливу різних медико-соціальних чинників на частоту колонізації носоглотки пневмококом використано таблиці спряженості та критерій χ^2 Пірсона. Кількісне оцінювання вірогідності колонізації носоглотки залежно від різних чинників ризику виконано за допомогою показника відносного ризику (RR). Вибіркові параметри, що наводяться далі в статті, мають такі позначення: M – середнє, n – обсяг аналізованої підгрупи, Me – медіана, Q1 та Q3 – нижній і верхній квартилі (25 і 75 процентилі), 95% ДІ – довірчий інтервал для вірогідності 95%, Z – критерій Z, $\chi^2_{(\nu)}$ – критерій ксі-квадрат для ν ступенів свободи, p – досягнутий рівень значущості. Критичне значення рівня значущості прийнято рівним 5%. Отримані в процесі дослідження дані оброблено методом математичної статистики за допомогою стандартних пакетів програм «Microsoft Excel» та «IBM SPSS Statistics 20» (https://www.ibm.com/support/pages/downloading-ibm-spss-statistics-20), Social Science Statistics (https://www.socscistatistics.com/descriptive/).

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження пройшов етичну експертизу і отримав схвальний висновок. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Результати дослідження та їх обговорення

З 1031 зібраних зразків отримано 73 ізоляти *S. pneumoniae*, відповідно, рівень носоглоткового носійства становив 7% (95% ДІ: 5,4; 8,6).

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

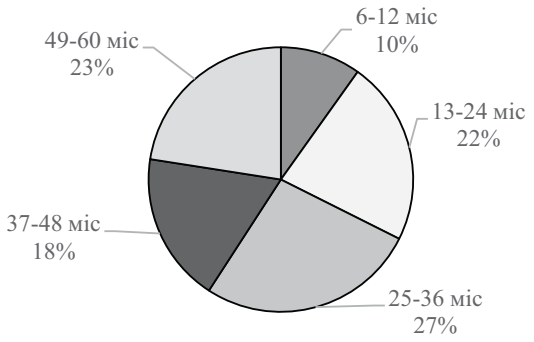

Рис. 1. Вікова структура дітей із позитивним результатом на *S. pneumoniae*

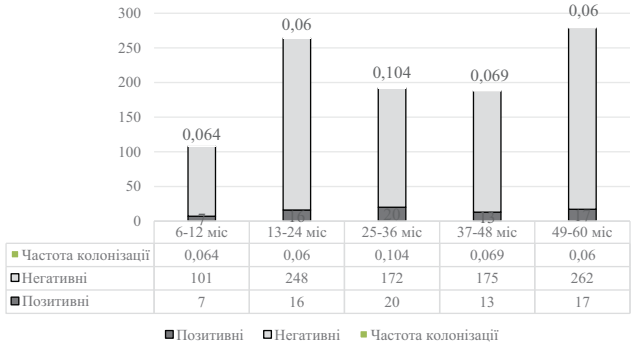

Рис. 2. Частота колонізації *S. pneumoniae* залежно від віку дітей

Серед дітей із позитивним результатом на *S. pneumoniae* найбільше було дошкільнят віком 25–36 місяців, а найменше – немовлят віком 6–12 місяців. Вікову структуру дітей із позитивним результатом на *S. pneumoniae* зображено на рисунку 1. Це відображає соціальну активність, адже традиційно саме з 2-річного віку діти в Україні починають відвідувати дошкільні навчальні заклади.

Різниця між показниками частоти назофарингеального носійства пневмококів у різних вікових групах є статистично недостовірною ($p>0,05$). Хоча частота в групі 25–36 місяців (10,4%) візуально вища, ніж в інших (6,0–6,9%), наявних даних недостатньо, щоб стверджувати, що ця різниця не є випадковою (рис. 2). Також не встановлено гендерної різниці між носіями пневмокока та дітьми, у яких пневмокок не виявили. Найвищий рівень носійства *S. pneumoniae* (18%) був у 2024 р., після пандемії COVID-19.

Загалом можна простежити, що найбільший відсоток позитивних виділили в осінньо-зимовий сезон або перехід осінь–зима, з найбільшим відсотком позитивних – у сезон зима–весна 2024 р. (рис. 3).

