© Марина Яцюк, Тетяна Валівко, Вікторія Ковальська, 2026
DOI 10.11603/1681-2727.2026.2.16505
УДК 616.98:579.834.114]-093/-098:595.771

Марина Яцюк, Тетяна Валівко, Вікторія Ковальська

ГРАНУЛОЦИТАРНИЙ АНАПЛАЗМОЗ ЛЮДИНИ КРІЗЬ ПРИЗМУ «ЄДИНОГО ЗДОРОВ'Я» ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВПЛИВИ

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Гранулоцитарний анаплазмоз людини (ГАЛ) – гостра бактерійна трансмісивна хвороба з ураженням гранулоцитів, збудником якої є Anaplasma phagocytophilum. Це зооноз, що передається через укуси кліщів Ixodes ricinus. Найчастішими симптомами є гарячка, нездужання, міалгія, біль у голові, анорексія. У значної частини пацієнтів ГАЛ маніфестує в поєднанні з іншими кліщовими інфекціями. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) розглядається як основний специфічний метод для підтвердження діагнозу ГАЛ у гострому періоді захворювання. Хоча A. phagocytophilum чутлива до всіх тетрациклінів, у лікуванні препаратом вибору є доксициклін.

Потепління клімату є одним із ключових чинників, що сприяють розширенню ареалу іксодових кліщів і збільшенню тривалості їх сезонної активності. Найактивніші природні осередки інфекції поширені в лісових і лісостепових зонах. Все частіше виявляють заражених кліщів у міських парках. Важливу роль відіграють і фактори урбанізації та розростання міст, що призводить до більшого контакту міського населення з місцями проживання кліщів.

Комплексне розуміння профілактики ГАЛ та інших кліщових інфекцій органічно вписується у концептуальні рамки «Єдиного здоров'я» (One Health) й обґрунтовує складну взаємопов'язаність і взаємозалежність здоров'я людей, тварин і навколишнього середовища, а також необхідність усунення дисциплінарних і професійних бар'єрів у підходах до охорони здоров'я. Відповідно заходи профілактики, що охоплюють лише популяцію людей, є принципово недостатніми. Для реалізації підходу «Єдине здоров'я» необхідна координація зусиль фахівців із клінічної медицини, ветеринарії, санітарно-епідеміологічної служби та екології, а також формування інтегрованих систем епідеміологічного нагляду, що охоплюють популяції людей, тварин і навколишнє середовище. На поширення кліщів впливає рослинність, оскільки одні види сприяють росту і розмноженню їх, інші, навпаки, – пригнічують завдяки наявним компонентам з репелентними властивостями (полин лікувальний, гвоздика садова). Як доведено, корінь-трава, японський барбарис, жимолость створюють густі зарості із сприятливим мікрокліматом, що значно підвищує щільність популяції кліщів і тривалість їх життя. Стратегія екологічного управління включає також модифікацію рослинного покриву через усунення інвазивних чагарників і листопадового опаду, що обмежує виживання переносників.

Ключові слова: *гранулоцитарний анаплазмоз людини, Anaplasma phagocytophilum, іксодові кліщі, концепція єдиного здоров'я, екологічні аспекти, рослини-репеленти.*

Гранулоцитарний анаплазмоз людини (ГАЛ) – гостра бактерійна трансмісивна хвороба з ураженням гранулоцитів [1]. ГАЛ часто має легкий або субклінічний перебіг, проте спектр його клінічних проявів досить широкий. Найчастішими симптомами є гарячка, нездужання, міалгія, біль у голові, анорексія. У частини пацієнтів перебіг тяжкий з розвитком лейкопенії, тромбоцитопенії, анемії, підвищенням рівня печінкових амінотрансфераз, коагулопатією, нирковою недостатністю [2]. Пацієнти з ГАЛ потребують госпіталізації у 36 % випадків (до 17 % – у відділення інтенсивної терапії), при цьому розвиток загрозливих для життя станів у 3 % випадків, а летальність – 0,6 % випадків [3]. Очікується зростання її захворюваності в найближчі роки [2].

Етіологія. Збудником ГАЛ є *Anaplasma phagocytophilum* – грамнегативна облігатна внутрішньоклітинна бактерія малого розміру (від 0,4 до 1,5 мкм), що належить до ряду *Rickettsiales* і родини *Anaplasmataceae* [4, 5]. Патоген здатний інфікувати різних диких і свійських тварин та людей, спричиняючи кліщову гарячку [6].

Патогенез. Після укусу кліща бактерії протягом 24–48 год із кров'ю проникають у кістковий мозок і селезінку, де виживають переважно у поліморфноядерних клітинах і ендотелії мікроциркуляторного русла [7, 8]. Інфекція індукує прозапальну реакцію та «цитокіновий шторм», що характеризується гіперактивацією імунних

клітин і підвищеною експресією цитокінів (IL-1β, IL-6, IL-8, IL-10, IL-12, TNF-α та IFN-γ [9].

Епідеміологія. ГАЛ – зооноз, що передається через укуси кліщів *Ixodes ricinus*, які також є переносниками збудників Лайм-бореліозу та бабезіозу [10]. У передачі бактерій беруть участь переважно німфи та імаго [11]. Інфікування кліщів відбувається під час живлення їх на дрібних ссавцях, заражених анаплазмою [12].

Природним резервуаром *A. phagocytophilum* є дрібні гризуни, свійські та дикі ссавці – білки, полівки, лісові щури, їжаки, козулі, кабани, олені, коти, собаки, коні, птахи, рептилії [6, 13].

Іноді зараження людини може відбутися трансплацентарно, при переливанні контамінованої донорської крові чи прямим контактом з нею. У кліщів інфекція підтримується завдяки трансстадійній передачі збудника [11].

Поширеність. В Європі збудник *A. phagocytophilum* широко розповсюджений у кліщах і різних диких й свійських тваринах-хазяях. Попри це, станом на 2022 р. в Європі зареєстровано менше 300 клінічних випадків ГАЛ. Це різко контрастує зі Сполученими Штатами, де вже до 2015 р. було задокументовано понад 15 000 випадків. Ця невідповідність викликає занепокоєння щодо точності відображення фактичної захворюваності в Європі та може свідчити про недостатню діагностику. Дані серопревалентності серед людей в Європі коливаються від 8,3 до 31 %, що значно перевищує число зареєстрованих хворих [14]. 50-річний метааналіз показав загальну поширеність інфекції в Європі на рівні 7,95 % [15].

