

DOI: 10.21802/artm.2024.3.31.269  
УДК 616.33-002.44-022.7-053.3**СУЧАСНИЙ СТАН ДІАГНОСТИКИ ІНФЕКЦІЙ, ВИКЛИКАНИХ  
HELICOBACTER PYLORI**

М.В. Шилов, О.В. Костюк

*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна**ORCID ID: 0000-0001-6852-9339, e-mail: shilov.omega@gmail.com**ORCID ID: 0000-0002-8240-2518, e-mail: helen.kostjuk@gmail.com*

**Резюме.** Стаття присвячена огляду останніх наукових досліджень, які стосуються методів діагностики інфекцій, спричинених бактерією *Helicobacter pylori* (*H. pylori*). У сучасний час, діагностика *H. pylori* є значущою проблемою з огляду на різноманітність методів та їх ефективність, і немає одного універсального підходу для виявлення цієї патогенної бактерії. У статті проведено порівняння інвазивних та неінвазивних методів дослідження хвороби, виокремлено їх переваги та обмеження. Тому провідними вченими та практиками в галузі гастроентерології рекомендується використовувати два або більше методів, зокрема комбінувати інвазивні та неінвазивні підходи, використовувати серологічний метод для скринінгу популяції, здійснювати контроль і ерадикацію *H. pylori* переважно за допомогою неінвазивних методів, використовуючи ПЛР як найбільш точний метод діагностики *H. pylori*, а також для визначення молекулярно-генетичних особливостей мікроорганізму та оцінки його вірулентності для формування уявлення про подальший перебіг і прогноз захворювання.

**Метою роботи** є систематичний огляд сучасних методів діагностики інфекцій, викликаних бактерією *Helicobacter pylori* (*H. pylori*), з метою оцінки їхньої ефективності, переваг і обмежень. Представлено огляд сучасного стану діагностики інфекцій, викликаних *Helicobacter pylori*, зосереджено увагу на різноманітних методах виявлення, їх перевагах та недоліках, а також їх ролі в перебігу хвороби та лікуванні цієї інфекції. Розглянуто різноманітні методи діагностики, які включають як інвазивні, так і неінвазивні підходи, зокрема ендоскопію, гістологію, сечовиноподібний дихальний тест (UBT), методи на основі полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), секвенування наступного покоління (NGS), біосенсиори та MALDI-TOF MS. Обговорено переваги та обмеження кожного з методів, а також їхню ефективність у діагностиці інфекцій *H. pylori*. Дослідження показали важливість розвитку новітніх підходів та їхнього застосування у практиці для покращення діагностики та лікування цієї інфекції.

**Ключові слова:** гістологія, швидкий уреазний тест, ПЛР, тест ELISA, ІФА, імуноблот, пепсиноген, чутливість, специфічність, OLG/OLGIM, *Helicobacter pylori*.

**Вступ.** Інфекція, викликана бактерією *Helicobacter pylori*, є однією з найпоширеніших інфекцій шлунка та кишечника у світі [1,2]. Понад половина населення планети хворіє інфекцією, спричиноюю цією бактерією, що часто призводить до серйозних захворювань, таких як виразки шлунка та дванадцятипалої кишки, а також рак шлунка. Сучасна медицина розвивається з кожним днем, надаючи нові методи діагностики та лікування. У галузі діагностики *Helicobacter pylori* відбуваються значні наукові та технологічні зміни, що відкривають нові перспективи і можливості [3,4]. Однією з головних перспектив є пошук більш точних, швидких і зручних методів діагностики, які були б менш інвазивними та більш доступними для пацієнтів. Розвиток молекулярних та генетичних методів, зокрема полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), відкриває можливості для точного та швидкого виявлення *H. pylori* та визначення його вірулентних властивостей [5]. Ще однією перспективою є розвиток точних біомаркерів і прогностичних методів, які дозволять прогнозувати ризик розвитку ускладнень у результаті інфекції *H. pylori*. Це допоможе у плануванні та індивідуалізації лікувальних стратегій для пацієнтів з цією інфекцією [6]. Також важливою перспективою є пошук нових препаратів для ерадикації *H. pylori*, особливо з урахуванням зростаючої проблеми антибіотикорезистентності [7]. Розвиток нових

антибіотиків та альтернативних методів лікування, таких як фаготерапія або використання пробіотиків, може вирішити цю проблему і покращити ефективність лікування. Нарешті, розвиток телемедицини та мобільних технологій може сприяти покращенню доступу до діагностики *H. pylori*, зокрема шляхом розвитку тестування в домашніх умовах за допомогою мобільних додатків або дистанційних консультацій з лікарем.