Серед обстежених дітей 803 (77,8%) були здоровими на момент забору зразка, 228 (22,2%) мали симптоми респіраторного захворювання, із них позитивний результат обстеження на пневмокок у носоглотці мали 20 дітей із ознаками ГРЗ і 53 здорових. Наявність або відсутність ГРЗ на момент збору зразка не вплинула суттєво на результат обстеження: рівень колонізації серед дітей із ГРЗ становив 8,7%, серед дітей без ознак ГРЗ – 6,6% ($p=0,58$).

Більшість (677 (65,6%) дітей) проживали в квартирі, значна частина – у приватному будинку (286 (27,7%) дітей), менша частина – у кімнаті в гуртожитку (68 (6,6%) дітей). Рівень носійства пневмокока в дітей, що проживають у гуртожитку, був вищим (8 (11,7%) дітей) порівняно з тими, хто проживав у квартирі (44 (6,5%) дитини) або приватному будинку (37 6,6%) дітей), але відмінності статистично не достовірні ($\chi^2_{(1)}=2,6$, $p=0,1$). За результатами аналізу мікросоціального оточення з'ясовано, що рівень пневмококового носійства в дітей, що мають братів або сестер, достовірно вищий порівняно з тими, хто є однією дитиною в родині: 40 (9,8%) дітей проти 33 (3,7%), відповідно ($\chi^2_{(1)}=10,3$, $p=0,001$). Спільна спальня з іншими дітьми є додатковим чинником ризику колонізації носоглотки пневмококом: серед дітей, які мають окрему кімнату, рівень носійства становить 4,7% (9 дітей), серед тих, що ділять кімнату із батьками – 39 (5,4%) дітей, серед тих дітей, що мають спільну спальню з братами або сестрами – 25 (12,3%) дітей ($\chi^2_{(1)}=14,95$, $p=0,0005$).

Також, за даними дослідження, куріння батьків не було чинником ризику пневмококового носійства в дітей: рівень носійства збудника в дітей у родинах курців становив 6,7% (22 дітей) проти рівня 6,3% (51 дитина) у родинах не курців, різниця статистично не значуща ($\chi^2_{(1)}=0,07$, $p=0,7$).

З виділених 73 ізолятів *S. pneumoniae* у 36 (49,4%) вдалося визначити серотип, інші 37 (50,6%) вважалися нетипованими. Серед 36 зразків із відомим серотипом *S. pneumoniae* ідентифікували 9 різних серотипів: 4, 6A, 6B, 7A/7F, 9V, 11A/D, 18, 19F, 23F. Серед усіх серотипів *S. pneumoniae* переважали 6A (33,0%), 19F (25,0%), 23F (16,7%), 18 (8,3%). В однієї дитини виявили поєднану колонізацію серотипами 6A і 19F. Слід відзначити, що 96,9% ідентифікованих серотипів і 43,8% серед усіх виділених ізолятів можуть бути охоплені 13-валентною пневмококовою кон'югованою вакциною.