Показники природної зараженості основного вектора – кліщів *I. ricinus* – варіюють залежно від географічного регіону: найвищу інфікованість зафіксовано у Білорусі (до 27,3 %), Польщі (24,7 %), Італії (24,4 %), росії (до 19 %), Молдові (5,1-9,0 %), Словаччині (5,5 %) [16, 17].

Україна знаходиться у зоні високого ризику через оптимальні кліматичні умови для іксодових кліщів [18]. Перші випадки ГАЛ в Україні були зареєстровані у 2007 р. (Запорізька, Волинська, Черкаська, Дніпропетровська, Львівська, Полтавська та Рівненська області) [19].

На сьогодні найактивніші природні осередки ідентифіковані в лісових і лісостепових зонах. Так, у західному регіоні (Львівська та Волинська області) інфікованість кліщів *I. ricinus* збудником ГАЛ є однією з найвищих у Європі та становить у середньому 27,4 %. У кліщах *Dermacentor reticulatus* цей показник дещо нижчий – 15,9 % [17, 18]. Середній рівень серопозитивного прошарку населення становить (11,2±1,0) %, максимальний – у поліській зоні до (20,7-28,6) % [20]. Південний схід України (Запорізька область) демонструє рівень інфікованості *I. ricinus* нижчий, 4,2-7,7 %, у центральній та північній частинах України – 2,7-5,2 % та 0,4 % відповідно [17].

Важливою особливістю ГАЛ в Україні є високий рівень поєднання з іншими кліщовими інфекціями. Зокрема, у 40,5-46,7 % пацієнтів діагностується коінфекція з Лайм-бореліозом [18, 20]. Недостатня обізнаність лікарів і обмежені лабораторні можливості (нестача ІФА та ПЛР-тест-систем) призводять до того, що значна кількість випадків сезонних гарячок після укусів кліщів залишаються етіологічно не розпізнаними [21].

Клініка. Симптоми ГАЛ зазвичай маніфестують протягом 5-14 діб після контакту з інфікованим кліщем. Можливі різні ступені тяжкості захворювання та ускладнення, іноді загрозливі для життя [22]. До частих симптомів належать гарячка, озноб, пітливість (92-100 %), нездужання, слабкість (97 %), біль у голові (82 %), міалгія, артралгія (77 %), біль в животі, нудота, блювання, діарея (до 50 %). Рідкісні прояви такі: кашель, сплутаність свідомості, запаморочення, носова кровотеча, висипання на шкірі. При огляді можна виявити спленомегалію, гепатомегалію, петехіальні висипання [13].

Тяжкий перебіг ГАЛ супроводжується ускладненнями (3 % випадків). Можуть виникнути гостра ниркова недостатність, гостре ураження печінки, гострий респіраторний дистрес-синдром, септичний шок, дисемінований внутрішньосудинне згортання крові, гемофагоцитарний лімфогістіоцитоз, шлунково-кишкові кровотечі, тромбоемболія, гострий панкреатит, поліорганна недостатність, рабдоміоліз [7]. Центральна нервова система уражається зрідка (менше ніж 1 %) у вигляді менінгіту, енцефаліту, енцефалопатії та лімфоцитарного плеоцитозу в спинномозковій рідині. Описані ураження периферичних нервів: завиткового з тимчасовою втратою слуху, невралгія трійчастого нерва, плечова плексопатія, двосторонній параліч лицевого нерва та периферична нейропатія в місці укусу кліща [22].

Гірший прогноз і вищий рівень смертності (загалом менше 1 %, але вище в групах ризику) спостерігаються в осіб похилого віку, пацієнтів з ослабленим імунітетом, діабетом, супутніми злоякісними новоутвореннями, а також у випадках несвоєчасної діагностики та пізнього початку антибіотикотерапії [23].

Коінфекція. У значної частини пацієнтів ГАЛ маніфестує в поєднанні з іншими кліщовими інфекціями. Метааналізи засвідчують, що показники серопозитивності до *Borrelia burgdorferi* та *A. phagocytophilum* становлять 14,5 і 8,4 % відповідно. Аналогічна закономірність простежується серед тваринних резервуарів: у собак із серопозитивністю до *B. burgdorferi* ймовірність виявлення антитіл до *A. phagocytophilum* була в

1,60 разу вищою, ніж у серонегативних [24]. За іншими даними, така коінфекція зафіксована у 3,8 % випадків [25].

Коінфекція *A. phagocytophilum* з *B. burgdorferi* s. l. або вірусом кліщового енцефаліту здатна суттєво модифікувати характер клінічних проявів [26]. Клінічна картина характеризується взаємним посиленням і нашаруванням симптоматики, що ускладнює диференційну діагностику. Гарячка, тромбоцитопенія, лейкопенія реєструвалися рідше при коінфекції Лайм-бореліозу і ГАЛ порівняно з ізольованим ГАЛ, що вказує на можливе пом'якшення окремих проявів при поєднаному інфікуванні [27]. Водночас у масштабному дослідженні понад 3000 пацієнтів із бабезіозом і ГАЛ наявність коінфекції не асоціювалася з тяжчим клінічним перебігом [28].

Діагностика коінфекції при ГАЛ потребує комплексного підходу. В ендемічних регіонах її слід підозрювати у разі поєднання типових проявів раннього Лайм-бореліозу з гарячкою, ознобом і болем голови; тривалим інтоксикаційним синдромом, що зберігається понад 48 год після початку антибіотикотерапії. У загальному аналізі крові виявляють лейкопенію, анемію або тромбоцитопенію, асоційовані з ГАЛ або бабезіозом, а мікроскопія мазка периферичної крові дозволяє ідентифікувати внутрішньогранулоцитарні морули, характерні для анаплазмозу. Найвищою діагностичною чутливістю характеризуються серологічне дослідження на специфічні IgM та IgG і полімеразна ланцюгова реакція, яка разом із відповідними анамнестичними і клінічними критеріями є достатньою для верифікації діагнозу [26]. Таке твердження ілюструє захворювання у 70-річного пацієнта з одночасно підтвердженим Лайм-бореліозом, ГАЛ та бабезіозом, успішно вилікованого комбінацією доксицикліну, атоваквону та азитроміцину [29].