**Мета роботи** полягає в огляді сучасного стану методів діагностики інфекцій, викликаних *Helicobacter pylori*, з урахуванням їхньої ефективності, доступності, інвазивності та можливостей застосування. Робота спрямована на систематизацію і узагальнення інформації про різноманітні методи діагностики, їхні переваги та недоліки, а також на визначення перспектив розвитку у цій області.

**Обґрунтування дослідження.** Дане дослідження полягає у вивченні та систематизації інформації про сучасні методи діагностики інфекцій, спричинених *Helicobacter pylori* [8]. Ця інфекція є однією з найбільш поширених у світі, а зважаючи на її потенційно серйозні наслідки для здоров'я, важливо розробляти та вдосконалювати методи її виявлення. Дослідження такого роду має практичне значення для медичної практики, оскільки правильна та своєчасна діагностика *H. pylori* дозволяє ефективно лікувати

інфекцію та запобігати розвитку ускладнень, таких як виразкова хвороба шлунка та рак [9,10]. Дослідження сучасного стану діагностики *H. pylori* також має наукове значення, оскільки воно дозволяє систематизувати та узагальнити інформацію про різні методи, їх переваги та недоліки, а також визначити напрямки подальших досліджень у цій області [11]. Такий огляд може стати основою для розробки нових та покращених методів діагностики, які будуть більш точними, швидкими та зручними для використання в клінічній практиці.

**Матеріали і методи.** У роботі було застосовано аналіз науково-дослідницьких робіт, опис сучасних технологій та методів діагностики, порівняння їхньої ефективності та визначення найбільш оптимальних підходів для діагностики інфекцій, зокрема у гастроентерологічних пацієнтів. У ході дослідження використовували метод наукових публікацій, доступних у базах даних PubMed, Scopus, Crossref та Google Scholar.

**Результати дослідження.** Результати дослідження показали, що сучасні методи діагностики інфекцій, викликаних *Helicobacter pylori*, виявляються різноманітними за своєю ефективністю, інвазивністю та доступністю [12,13]. Аналіз наукових публікацій у базах даних PubMed, Scopus, Crossref та Google Scholar показав, що вибір методу діагностики *H. pylori* повинен здійснюватися з урахуванням його переваг та недоліків, а також індивідуальних характеристик пацієнта та клінічних умов, що є ключовим для успішного управління цією інфекцією. Інфекція *Helicobacter pylori* є серйозною загрозою для здоров'я, оскільки може спричинити різноманітні захворювання шлунка та інших органів [14]. Точне та швидке виявлення цієї бактерії вкрай важливе для належного лікування пацієнтів та ефективної боротьби з інфекцією [15]. Для цього існують різноманітні методи діагностики, які можна поділити на інвазивні та неінвазивні. Інвазивні методи, такі як ендоскопія, гістологія та культивування, мають певні обмеження через їх складність та інвазивність. У цьому контексті неінвазивні методи, наприклад уреазний дихальний тест (UBT), є більш популярними у клінічній медицині. Крім того, молекулярні методи, такі як полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) та секвенування наступного покоління (NGS), демонструють високу чутливість і специфічність у виявленні *H. pylori*. На особливу увагу заслуговують пристрої для надання медичної допомоги (РОС), які прискорюють процес діагностики і роблять його більш доступним. РОС в контексті діагностики *H. pylori* означає "Point-of-Care" (точка догляду). Це підходи, методи або технології, які використовуються для проведення тестів або аналізів безпосередньо біля пацієнта, зазвичай у клінічному оточенні або навіть у полі, а не в лабораторії. У діагностиці *H. pylori*, РОС-тест може бути у вигляді пристроїв або методів, які дозволяють швидко і точно визначити наявність цієї бактерії безпосередньо в клінічному оточенні. Наприклад, РОС-тест може використовуватися для аналізу шлункового вмісту або сечі пацієнта на наявність антигенів *H. pylori* або на антитіла від цієї бактерії. Такі тести зазвичай мають високу швидкість і можуть дати результати лише за кілька хвилин або годин.