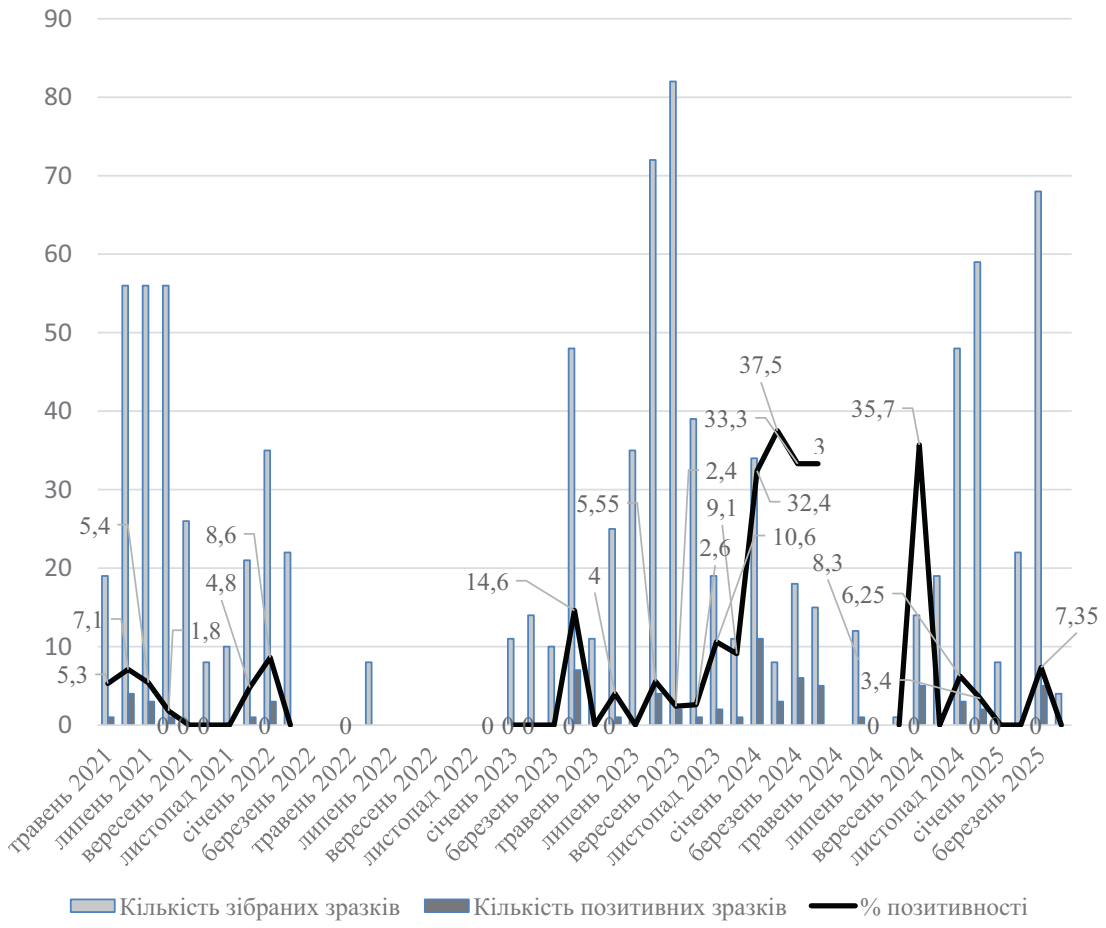

Рис. 3. Сезонність пневмококового носійства

Також досліджено вплив соціальної активності на рівень колонізації носоглотки пневмококом. Відсоток носіїв пневмокока становив 8% серед відвідувачів дошкільних закладів проти 6% серед тих, хто їх не відвідував, але різниця статистично не значуща. Не виявлено істотної різниці між рівнем носійства серед дітей, що відвідували центри раннього розвитку/гуртки і дошкільні навчальні заклади з денним перебуванням ($\chi^2_{(1)}$=0,8545; p=0,355286).

Серотиповий репертуар пневмококів серед дітей, що відвідували дитячий колектив: нетиповані – 21 (51,2%), 19F – 3 (7,3%), 6A – 8 (19,5%), 6B – 2 (4,8%), 18 – 1 (2,4%), 23F – 3 (7,3%), 4 – 1 (2,4%), 11 – 2 (4,8%), а також в однієї дитини виявили асоціацію 6A+6B, в іншої – 19F+6A. Серед «домашніх» дітей (що не відвідували дитячого колективу) серотиповий репертуар був менш різноманітним: нетиповані – 13 (44,8%), 19F – 5 (17,2%), 6A – 4 (13,7%), 6B – 1 (3,4%), 18 – 2 (6,8%), 23F – 3 (10,3%), 14 – 1 (3,4%). Слід зазначити, як у дітей, що відвідували дитячий колектив, так і в тих, що виховувалися вдома, приблизно в половині випадків виділили штами з невизначеним серотипом або нетиповані пневмококи (21 (51,2%) і 13 (44,8%), відповідно). У дітей, що відвідували дитячий колектив, спектр виділених серотипів був різноманітнішим, траплялися асоціації штамів, найчастіше був серотип 6A, тоді як у «домашніх» дітей – 19F.