Застосування високочутливих молекулярно-біологічних методів, РНК-ПЛР у реальному часі, та інтегрованих міждисциплінарних підходів є необхідною умовою для точної діагностики та клінічного ведення коінфекцій при ГАЛ [30].

Діагностика. Окрім клінічних і епідеміологічних критеріїв, у діагностиці ГАЛ важливе значення надається змінам загальноклінічних і біохімічних показників крові. Провідне місце серед них посідає тромбоцитопенія, що реєструється у 71,8-94,9 % хворих і розглядається як найбільш характерна гематологічна ознака захворювання. Дещо рідше виявляється лейкопенія (46,4-59,0 %) [2, 31]. Приблизно у третини пацієнтів виявляють анемію. У 57,3-66,7 % випадків реєструють підвищення активності сироваткової аспартатамінотрансферази, причому максимальне значення її припадає на період реконвалесценції [2, 16]. Зростання рівня С-реактивного білка має місце у всіх хворих [31]. При тяжкому перебігу захворювання може підвищуватися концентрація креатиніну, лактатдегідрогенази, креатинфосфокінази та амілази [12].

Попри діагностичну значущість наведених лабораторних показників, жоден із них не є патогномонічною ознакою ГАЛ, що зумовлює необхідність застосування специфічних методів етіологічної верифікації діагнозу. Одним із прямих методів є мікроскопічне дослідження мазка периферичної крові, забарвленого за методом Романовського-Гімзи або Райта. Важливим морфологічним критерієм слугує виявлення морул – внутрішньоцитоплазматичних мікроколоній *A. phagocytophilum*, що локалізуються переважно в нейтрофілах периферичної крові [16].

ПЛР розглядається як метод вибору для підтвердження діагнозу ГАЛ в гострому періоді захворювання. ДНК *A. phagocytophilum* у крові або спинномозковій рідині виявляють у 70-90 % випадків. Як біологічний матеріал для дослідження використовують цільну кров або її лейкоцитарну фракцію. Оптимальним часом для проведення дослідження є перший тиждень захворювання, до початку антибактеріальної терапії [16].

Культуральний метод ізоляції *A. phagocytophilum* належить да найчутливіших методів виявлення збудника. Для культивування анаплазм використовують клітинну лінію промієлоцитарної лейкемії HL-60 на живильному середовищі RPMI-1640, без додавання антибіотиків [16].

У клінічній практиці найчастіше використовують виявлення специфічних антитіл класів IgM та IgG у сироватці крові пацієнта [16]. Антитіла класу IgM з'являються наприкінці другого тижня від початку захворювання, тоді як концентрація IgG досягає максимальних значень через 5-6 тижнів [32].

Високодостовірним критерієм серологічного підтвердження діагнозу вважається чотириразове наростання титру специфічних антитіл при дослідженні парних сироваток крові, отриманих у гострому періоді та реконвалесценції, з інтервалом 3-6 тижнів. У разі застосування методу непрямої реакції імунофлюоресценції діагностично значущим є розведення сироватки 1:80. Позитивним результатом також вважається сероконверсія, за якої перша сироватка дає негативний, а друга – позитивний результат [16].

Лікування. Хоча *A. phagocytophilum* чутлива до всіх тетрациклінів, препаратом вибору є доксициклін як для дітей, так і для дорослих [2]. Лікування ГАЛ полягає у пероральному прийомі доксицикліну по 100 мг двічі на день [7]. Оптимальна тривалість терапії не встановлена, хоча пацієнти зазвичай одужують після 7-10 днів лікування [2]. За іншими даними, рекомендується 14-21-денний курс лікування або продовження прийому антибіо-

тиків протягом щонайменше 3 днів після зниження температури. Якщо у пацієнта не спостерігається ознак клінічного покращення після 3 днів терапії доксициклін, його слід обстежити на іншу кліщову інфекцію – бабезіоз [12]. У дітей рекомендована тривалість прийому препарату становить 5-7 днів, щоб уникнути ураження зубів [2].

У пацієнтів із тяжкою алергією або непереносимістю доксицикліну можна застосувати рифампіцин по 300 мг перорально двічі на день протягом 7-10 днів. Як альтернативний метод рифампіцин також використовують у дітей та вагітних [7]. Серед емпіричних антибіотиків, що застосовуються до підтвердження захворювання, є цефтріаксон, ванкоміцин та азитроміцин [2].

Навіть якщо аналіз мазка крові негативний або очікуються результати специфічних діагностичних тестів на *A. phagocytophilum*, наявність укусу кліща в анамнезі та високий рівень клінічної підозри є достатніми для розгляду питання про лікування доксицикліном [33]. У випадках коінфекції кількома кліщовими патогенами слід призначити специфічну терапію для певних збудників. Доксициклін зазвичай ефективний проти *Borrelia spp., Rickettsia spp*. та *Ehrlichia spp*. Анаплазмоз сприяє розвитку відносної імуносупресії, що призводить до гірших клінічних результатів. Захворювання має сильну спорідненість до інфікування та розмноження в лейкоцитах, тим самим знижуючи їх активність та кількість, створюючи схильність пацієнтів до вторинних інфекцій [2]. Рівень смертності вищий, якщо лікування доксицикліном відтерміновується, пацієнти мають ослаблений імунітет або якщо інфікування відбувається при переливанні донорської крові. До інших антибіотиків, активних *in vitro* проти *A. phagocytophilum*, належать левофлоксацин і рифампіцин [22].

Профілактика в рамках концепції «Єдиного здоров'я» (One health). Оскільки ліцензованої вакцини проти *A. phagocytophilum* наразі не існує, профілактика ГАЛ цілком залежить від заходів, спрямованих на запобігання контакту з кліщами-переносниками [34].