Використання РОС-тестів у діагностиці *H. pylori* може допомогти швидко і ефективно виявити цю інфекцію, що дозволить лікарям почати лікування раніше та зменшити ризик ускладнень. Такі тести можуть бути особливо корисними для пацієнтів, які отримують медичну допомогу в обмежених умовах або в регіонах з обмеженим доступом до лабораторій. Біосенсори, такі як аптасенсори, виявляються корисними інструментами завдяки своїй високій чутливості та вибірковості. Крім того, нові технології, наприклад MALDI-TOF MS, дозволяють швидко та точно ідентифікувати різновиди *H. pylori*. MALDI-TOF MS (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry) - це метод аналізу мас-спектрометрії, який використовується для ідентифікації мікроорганізмів, включаючи *Helicobacter pylori*. Цей метод полягає у відліку маси молекул, що знаходяться у зразку, який аналізується. У діагностиці *H. pylori* MALDI-TOF MS використовується для ідентифікації бактерії за її унікальним мас-спектром, який є характерною "підписом" для кожного виду мікроорганізму. Цей метод дозволяє швидко та точно визначити наявність *H. pylori* у зразку і відрізнити її від інших мікроорганізмів. Однією з головних переваг MALDI-TOF MS є його швидкість та висока точність, що дозволяє ефективно виявляти *H. pylori* та ідентифікувати його види. Також використання цього методу може допомогти в розвитку більш ефективних та точних стратегій лікування і боротьби з цією інфекцією. Провідними вченими світу розробляються методики діагностики *H. pylori*, включаючи інвазивні, неінвазивні та молекулярні підходи [16,17]. Також обговорюється застосування новітніх методів, таких як MALDI-TOF MS та РОС, а також методів, заснованих на біомаркерах [18]. Як стверджують учені [19], рак шлунка є серйозною проблемою здоров'я, оскільки він займає четверте місце за поширеністю серед усіх ракових захворювань у світі і стає другою за поширеністю причиною смерті від раку. Прогнози на майбутнє свідчать про те, що ця проблема може тільки погіршуватися з часом. Фактори ризику включають інфекцію *Helicobacter pylori* (*H. pylori*), генетичні чинники та фактори навколишнього середовища. *H. pylori* є класом I канцерогену та є відповідальним за більшість випадків раку шлунка. У країнах з високою захворюваністю раком шлунка рекомендується національний скринінг на інфекцію *H. pylori* та її ерадикацію. Лікування залежить від місцевої резистентності до антибіотиків, але чотирикратна терапія вісмутом або без нього може ефективно видалити бактерії у більш як 90% випадків. Успішність лікування має бути перевірена за допомогою неінвазивних тестів. Пацієнти з передраковими змінами (атрофія, метаплазія) мають регулярно проходити ендоскопічний та гістологічний контроль. Скринінг слід проводити на основі ризику згідно зі стадіями OLGA/OLGIM або системою визначення стадії A-D. OLGA (Operative Link on Gastritis Assessment) і OLGIM (Operative Link on Gastric Intestinal Metaplasia Assessment) - це системи оцінки ступеня гастриту і кишкової метаплазії шлунка. Вони були розроблені для оцінки ризику розвитку раку шлунка на основі ендоскопічних та гістологічних даних. OLGA визначає ризик розвитку раку шлунка на основі ступеня

поширеності гастриту, тоді як OLGIM визначає ризик на основі наявності кишкової метаплазії. Обидва методи дозволяють класифікувати пацієнтів на різні ступені ризику, що дає змогу розпочати вчасну профілактичну та лікувальну стратегію для запобігання розвитку раку шлунка. У країнах з високою поширеністю раку шлунка скринінг може проводитися за допомогою серологічних тестів на пепсиноген I (PGI), співвідношення PGI/PGII та антитіла *H. pylori*, що дозволяє вибрати пацієнтів з вищим ризиком цього захворювання. Усі методи виявлення інфекції *Helicobacter pylori* можна розділити на дві основні категорії: інвазивні та неінвазивні. Інвазивні методи потребують проведення фіброгастроуденоскопії, тоді як неінвазивні не потребують цієї процедури. Додатково, методи можна поділити на прямі (які безпосередньо визначають наявність *H. pylori*) та непрямі (які виявляють продукти життєдіяльності *H. pylori*).