Введення ПКВ до НІП для обов'язкової імунізації дітей до 5 років на сьогодні є пріоритетним завданням. Планування НІП проти пневмокока ґрунтується на місцевому або регіональному оцінюванні розподілу серотипів пневмокока в різних вікових групах [6]. Власні актуальні дані про серотиповий пейзаж *S. pneumoniae*, отримані в ході досліджень, дають змогу прогнозувати ефективність вакцин та оцінювати їхній вплив на сероепідеміологію пневмокока в країні.

В Україні є лише 2 дослідження щодо серотипового пейзажу пневмокока, які можуть вплива-

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

ти на вибір ПКВ для захисту дітей і дорослих від пневмококових захворювань. У 2014 р. опубліковано дані першого дослідження, проведеного у 2013–2014 рр. для оцінювання рівня поширеності назофарингеального носійства пневмокока в дітей віком від 6 місяців до 5 років. У дослідженні вивчено розподіл серотипів *S. pneumoniae* і чутливість до антибіотиків серотипу *S. pneumoniae*, що циркулює серед дітей раннього віку. Для ідентифікації *S. pneumoniae* використано класичні бактеріологічні методи і ПЛР у реальному часі. Рівень назофарингеальної колонізації серед досліджених здорових дітей м. Києва і Київської області становив 50,4%. Це дослідження засвідчило 88,9% (264/297) інкапсульованих серотипів пневмокока, серед яких ідентифіковано 14 серотипів: 3, 4, 5, 6A, 6B, 6C, 7, 9, 14, 18C, 19A, 19F, 20, 23F. Домінуючими серотипами в дослідженні 2013–2014 рр. були 19F (26,1%), 6A/B (18,2%), 14 (11,4%) і 23F (5,7%), а 97,3% типованих серотипів охоплені ПКВ13. Встановлено зміни серотипового репертуару пневмококів із віком: зниження частки нетипованих пневмококів (з 22,0% до 4,0%) і зростання пневмококів із серотипами, що входять до складу ПКВ13 (з 46,7% до 63,3%).

Нами вивчено серотиповий пейзаж пневмококів і поширеність назофарингеального носійства серед дітей раннього віку через 7 років після попереднього дослідження. Відмінності досліджуваної когорти дітей полягають у залученні до дослідження дітей, госпіталізованих із гострими респіраторними або кишковими інфекціями, однак серед досліджуваних дітей не було осіб із гострим отитом і позагоспітальною пневмонією.

В Україні рівень назофарингеальної колонізації в дітей віком від 6 місяців до 5 років суттєво знизився за останні 10 років: 50,4% проти 7,0% (Z=21,38; p<0,0001) [4]. Можливими поясненнями була пандемія COVID-19, при якій закривали дошкільні навчальні заклади, та ізоляція дітей, що унеможливило соціальні контакти поза домом і, як наслідок, знизило рівень колонізації носоглотки пневмококами та іншими мікроорганізмами. Також слід припустити, що суттєве підвищення охоплення вакцинацією ПКВ у всіх сусідніх країнах протягом останніх 10 років могло опосередковано вплинути на рівень колонізації українських дітей, адже відомо, що вакцинація впливає на рівень носійства. З початку широкомасштабної війни українські діти масово мігрували до країн Європи, де вакцинація ПКВ є рутинною. Водночас в Україні зростає кількість вакцинованих дітей ПКВ у приватних закладах, хоча цей відсоток залишається низьким через відсутність впровадження ПКВ до календаря щеплень за рахунок державного бюджету.

На відміну від попереднього дослідження, у якому виявлено вплив соціальної активності на ризик носійства пневмокока (60,9% у відвідувачів дитячих колективів порівняно з 37,3% у «домашніх дітей»), у цьому дослідженні не відзначено суттєвого впливу соціальної активності на частоту назофарингеального носійства пневмокока. За отриманими нами результатами не встановлено суттєвої різниці між показником носійства пневмокока 6,0% у дітей, які перебували вдома, і 8,0% серед дітей, що відвідували дошкільні навчальні заклади і центри раннього розвитку/гуртки. Найбільш вагомим чинником, який впливав на частоту назофарингеального носійства пневмокока в дітей, були домашні контакти з братами/сестрами і спільна з ними спальня.