Індивідуальна профілактика передбачає нанесення на одяг інсектицидного засобу перметрину та використання репелентних препаратів для захисту відкритих ділянок шкіри [35]. Рекомендується одягати захисний одяг, наприклад довгі штани, заправлені в шкарпетки, і сорочку з довгими рукавами, щоб максимально ізолювати шкіру від нападу кліщів. Бажано брати світлий одяг, тому що на ньому краще видно членистоногих [25]. Під час перебування на відкритій місцевості рекомендується уникати контакту з високою травою та чагарниками, надаючи перевагу пересуванню по розчищених стежках. Після повернення з епідемічно небезпечних територій першочерговим заходом є прийом душу, який забезпечує механічне видалення неприкріплених кліщів і знижує ймовірність інфікування, а також ретельний огляд одягу, особистого спорядження, за потреби – котів, собак [35]. Кліщі можуть проникнути в оселю на одязі та домашніх тваринах, а потім присмоктатися до людини [25]. Самоогляд тіла має охоплювати передусім анатомічні зони з тонким шкірним покривом – підколінні ямки, пахові, пахвинні та завушні ділянки, волосисту частину голови. У дітей місця присмоктування кліщів частіше локалізуються в краніальній зоні, тоді як у дорослих – на нижніх кінцівках. Виявленого кліща необхідно негайно видалити за допомогою пінцета або тік-твістера, здійснюючи рівномірне витягування перпендикулярно до поверхні шкіри, без обертальних рухів, з подальшою антисептичною обробкою на місці укусу.

В Україні досі не розроблено стандарт із лікування і профілактики ГАЛ. Подібно до Лайм-бореліозу, для екстреної антибіотикопрофілактики використовують одноразовий пероральний прийом доксицикліну гідрохлориду: 0,2 г для дорослих та 4,4 мг/кг маси тіла для дітей старших 8 років. Призначення цього антибіотика є обґрунтованим за таких умов: укус стався в місцевості з високим відсотком інфікованості кліщів, тривалість прикріплення кліща становила не менше 36 год, екстрена антибіотикопрофілактика розпочата не пізніше 72 год після видалення кліща, а також відсутні протипоказання до застосування доксицикліну – вагітність, лактація, вік до 8 років чи алергія на препарат [35].

Зміна клімату є одним із ключових чинників, що сприяють розширенню ареалу іксодових кліщів і збільшенню тривалості їх сезонної активності. Слід зазначити, що активність кліщів починається вже при температурі навколишнього повітря від 4 до 10 °С, причому тепліші зими, а не екстремальна літня спека, є основним кліматичним фактором, що збільшує ризик укусів людей кліщами [36].

Важливу роль відіграють і фактори урбанізації та розростання міст, що призводить до контакту міського населення з місцями проживання кліщів, фрагментація ландшафту – усе це в сукупності сприяє розширенню популяцій кліщів-переносників [37].

Комплексне розуміння профілактики ГАЛ та інших захворювань, що передаються іксодовими кліщами, органічно вписується у концептуальні рамки «Єдиного здоров'я» (One Health). Ця парадигма, прийнята як тристороння ініціатива ВООЗ, підрозділу ООН Продовольчої та сільськогосподарської організації та Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин, визнає складну взаємопов'язаність і взаємозалежність здоров'я людей, тварин і навколишнього середовища, акцентуючи на необхідності усунення дисциплінарних і професійних бар'єрів у підходах до охорони здоров'я [38]. Усі

захворювання, що передаються кліщами, є антропозоонозними, а їх поширення залежить від тварин-господарів – як домашніх, так і диких ссавців та мігруючих птахів, які виступають природними резервуарами збудників [36]. Відповідно, заходи профілактики, що охоплюють лише популяцію людей, є принципово недостатніми.

Контроль популяцій диких тварин є важливим фактором у зменшенні ареалів кліщів і обмеженні циркуляції збудників у природних резервуарах [35]. Для реалізації підходу «Єдине здоров'я» необхідна координація зусиль фахівців із клінічної медицини, ветеринарії, санітарно-епідеміологічної служби та екології, а також формування інтегрованих систем епідеміологічного нагляду, що охоплюють популяції людей, тварин і навколишнє середовище [38].

З огляду на відсутність специфічної вакцини проти *A. phagocytophilum*, контроль популяцій кліщів залишається основним інструментом профілактики ГАЛ. Польові дослідження демонструють, що застосування акарицидів – як хімічних (синтетичні піретроїди, органофосфати), так і біологічних (ентомопатогенні гриби) – здатне ефективно зменшити популяції кліщів на 50-90 %. Водночас оцінка інтегрованих підходів, що поєднують акарицидну обробку з управлінням популяціями диких тварин та ландшафтною модифікацією, ускладнена методологічними обмеженнями наявних досліджень, включаючи недостатню статистику і дефіцит даних про безпосередні наслідки для здоров'я людини [36].

Перспективним напрямком є також біологічний контроль за популяцією кліщів з допомогою їх природних антагоністів – птахів, комах, мікроскопічних грибів і гельмінтів, хоча наукові дослідження в цьому напрямку перебувають на початковому етапі [35].

Значний прогрес у розробці стратегій протикліщової вакцинації відкриває нові перспективи для профілактики кліщових захворювань у цілому. Протикліщові вакцини, що використовують антигени зі слини або середньої кишки кліщів, спрямовані на переривання циклу живлення переносника, що опосередковано знижує ймовірність передачі будь-яких збудників, включаючи *A. phagocytophilum*. Серед наявних комерційних продуктів субодинична вакцина Gavac® на основі антигену BM86 із середньої кишки кліща продемонструвала ефективність у зменшенні кількості кліщів *Rhipicephalus microplus*, хоча її дієвість проти інших видів кліщів залишається недостатньо дослідженою.

Особливо перспективним є використання технології мРНК-вакцин для боротьби з *A. phagocytophilum* та *E. chaffeensis*. Розробка вакцин, спрямованих на ключові антигени цих збудників, може стати важливим інструментом у зниженні інфікування тварин-господарів, що опосередковано зменшить ризик передачі збудника людині. У цьому контексті вакцина 19ISP на основі мРНК-LNP, що кодує білки слини 19 *I. scapularis*, є прикладом принципово нового підходу: вона підвищує імунітет хазяїна до укусів кліщів та блокує передачу збудників. Результати досліджень на тваринних моделях продемонстрували також перешкоджання передачі патогенів, що свідчить про потенціал цього підходу для одночасного захисту від кількох кліщових інфекцій [39].