#### **Методи неінвазивної діагностики інфекцій, викликаних *H. pylori*.**

Один із методів, який широко використовується для виявлення інфекції *Helicobacter pylori*, - це тест імунноензимного аналізу (ELISA) для виявлення специфічних антитіл до антигенів *H. pylori*. Цей тест спрямований на пошук антитіл класів IgG та IgA у сироватці у людей, яких підозрюють у зараженні *H. pylori*. Ці антитіла спрямовані проти антигену CagA, найбільш специфічного антигена *H. pylori*. Виявлення цих антитіл може бути корисним у діагностиці зараження *H. pylori*, коли у пацієнта є протипоказання до проведення ендоскопічного дослідження. На жаль, цей тест не виявляє місцевих змін, що виникають внаслідок зараження *H. pylori* у шлунку, і може давати результати помилково негативні. Його результат не залежить від прийому інгібіторів протонної помпи, H<sub>2</sub>-блокаторів або антибіотиків. Підвищений рівень антитіл класів IgG або IgA може залишатися у крові протягом 6-12 місяців, тому цей тест не використовується для оцінки ефективності ерадикації *H. pylori*.

Дихальний тест з використанням ізотопів вуглецю 13C або 14C є дуже швидким і простим способом підтвердження активної інфекції бактерією *Helicobacter pylori*. Цей тест вважається "золотим стандартом" у діагностиці. Він може бути використаний для оцінки ерадикації бактерій після 4 тижнів після завершення лікування. Принцип тесту полягає в розкладі зазначеного маркера з вуглем до аміаку та діоксиду вуглецю за допомогою бактеріальної уреазы *H. pylori*. Вимірюючи кількість повітря, що видихається, позначеного CO<sub>2</sub>, можна визначити наявність *H. pylori* у шлунку пацієнта.

Пошук бактеріальних антигенів є ще одним методом діагностики інфекції *H. pylori*. Тест, який виявляє антигени *H. pylori* в калі, підтверджує не лише поточну інфекцію, але також дозволяє оцінити ефективність ерадикації. Дослідження показали, що цей тест є таким самим корисним і надійним, як описаний вище тест на вуглецевий видих. Його ефективність було підтверджено навіть під час лікування інгібітором протонної помпи. Існують два методи визначення антигена *H. pylori* в калі, які використовують моноклональні антитіла: імунноферментний метод (ELISA) та імунокроматографічний. Перевагою першого є більша

точність, порівнюючи з імунокроматографічним методом за специфічністю і чутливістю (близько 90%). Водночас імунокроматографічний метод є простим і не вимагає спеціального обладнання для його проведення.

#### **Методи інвазивної діагностики інфекцій, викликаних *H. pylori*.**

**Уреазний тест.** Уреаза є важливим фактором вірулентності, який притаманний різним патогенним бактеріям. Цей фермент сприяє колонізації організму-господаря та забезпечує бактеріальним клітинам життєво важливі умови у тканинах. Завдяки своїй ферментативній активності уреаза може викликати токсичну дію на клітини людини. Присутність уреазної активності є важливим маркером деяких бактеріальних інфекцій. Крім того, уреаза є імуногенним білком, який розпізнається антитілами у крові людини. Присутність таких антитіл може бути пов'язана з розвитком різних тривалих захворювань, таких як ревматоїдний артрит, атеросклероз або інфекції сечовивідних шляхів.