Широке коливання відсотка позитивних зразків серед обстежених дітей у різні роки і місяці може бути пов'язане як із сезонністю в холодну пору року, так і зі змінами соціальної активності, пов'язаними з війною: протягом 2022 року діти переважно були на дистанційному навчанні як у школах, так і в дошкільних закладах освіти дітей, у 2023–2024 рр. і 2024–2025 рр. кількість днів очного навчання значно збільшилася.

За даними дослідження нами встановлено звуження серотипового репертуару пневмококів за останні 10 років в Україні, зокрема, не ідентифіковано серотипів 3, 5, 6C, 14, 19A, 20, проте вперше виявлено серотип 11A/D. За останню декаду суттєво знизилася частка серотипів, введених до складу ПКВ13: 57,5% проти 43,8% (Z=2,12; p=0,034) [4]. Слід припустити, що це пов'язано з феноменом «кокона», адже у всіх сусідніх країнах впроваджено ПКВ10 або ПКВ13 у НІП для дітей віком до 5 років. Вакцинацію проти пневмокока ПКВ13 введено в НІП у Польщі з 2017 р., в Угорщині – з 2010 р., у Болгарії введено вакцинацію ПКВ10 з 2010 р. [6,16,19].

Охоплення щепленням проти пневмокока в Україні залишається низьким, однак комерційна вакцинація дітей ПКВ10 та ПКВ13 набуває все більшого поширення за останні роки.

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

Частка домінантних серотипів суттєво не змінилася (2014 р. проти 2025 р.): 6A (8% проти 13,7% від усіх ізолятів; p=0,136), 19F (22,6% проти 12,3%; p=0,0526), 23F (4,7% проти 8,2%; p=0,235). Слід припустити, що лише рутинна вакцинація може суттєво вплинути на серотиповий розподіл як при носійстві, так і при інвазивних пневмококових захворюваннях.

Результати досліджень розподілу серотипів пневмококів в Україні узгоджуються з даними назофарингеального носійства пневмококів із такими, як і в інших країнах Європи, Азії та Америки до впровадження вакцини ПКВ до НІП [2,9,15,18]. Превенар 13 є оптимальним рішенням на цей момент для захисту дітей від пневмококової інфекції, адже охоплює більшість ідентифікованих ізолятів пневмокока протягом останнього десятиріччя в Україні. Крім того, інформація про рівень носійства і розподіл серотипів серед невакцинованих дітей в Україні, отримана під час цього дослідження, може бути використана в майбутніх дослідженнях.

Висновки

Рівень назофарингеальної колонізації пневмококом серед дітей віком від 6 місяців до 5 років становить 7% у період з 2021–2025 рр. У період після пандемії COVID-19 спостерігалося зростання частоти колонізації дітей *S. pneumoniae* до 18%.

Серед виділених ізолятів пневмокока ідентифіковано 9 різних серотипів: 4, 6A, 6B, 7A/7F, 9V, 11A/D, 18, 19F, 23F.

Серед усіх серотипів *S. pneumoniae* переважають 6A (33,0%), 19F (2,05%), 23F (16,7%), 18 (8,3%). Встановлено, що 96,9% ідентифікованих серотипів охоплюються ПКВ13.

Серед дітей, що відвідують дитячий колектив, спектр виділених серотипів різноманітніший, трапляються асоціації штамів, найчастіше – серотип 6A, тоді як у «домашніх» дітей – 19F.

Статистично доведеними чинниками ризику пневмококового носійства серед дітей віком від 6 місяців до 5 років є наявність братів і сестер та спільне проживання в одній спальні з іншими дітьми.

Фінансування. Дослідження проведено за фінансової підтримки Представництва «Пфайзер Експорт Бі. Ві.» в Україні (незалежний медичний грант). Спонсор не брав участі у розробленні дизайну дослідження, зборі даних, в аналізі та інтерпретації даних, написанні рукопису або в прийнятті рішення щодо подання рукопису на публікацію.

REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

1. Carvalho Mda G, Tondella ML, McCaustland K, Weidlich L, McGee L, Mayer LW et al 2007. Evaluation and improvement of real-time PCR assays targeting lytA, ply, and psaA genes for detection of pneumococcal DNA. J Clin Microbiol. 45: 2460-2466.
2. CDC. (2010). Prevention of Pneumococcal Disease Among Infants and Children – Use of 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine and 23-Valent Pneumococcal Polysaccharide Vaccine: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). MMWR. 59 (RR-11). URL: http://www.cdc.gov
3. Ceyhan M, Karadag-Oncel E, Hascelik G et al. (2021). Nasopharyngeal carriage of Streptococcus pneumoniae in healthy children aged less than five years. Vaccine, 39: 2041-2047.
4. Chernyshova LI, Hilfanova AM, Bondarenko AV ta in. (2014). Rozpodil serotypiv Streptococcus pneumonia pry nazofarynhealnomu nosiistvi u zdorovykh ditei vikom vid 6 misiatsiv do 5 rokiv v Ukraini. Sovremennaia pedyatryia. 4(60): 77-83 [Чернишова ЛІ, Гільфанова АМ, Бондаренко АВ та ін. (2014). Розподіл серотипів Streptococcus pneumonia при назофарингеальному носійстві у здорових дітей віком від 6 місяців до 5 років в Україні. Современная педиатрия. 4(60): 77-83].
5. ECDC. (2022). Invasive Pneumococcal Disease. Annual Epidemilogical Report for 2022. URL: http://www.ecdc.gov.
6. Horvát A, Huber A, BarthaA et al. (2025). Pneumococcal carriage among young children attending daycare in Hungary, 12-13 years post-PCV13: a cross-sectional study. Scientific Reports. 15: 22696.
7. Lewnard JA, Hanage WP. (2019). Making sense of differences in pneumococcal serotype replacement. Lancet Infect Dis. 19: e213-220.
8. Mavroidi A, Godoy D, Aanensen DM, Robinson DA, Hollingshead SK, Spratt BG. (2004). Evolutionary genetics of the capsular locus of serogroup 6 pneumococci. J. Bacteriol. 186: 8181-8192
9. Mrabt F, Guedes S. (2025). Systematic review on serotypes distribution of pneumococcal pneumonia in adults and the elderly. BMC Public Health. 25: 1194.
10. Neal EFG, Chan J, Nguyen CD, Russell FM. (2022). Factors associated with pneumococcal nasopharyngeal carriage: A systematic review. PLOS Glob Public Health. 2(4): e0000327.
11. Neves FPG, Pinto TCA, Corrêa MA et al. (2013). Nasopharyngeal carriage, serotype distribution and antimicrobial resistance of Streptococcus pneumoniae among children from Brazil before the introduction of the 10-valent conjugate vaccine. BMC Infectious Diseases. 13: 318.
12. Petrović V, Milosavljevi B, Djilas M et al. (2022). Pneumococcal nasopharyngeal carriage in children under 5 years of age at an outpatient healthcare facility in Novi Sad, Serbia during the COVID-19 pandemic. IJID Regions. 4: 88-96.
13. Pimenta FC, Roundtree A, Soysal A, Bakir M, du Plessis M, Wolter N et al. (2013, Feb). Sequential triplex real-time PCR assay for detecting 21 pneumococcal capsular serotypes that account for a high global disease burden. J Clin Microbiol. 51(2): 647-652. Epub 2012 Dec 5. doi: 10.1128/JCM.02927-12. PMID: 23224094; PMCID: PMC3553924..