Рослинність як фактор поширення кліщів. Екстремальний холод та низька вологість призводять до збільшення вимирання кліщів. Їх виживання залежить від діапазону температури в межах від -10 до +35 °C, причому підвищена смертність пов'язана з будь-якою із екстремальних температур. Для виживання німфальних кліщів під час зимівлі потрібна відносна вологість не менше 80 %. Варто зазначити, що кліщі на ділянках із листовим опадом і накопиченим снігом мали значно вищу виживаність. За наявності листового опаду створюється постійний ізоляційний бар'єр від несприятливих зимових умов. Сніг також може діяти як додаткова ізоляція, але його недовготривалий вплив не забезпечує такого ж рівня захист, як листовий опад. Навколо житлових будинків німфи кліщів були виявлені в найбільшій кількості в лісових екотонах, особливо в перехідних зонах під чагарниками або тінню дерев, а також у зонах, що прилягають до кам'яних стін. У майбутньому потепління клімату може збільшити зимову виживаність, скоротити життєві цикли, подовжити активність під час сезону, збільшити географічне поширення кліщів та їхніх хазяїв [40].

Температурні умови території також впливають на тип рослинності. Ліс і лісові масиви, включаючи трав'янисті та сільськогосподарські угіддя, на відміну від прерій та степів, вказують на відповідну вологість [41].

Доведено, що кліщі *I. ricinus* були присутні в невеликій кількості в районах старих хвойних лісів і значно частіше в місцях зі значним вторинним рослинним покровом, таким як прибережні заплави, змішані ліси, неоднорідні листяні та хвойні ліси. Водночас цих членистоногих не було у відкритих середовищах, однорідних молодих хвойних лісах й на відкритих схилах пагорбів. Ці відмінності пояснюються більшими чагарниковим покривом і підстилкою, що створюють сприятливіші мікрокліматичні умови для виживання [42]. Важливу роль відіграє інвазивна корінь-трава *Imperata cylindrica*, яка створює густі зарості, що дозволяють кліщам виживати на 50 % довше, ніж серед інших рослин. Також колючий чагарник Японського барбарису (*Berberis thunbergia de Candolle*) формує щільні хащі, які забезпечують потрібний мікроклімат, знижуючи смертність кліщів від висихання. У заростях японського барбарису і жимолості

(*Lonicera*) щільність кліщів *I. scapularis* значно вища, ніж у місцях, де ці рослини відсутні [43].

На відміну від чагарникових насаджень, що сприяють збереженню популяцій кліщів, певні види рослин володіють природним потенціалом до їх відлякування. Зокрема, експериментально підтверджено значну репелентну активність толуольного екстракту *Artemisia abrotanum* (полину лікувального) та ефірної олії *Dianthus caryophyllus* (гвоздики садової) щодо німфальних стадій кліщів. Результати хроматографічного аналізу свідчать, що ключовими біоактивними агентами в цьому процесі виступають кумарин і туїловий спирт, виділені з полину, а також фенілетанол – специфічний компонент гвоздикової олії. Зазначені метаболіти продемонстрували найвищі показники акарицидної та інгібуючої дії серед усіх вивчених фракцій [44].

Висновки

1. ГАЛ є гострою зоонозною інфекцією, спричиненою Anaplasma phagocytophilum, із широким клінічним спектром – від субклінічних форм до тяжких життєнебезпечних ускладнень із летальністю до 0,6 %. Патогенез зумовлений виживанням збудника в поліморфноядерних клітинах крові, індукцією «цитокінового шторму» та розвитком відносної імуносупресії; гірший прогноз асоціюється з похилим віком, імунодефіцитними станами та затримкою етіотропної терапії.

2. Епідеміологічна ситуація щодо ГАЛ в Європі характеризується значним розривом між серопревалентністю населення (8,3-31 %) та офіційно зареєстрованою захворюваністю, що свідчить про істотну гіподіагностику. Україна є ендемічною територією з високим рівнем зараженості кліщів-переносників і частою коінфекцією з Лайм-бореліозом (40,5-46,7 % пацієнтів), що суттєво ускладнює диференційну діагностику.

3. Верифікація діагнозу потребує поєднання клініко-епідеміологічних критеріїв, виявлення характерних гематологічних змін (тромбоцитопенія, лейкопенія), мікроскопії мазка крові, ПЛР як методу вибору в гострому періоді та серологічного підтвердження. Препаратом вибору в лікуванні є доксициклін для пацієнтів усіх вікових груп, а затримка його призначення достовірно підвищує летальність.

4. За відсутності ліцензованої вакцини профілактика ГАЛ ґрунтується на індивідуальному захисті людей від укусів кліщів та екстреній антибіотикопрофілактиці згідно з визначеними показаннями. Концепція «Єдиного здоров'я» є оптимальною парадигмою контролю захворюваності, що інтегрує зусилля клінічної медицини, ветеринарії та екології з урахуванням кліматичних факторів, тоді як розробка мРНК-вакцин визначає перспективний напрямок специфічної профілактики. На поширення клщів впливає рослинність, оскільки одні види сприяють росту і розмноженню їх, інші, навпаки, – пригнічують завдяки наявним компонентам із репелентними властивостями (полин лікувальний, гвоздика садова). Як доведено, корінь-трава, японський барбарис і жимолость створюють густі зарості з мікрокліматом, що значно підвищує щільність популяції кліщів і тривалість їх життя. Стратегія екологічного управління включає також модифікацію рослинного покриву через усунення інвазивних чагарників і листопадового опаду, що обмежує виживання переносників.

5. За відсутності уніфікованих підходів до діагностики ГАЛ та лікування хворих в Україні має місце значна гіподіагностика захворювань, несвоєчасне призначення етіотропної терапії та недостатня поінформованість практичних лікарів. Зростаюча захворюваність, висока частота коінфекцій з іншими кліщовими патогенами, а також ендемічність значної частини території країни зумовлюють необхідність системного регулювання клінічної практики в цій сфері. З огляду на зазначене, доцільно створити національний стандарт із діагностики, лікування і профілактики ГАЛ, який регламентував би діагностичні алгоритми, показання до застосування специфічних лабораторних методів, протоколи етіотропної терапії та екстреної антибіотикопрофілактики.