Мотиви уреаз у бактеріях можуть бути подібними до мотивів людських білків, що призводить до молекулярної мімікрії і виникнення аутоантитіл, які можуть пошкоджувати молекули пацієнта. Виявлення мотивів зв'язування антитіл в бактеріальних білках є складним процесом, проте органічні інструменти, такі як бібліотеки синтетичних пептидів, корисні як для картування епітопів, так і для проведення серологічних досліджень. Цей тест дозволяє виявити поточну інфекцію *H. pylori*, і позитивний результат достатньо для початку ерадикаційного лікування. Він є відносно недорогим і передусім швидким методом. Проте у випадку кровотечі з верхнього відділу шлунково-кишкового тракту, у пацієнтів, які приймають інгібітори протонної помпи, H<sub>2</sub>-блокатори, антибіотики або препарати вісмуту, він може дати помилково негативні результати. Помилково позитивні результати відбуваються рідко і можуть бути спричинені іншими інфекціями, наприклад, паличками Клебсіелли або Протеуса. У швидкому тесті на уреазу використовується здатність *H. pylori* до вироблення уреазы. Зразок слизової оболонки передається на плитку з мочевиною, яка розкладається уреазою. Позитивний результат вказує на зміну забарвлення плитки з жовтого на червоний під впливом зміни рН (алкалізація середовища).

**Гістологічне дослідження.** Гістологічне дослідження зразків слизової оболонки вважається золотим стандартом у прямій діагностиці *H. pylori*. Цей метод полягає у фарбуванні взятих від пацієнта біоптатів еозином і гематоксиліном, а також додатково методом Романовського-Гімзи []. Він дозволяє спостерігати зміни в слизовій оболонці, ступінь запалення, кількість бактерій, а також виключення злоякісних змін. Також можливе виявлення резистентності *H. pylori* до кларитроміцину за допомогою методу флуоресцентної гібридизації *in situ*.

**Культивування бактерій.** Це рідко використовуваний діагностичний метод через складнощі у вирощуванні *H. pylori*. Відсоток успішно вирощених бактерій з біоптатів, взятих під час ендоскопії, становить від 50 до 70%. Однією з найбільших переваг цього методу є можливість оцінки чутливості *H. pylori*

до ліків. Культивування рекомендується при щонайменше двох неуспішних ерадикаціях та при алергії на антибіотик, який рекомендується у схемі ерадикації. Культивування відбувається при температурі 37°C протягом 4-5 днів в умовах мікроаерофільних при зниженій кисневому тиску і підвищеному вмісті вуглекислого газу (5% O<sub>2</sub> + 10% CO<sub>2</sub> + 85% N<sub>2</sub>). Бактерії ростуть на середовищі Campy-BA (Кемпі-кров'яний агар), на агарі з кров'ю та агарі шоколадному. Колонії *H. pylori* є прозорими і сірими, а також позитивно реагують на каталазу, оксидазу та уреазу. Проба на уреазу, виконана на середовищі Крістенсена, є дуже активною, що дозволяє швидко ідентифікувати *H. pylori* як кілька хвилин після посіву, так і безпосередньо у біоптаті. Було проаналізовано низку методів для діагностики інфекції *Helicobacter pylori*. Зазвичай розрізняють методи, які потребують ендоскопії та взяття біоптатів, так звані інвазивні методи, від методів, які виконуються на крові, калі, повітрі тощо, так звані неінвазивні методи. Серед інвазивних методів, гістологія, ймовірно, є найбільш поширеним у всьому світі, і нещодавно була доповнена використанням системи OLGA або OLGIM для оцінки ризику раку шлунка. Культивування бактерій є складним процесом, але останнім часом відновлено до нього інтерес через зростання резистентності *H. pylori* до антимікробних засобів та необхідності підбору дієвого антибіотика. Швидкий тест на уреазу, хоча не такий чутливий, має велику перевагу у наданні швидкого результату, що дозволяє негайно призначити лікування. Молекулярні методи розвиваються, особливо метод реального часу ПЛР, для якого тепер доступні набори, які виявляють *H. pylori* і його резистентність до кларитроміцину, і дозволяють стандартизацію. Перевагою цього методу є можливість його застосування до аналізу калу, що робить його неінвазивним. Однак на цьому етапі видобуток ДНК з біоматеріалу все ще є проблемою. Найкращим методом для таких зразків є тест на ELISA з моноклональними антитілами. Однак багато хто все ще віддає перевагу дихальному тесту, який став стандартом у цій галузі. Нарешті, серологічні тести ELISA також зазнали вдосконалення, оскільки тільки вони можуть бути використані на пацієнтах, що приймають інгібітори протонної помпи.