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua

14. Rafei R, Zaylaa M, Diab M et al. (2025). Nasopharyngeal Carriage, Antimicrobial Resistance, and Serotype Distribution of Streptococcus pneumoniae in Children Under Five in Lebanon: Baseline Data Prior to PCV13 Introduction. Antibiotics. 14: 168.
15. Safari D, Daningrat WOD, Milucky JL et al. (2024). Nasopharyngeal carriage of Streptococcus pneumoniae among children <5 years of age in Indonesia prior to pneumococcal conjugate vaccine introduction. PLoS ONE. 19(1): e0297041.
16. Trifonova I, Levterova V, Simeonovski I, Ivanova M, Brankova N, Kantardzhiev T. (2025). Impact of the National Vaccination Strategy on the Prevalence of Streptococcus pneumoniae and Its Serotypes Among Clinically Healthy Children Under Six Years of Age During and After the COVID-19 Pandemic. Vaccines. 13: 634. https://doi.org/10.3390/ vaccines13060634.
17. Tvedskov ESF, Hovmand N, Benfield T, Tinggaard M. (2022). Pneumococcal carriage among children in low and lower-middle-income countries: A systematic review. International Journal of Infectious Diseases. 115: 1-7.
18. Wang L, Fu J, Liang Z, Chen J. (2017). Prevalence and serotype distribution of nasopharyngeal carriage of Streptococcus pneumoniae in China: a meta-analysis. BMC Infectious Diseases. 17: 765.
19. Wróbel-Pawelczyk I, Ronkiewicz P, WankeRytt M et al. (2022). Pneumococcal carriage in unvaccinated children at the time of vaccine implementation into the national immunization program in Poland. Scientific Reports. 12: 5858.
20. World Health Organization. (2012). Pneumococcal vaccines WHO position paper – 2012. Weekly epidemiological record. 87(14): 129-144.

Відомості про авторів:
Волоха Алла Петрівна – д.мед.н., проф., проф. каф. педіатрії, неонатології, дитячих інфекційних хвороб, імунології та алергології НУОЗ України ім. П.Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9. https://orcid.org/0000-0003-3092-2228.
Бондаренко Анастасія Валеріївна – д.мед.н., проф., зав. каф. педіатрії, імунології, інфекційних та рідкісних захворювань Міжнародного Європейського університету. Адреса: м. Київ, вул. Богатирська, 30. https://orcid.org/0000-0002-9737-2868.
Гільфанова Анна Михайлівна – к.мед.н., доц. каф. педіатрії, імунології, інфекційних та рідкісних захворювань Міжнародного Європейського університету. Адреса: м. Київ, вул. Богатирська, 30. https://orcid.org/0000-0002-2541-0327.
Степановський Юрій Степанович – к.мед.н., доц. каф. педіатрії, імунології, інфекційних та рідкісних захворювань Міжнародного Європейського університету. Адреса: м. Київ, вул. Богатирська, 30. https://orcid.org/0000-0001-6339-5490.
Яновська Валентина Володимирівна – к.мед.н., Центр громадського здоров'я МОЗ України, Референс лабораторія діагностики туберкульозу, бактеріальних, паразитарних та особливо небезпечних патогенів. Адреса: м. Київ, вул. Ярославська, 41. https://orcid.org/0000-0002-4211-2954.
Анопрієнко Ольга Валентинівна – к.біол.н., лабораторія біосинтезу нуклеїнових кислот, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України. Адреса: м. Київ, вул. Заболотного, 150. https://orcid.org/0009-0008-7610-5286.
Якимович Світлана Анатоліївна – к.мед.н., мед. директор Медичного центру Доктор Сем. Адреса: м. Київ, Кільцева дорога, 1.
Злотнікова Олеся Володимирівна – лікар-педіатр, Файна клініка. Адреса: м. Київ, вул. Родини Крістерів, 18/6.
Нехаєко Марія Іванівна – к.мед.н., директор КНП «Димерська Центральна Селищна Лікарня» Димерської Селищної Ради». Адреса: Вишгородський р-н, Київська обл., смт Димер, вул. Революції, 320.
Савчак Ігор Ярославович – дитячий імунолог КНП ЛОР «Клінічний центр дитячої медицини» СП «Західноукраїнський спеціалізований центр». Адреса: м. Львів, вул. Дністерська, 27.
Грабовська Ірина Василівна – ген. директор КП «Волинське обласне територіальне медичне об'єднання захисту материнства і дитинства». Адреса: м. Луцьк, вул. Загородня, 20.
Косовська Тетяна Вікторівна – к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, Майдан Волі, 1. https://orcid.org/0000-0002-9882-9831.
Боярчук Оксана Романівна – д.мед.н., проф., зав. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, Майдан Волі, 1. https://orcid.org/0000-0002-1234-0040.
Стаття надійшла до редакції 21.12.2025 р., прийнята до друку 13.04.2026 р.