Література

1. MacQueen, D., & Centellas, F. (2022). Human granulocytic anaplasmosis. *Infectious Disease Clinics of North America, 36*(3), 639–654. https://doi.org/10.1016/j.idc.2022.02.008

2. Dumic, I., Jevtic, D., Veselinovic, M., Nordstrom, C. W., Jovanovic, M., Mogulla, V., Veselinovic, E. M., Hudson, A., Simeunovic, G., Petcu, E., & Ramanan, P. (2022). Human granulocytic anaplasmosis: A systematic review of published cases. *Microorganisms, 10*(7), 1433. https://doi.org/10.3390/microorganisms10071433

3. Ramanujam, D., Nasrullah, A., Bahr, M., Ashraf, O., & Malik, K. (2021). Human granulocytic anaplasmosis as a COVID-19 mimicker. *European Journal of Case Reports in Internal Medicine, 8*(12), 003047. https://doi.org/10.12890/2021_003047

4. Underwood, J., Harvey, C., Lohstroh, E., Pierce, B., Chambers, C., Guzman Valencia, S., & Oliva Chávez, A. S. (2022). *Anaplasma phagocytophilum* transmission activates immune pathways while repressing wound healing in the skin. *Life, 12*(12), 1965. https://doi.org/10.3390/life12121965

5. Yan, Y., Lu, C., Gong, P., Pei, Z., Peng, Y., Jian, F., Wang, R., Zhang, L., Qi, M., & Ning, C. (2022). Molecular detection and phylogeny of *Anaplasma* spp. closely related to *Anaplasma phagocytophilum* in small ruminants from China. *Ticks and Tick-Borne Diseases, 13*(5), 101992. https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.101992

6. Gandy, S., Hansford, K., McGinley, L., Cull, B., Smith, R., Semper, A., Brooks, T., Fonville, M., Sprong, H., Phipps, P., Johnson, N., &

Medlock, J. M. (2022). Prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* in questing *Ixodes ricinus* nymphs across twenty recreational areas in England and Wales. *Ticks and Tick-Borne Diseases, 13*(4), 101965. https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.101965

7. Guru, S., Mahar, M., Guru, N., & Parent, L. (2025). A neurological manifestation of anaplasmosis: A case report. *Cureus, 17*(1), e77877. https://doi.org/10.7759/cureus.77877

8. El Hamiani Khatat, S., Daminet, S., Duchateau, L., Elhachimi, L., Kachani, M., & Sahibi, H. (2021). Epidemiological and clinicopathological features of *Anaplasma phagocytophilum* infection in dogs: A systematic review. *Frontiers in Veterinary Science, 8*, 686644. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.686644

9. James, J. A., Brown, M., Segal, S. M., & Gutierrez-Castillo, M. (2025). Relative bradycardia in a 61-year-old male with anaplasmosis: A case report. *Cureus, 17*(10), e94785. https://doi.org/10.7759/cureus.94785

10. Stice, M. J., Bruen, C. A., & Grall, K. J. H. (2021). Anchoring on COVID-19: A case report of human granulocytic anaplasmosis masquerading as COVID-19. *Clinical Practice and Cases in Emergency Medicine, 5*(3), 328–331. https://doi.org/10.5811/cpcem.2021.4.51970

11. Grassi, L., Franzo, G., Martini, M., Mondin, A., Cassini, R., Drigo, M., Pasotto, D., Vidorin, E., & Menandro, M. L. (2021). Ecotyping of *Anaplasma phagocytophilum* from wild ungulates and ticks shows circulation of zoonotic strains in northeastern Italy. *Animals, 11*(2), 310. https://doi.org/10.3390/ani11020310

12. Guzman, N., Yarrarapu, S. N. S., & Beidas, S. O. (2023). *Anaplasma phagocytophilum*. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30020713/

13. Sosa-Gutierrez, C. G., Cervantes-Castillo, M. A., Laguna-Gonzalez, R., Lopez-Echeverria, L. Y., Ojeda-Ramírez, D., & Oyervides, M. (2021). Serological and molecular evidence of patients infected with *Anaplasma phagocytophilum* in Mexico. *Diseases, 9*(2), 37. https://doi.org/10.3390/diseases9020037

14. Almeida, H., Alonso-Sardón, M., Rodríguez-Alonso, B., López-Bernus, A., Romero-Alegría, Á., Velasco-Tirado, V., Muro, A., & Belhassen-García, M. (2025). Impact of human granulocytic anaplasmosis in Spain from 1997 to 2022. *Tropical Medicine and Infectious Disease, 10*(7), 183. https://doi.org/10.3390/tropicalmed10070183

15. Cheran, C. A., Iacob, D. G., Neagu, G., Panciu, A. M., & Hristea, A. (2025). Seroprevalence of *Anaplasma phagocytophilum* antibodies following tick bites: A serosurvey in a tertiary care hospital in Romania. *Microorganisms, 13*(8), 1758. https://doi.org/10.3390/microorganisms13081758

16. Климнюк, С. І., Романюк, Л. Б., & Шкільна, М. І. (2017). Сучасні уявлення про гранулоцитарний анаплазмоз людини. *Інфекційні хвороби, 3*, 4–9. https://doi.org/10.11603/1681-2727.2017.3.8220

17. Kovryha, N., Tsyhankova, A., Zelenuchina, O., Mashchak, O., Terekhov, R., & Rogovskyy, A. S. (2021). Prevalence of *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* in ixodid ticks from southeastern Ukraine. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 21*(4), 242–246. https://doi.org/10.1089/vbz.2020.2716

18. Ben, I., & Lozynskyi, I. (2019). Prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* in *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* and coinfection with *Borrelia burgdorferi* and tick-borne encephalitis virus in western Ukraine. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 19*(11), 793–801. https://doi.org/10.1089/vbz.2019.2450

19. Бень, І. І., Білецька, Г. В., Королюк, О. В., Морочковський, Р. С., & Шульган, А. М. (2013). Гранулоцитарний анаплазмоз людини у західному регіоні України: епідеміологічні та лабораторні дослідження. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика, 22*(2), 320–325.

20. Бень, І. І. (2019). *Гранулоцитарний анаплазмоз людини: клініко-епідеміологічна характеристика та алгоритм діагностики (на прикладі Львівської та Волинської областей)* [Автореферат дисертації]. Івано-Франківський національний медичний університет.

21. Ben, I., Zubach, O., & Zinchuk, A. (2023). Development of a model for preliminary diagnosis of human granulocytic anaplasmosis. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 23*(10), 507–513. https://doi.org/10.1089/vbz.2023.0032

22. Cosiquien, R. J. S., Stojiljkovic, N., Nordstrom, C. W., Amadi, E., Lutwick, L., & Dumic, I. (2023). *Anaplasma phagocytophilum* encephalitis: A case report and literature review of neurologic manifestations of anaplasmosis. *Infectious Disease Reports, 15*(4), 354–359. https://doi.org/10.3390/idr15040035

23. Lind, M. C. H., Naimi, W. A., Chiarelli, T. J., Sparrer, T., Ghosh, M., Shapiro, L., & Carlyon, J. A. (2024). *Anaplasma phagocytophilum* invasin AipA interacts with CD13 to elicit Src kinase signaling that promotes infection. *mBio, 15*(10), e0156124. https://doi.org/10.1128/mbio.01561-24

24. Luo, S., Bao, F., Wu, H., Ma, W., Zhu, L., Huang, X., Yang, R., Peng, L., Gao, L., Wu, X., Zhong, L., Dong, Y., Li, B., Ma, W., & Liu, A. (2024). Global prevalence of *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* coinfection in *Ixodes* tick populations: Protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open, 14*(6), e083052. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-083052

25. Andreychyn, M., Korda, M., Shkilna, M., & Ivakhiv, O. (2025). *Lyme borreliosis*. Nova Science Publishers. https://doi.org/10.52305/CCXD545

26. Moniuszko-Malinowska, A., Dunaj, J., Andersson, M. O., Chmielewski, T., Czupryna, P., Groth, M., Grygorczuk, S., Zajkowska, J., Kondrusik, M., Kruszewska, E., & Pancewicz, S. (2021). Anaplasmosis in Poland: Analysis of 120 patients. *Ticks and Tick-Borne Diseases, 12*(5), 101763. https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101763

27. Horowitz, H. W., Aguero-Rosenfeld, M. E., Holmgren, D., McKenna, D., Schwartz, I., Cox, M. E., & Wormser, G. P. (2013). Lyme disease and human granulocytic anaplasmosis coinfection: Impact of case definition on coinfection rates and illness severity. *Clinical Infectious Diseases, 56*(1), 93–99. https://doi.org/10.1093/cid/cis852

28. Ssentongo, P., Venugopal, N., Zhang, Y., Chinchilli, V. M., & Ba, D. M. (2024). Beyond human babesiosis: Prevalence and association of *Babesia* coinfection with mortality in the United States, 2015–2022: A retrospective cohort study. *Open Forum Infectious Diseases, 11*(10), ofae504. https://doi.org/10.1093/ofid/ofae504

29. Grant, L., Mohamedy, I., & Loertscher, L. (2021). One man, three tick-borne illnesses. *BMJ Case Reports, 14*(4), e241004. https://doi.org/10.1136/bcr-2020-241004

30. Porcelli, S., Deshuillers, P. L., Moutailler, S., & Lagrée, A. C. (2024). Meta-analysis of tick-borne and other pathogens: Co-infection or co-detection? That is the question. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases, 6*, 100219. https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2024.100219

31. Gerber, V., Lemmet, T., Bonijoly, T., Hoellinger, B., Pachart, A., Woerly, A., De Briel, D., Talagrand-Reboul, E., Martinot, M., Boyer, P., & Hansmann, Y. (2025). Retrospective multicenter study of human granulocytic anaplasmosis, France, 2012–2024. *Emerging Infectious Diseases, 31*(12), 2225–2232. https://doi.org/10.3201/eid3112.250946

32. Ladha, D., Khalife, R., Hummel, B., & Purssell, A. (2022). Human granulocytic anaplasmosis complicated by hemophagocytic syndrome and coinfection. *CMAJ, 194*(49), E1685–E1688. https://doi.org/10.1503/cmaj.220638

33. Memon, A., Abdelghany, A., Abusuliman, M., Eldesouki, M., Fatima, M., Abdelhalim, O., & Abosheaishaa, H. (2023). Altered mental

status on top of anaplasmosis-induced severe rhabdomyolysis: A rare clinical presentation. *Cureus, 15*(9), e45020. https://doi.org/10.7759/cureus.45020

34. Mauri Pablo, J. D., Del Solar, J. J. C., Hinojosa Enciso, E. T., Polveiro, R. C., Vieira, D. D. S., Ramos Sanchez, E. M., Bardales Escalante, W., Maicelo Quintana, J. L., & Lopez Lapa, R. M. (2025). Anaplasmosis in the Amazon: Diagnostic challenges, persistence, and control of *Anaplasma marginale* and *Anaplasma phagocytophilum*. *Frontiers in Veterinary Science, 12*, 1571694. https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1571694

35. Андрейчин, М. А., Шкільна, М. І., & Гук, М. Т. (2023). Профілактика кліщових інфекцій: сучасний стан і перспектива. *Інфекційні хвороби, 3*, 4–11. https://doi.org/10.11603/1681-2727.2022.3.13471

36. Deshpande, G., Beetch, J. E., Heller, J. G., Naqvi, O. H., & Kuhn, K. G. (2023). Assessing the influence of climate change and environmental factors on the top tick-borne diseases in the United States: A systematic review. *Microorganisms, 12*(1), 50. https://doi.org/10.3390/microorganisms12010050

37. Bouchard, C., Dumas, A., Baron, G., Bowser, N., Leighton, P. A., Lindsay, L. R., Milord, F., Ogden, N. H., & Aenishaenslin, C. (2023). Integrated human behavior and tick risk maps to prioritize Lyme disease interventions using a "One Health" approach. *Ticks and Tick-Borne Diseases, 14*(2), 102083. https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.102083

38. Johnson, N., Phipps, L. P., Hansford, K. M., Folly, A. J., Fooks, A. R., Medlock, J. M., & Mansfield, K. L. (2022). One Health approach to tick and tick-borne disease surveillance in the United Kingdom. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(10), 5833. https://doi.org/10.3390/ijerph19105833

39. González-Cueto, E., de la Fuente, J., & López-Camacho, C. (2024). Potential of mRNA-based vaccines for the control of tick-borne pathogens in One Health perspective. *Frontiers in Immunology, 15*, 1384442. https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1384442

40. Linske, M. A., Stafford, K. C., III, Williams, S. C., Lubelczyk, C. B., Welch, M., & Henderson, E. F. (2019). Impacts of deciduous leaf litter and snow presence on nymphal *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) overwintering survival in coastal New England, USA. *Insects, 10*(8), 227. https://doi.org/10.3390/insects10080227

41. Macleod, J. (1936). *Ixodes ricinus* in relation to its physical environment: IV. An analysis of the ecological complexes controlling distribution and activities. *Parasitology, 28*(3), 295–319. https://doi.org/10.1017/S0031182000022502

42. Estrada-Peña, A. (2001). Distribution, abundance, and habitat preferences of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in northern Spain. *Journal of Medical Entomology, 38*(4), 561–570. https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.4.561

43. Hurd, S. N., Kenefic, L. S., Leahy, J. E., Sponarski, C. C., & Gardner, A. M. (2024). Cascading impacts of overstory structure in managed forests on understory structure, microclimate conditions, and *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) densities. *Journal of Medical Entomology, 61*(3), 686–700. https://doi.org/10.1093/jme/tjae030

44. Tunón, H., Thorsell, W., Mikiver, A., & Malander, I. (2006). Arthropod repellency, especially tick (*Ixodes ricinus*), exerted by extract from *Artemisia abrotanum* and essential oil from flowers of *Dianthus caryophyllum*. *Fitoterapia, 77*(4), 257–261. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2006.02.009

GRANULOCYTIC ANAPLASMOSIS OF HUMANS THROUGH THE LENS OF "ONE HEALTH" AND ENVIRONMENTAL INFLUENCES

Maryna Yatsyuk, Tetiana Valivko, Viktoriia Kovalska

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine

SUMMARY. Human granulocytic anaplasmosis (HGA) is an acute bacterial transmissible disease with involvement of granulocytes, caused by Anaplasma phagocytophilum. It is a zoonosis transmitted through the bites of Ixodes ricinus ticks. The most common symptoms include fever, malaise, myalgia, headache, and anorexia. In a significant proportion of patients, HGA manifests in combination with other tick-borne infections. PCR is considered the primary specific method for confirming the diagnosis of HGA in the acute phase of the disease. Although A. phagocytophilum is susceptible to all tetracyclines, doxycycline is the drug of choice in treatment.

Climate warming is one of the key factors contributing to the expansion of the range of ixodid ticks and an increase in the duration of their seasonal activity. The most active natural foci of infection are widespread in forest and forest-steppe zones. Infected ticks are increasingly being detected in urban parks. Factors of urbanization and urban sprawl, which lead to greater contact of the urban population with tick habitats, also play an important role.

A comprehensive understanding of the prevention of HGA and other tick-borne infections fits organically into the conceptual framework of «One Health» and substantiates the complex interconnectedness and interdependence of human, animal, and environmental health, as well as the need to eliminate disciplinary and professional barriers in approaches to healthcare. Accordingly, preventive measures covering only the human population are fundamentally insufficient. The implementation of the «One Health» approach requires the coordination of efforts by specialists in clinical medicine, veterinary medicine, the sanitary-epidemiological service, and ecology, as well as the development of integrated epidemiological surveillance systems covering human and animal populations and the environment. The spread of ticks is influenced by vegetation, as some plant species promote their growth and reproduction, while others, on the contrary, suppress

them due to the presence of components with repellent properties (Artemisia absinthium, garden clove). As has been demonstrated, Japanese barberry, honeysuckle, and couch grass create dense thickets with a favorable microclimate, which significantly increases the density of tick populations and their lifespan. The ecological management strategy also includes modification of vegetation cover through the removal of invasive shrubs and deciduous leaf litter, which limits the survival of vectors.

Keywords: *human granulocytic anaplasmosis; Anaplasma phagocytophilum; ixodid ticks; One Health concept; ecological aspects; repellent plants.*

Відомості про авторів:

Марина Яцюк – студентка 5 курсу Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; e-mail: yatsyuk_marand@tdmu.edu.ua (науковий керівник – проф. М. А. Андрейчин)

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-5098-0111

Тетяна Валівко – студентка 5 курсу Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; e-mail: valivko_tetvol@tdmu.edu.ua (науковий керівник – проф. М. А. Андрейчин)

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-0119-9345

Вікторія Ковальська – студентка 5 курсу Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; e-mail: kovalska_vikvol@tdmu.edu.ua (науковий керівник – проф. М. А. Андрейчин)

ORCID: https://orcid.org/0009-0005-3325-2989

Information about the authors:

Maryna Yatsyuk – 5th year student of I. Horbachevsky Ternopil National Medical University; e-mail: pokryshko@gmail.com

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9640-0786

Tetiana Valivko – 5th year student of I. Horbachevsky Ternopil National Medical University; e-mail: pokryshko@gmail.com

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9640-0786

Viktoriia Kovalska – 5th year student of I. Horbachevsky Ternopil National Medical University; e-mail: pokryshko@gmail.com

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9640-0786

Конфлікт інтересів / *Conflict of interest*. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. *The authors have no conflict of interest to declare.*

Інформація про фінансування / *Funding statement*. Стаття не мала зовнішніх джерел фінансування. *No external funding was received for this article.*

Внесок авторів / *Authors' contribution*.

Марина Яцюк – участь у підготовці огляду літератури. *Maryna Yatsyuk – preparation of the literature review.*

Тетяна Валівко – участь у розробці та координації досліджень, аналіз даних, оформлення висновків, підготовка рукопису. *Tetiana Valivko – participation in the development and coordination of the studies, data analysis, preparation of conclusions, and manuscript drafting.*

Вікторія Ковальська – обґрунтування актуальності та особливості методичного підходу. *Viktoriia Kovalska – substantiation of the relevance and specific features of the methodological approach.*

Заява щодо використання ШІ / *AI usage statement*. У підготовці рукопису ШІ не використовувався; зміст і наукові судження є винятково авторськими. *No AI was used in the preparation of the manuscript; all content and scientific judgments are solely the author's.*

Надійшла до редакції / *Received for editorial office on* 10.02.2026.

Прийнята після рецензування / *Accepted after review on* 8.04.2026.

Подана до друку / *Submitted for printing on* 21.05.2026