**Молекулярні методи**, такі як полімеразна ланцюгова реакція (PCR), дозволяють виявляти гени, відповідальні за вірулентність бактерій (*capA*, *vacA*), а також мутації, які призводять до резистентності до макролідів та флуорохінолонів. Дослідження показали, що методом PCR можна підтвердити інфекцію *H. pylori* навіть у пацієнтів із кровоточивими виразками шлунка, коли інші методи дали би негативні результати. Матеріалом для аналізу можуть бути взяті ткани з ділянок, які зазнали змін у слизовій оболонці шлунка, а також слина та кал. Завдяки тому, що взяті ткани беруться неінвазивно, метод PCR належить до неінвазивних методів. Їх перевагою є висока специфічність, але через високу вартість і складний доступ вони не використовуються рутинно в діагностиці *H. pylori*.

**Обговорення результатів.** Наведено важливий огляд різноманітних методів діагностики інфекцій, спричинених бактерією *Helicobacter pylori* (*H. pylori*). Зазначається, що ця бактерія відіграє

ключову роль у виникненні різних захворювань шлунково-кишкового тракту, включаючи виразку шлунка та рак шлунка. Стаття розглядає як інвазивні, так і неінвазивні методи діагностики *H. pylori*. Інвазивні методи включають бактеріологічні та гістологічні дослідження, а також методи молекулярної біології, такі як полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Неінвазивні методи включають дихальні тести, сироваткові тести та молекулярно-біологічні методи. Особливо увага приділяється перевагам і недолікам кожного методу діагностики, а також їх чутливості та специфічності. Розвиток нових методів діагностики інфекції *Helicobacter pylori*, зокрема за допомогою вольтамперометричного біосенсора, є об'єктом вивчення у роботі Лі та інших авторів [11]. Використання таких технологій може виявитися корисним для покращення точності та швидкості діагностики, а також для зниження витрат на лабораторні аналізи. При цьому важливо враховувати епідеміологічні аспекти інфекції *H. pylori* та її вплив на здоров'я людини. Робота Дувняка та інших [12] надає важливу інформацію щодо епідеміології інфекції та зв'язку з функціональною диспепсією. Попередні дослідження також підкреслюють значення гістопатологічної діагностики інфекції *H. pylori*. Робота Лі [13] відзначає важливість розрізнення інфекції від супутніх захворювань шлунка на основі гістопатологічного аналізу. Прогрес у діагностиці інфекції *H. pylori* також відображений у роботі Соузи та інших авторів [10], які надають огляд досягнень у цій галузі. Оновлені методики дозволяють здійснювати більш точну та швидку діагностику, що є важливим для ефективного лікування та контролю за захворюваннями. Отже, міжнародні дослідження та роботи в цій області доповнюють одна одну, дозволяючи отримати більш повне розуміння інфекції *H. pylori*, її епідеміології, діагностики та лікування. Важливо відзначити, що стаття підкреслює потребу у використанні комбінованих методів діагностики для забезпечення точності результатів. Перспективними методами діагностики інфекцій, викликаних *H. pylori*, є застосування новітніх технологій, які можуть покращити точність та швидкість діагностики, а також зменшити інвазивність процедур. Зокрема у [16] вказується, що *H. pylori* може бути причиною лише частини випадків диспепсії, інші фактори, такі як гастроєзофагеальний рефлюкс, цукровий діабет чи подразнений кишечник, також можуть викликати подібні симптоми. Тому, враховуючи економічну обмеженість доступу до дорогих тестів на *H. pylori*, емпіричне лікування інгібіторами протонної помпи (ППП) може бути доцільним для пацієнтів із симптомами диспепсії. Важливо також враховувати можливість довготривалої інфекції *H. pylori* та її вплив на здоров'я пацієнта протягом усього життя. Навіть якщо інфекція не проявляється симптоматично, вона може призвести до серйозних ускладнень у майбутньому, таких як виразкова хвороба шлунка чи рак. Отже, враховуючи усі ці фактори, важливо встановити оптимальну стратегію діагностики та лікування диспепсії. Підходячи до кожного пацієнта індивідуально та враховуючи його медичну історію та фактори ризику, ми можемо забезпечити належне управління симптомами та запобігання ускладнень. Оскільки універсального методу діагностики *H. pylori*

на сьогодні немає, важливо враховувати переваги та недоліки кожного методу. Дослідники рекомендують використовувати принаймні два методи діагностики для отримання найбільш надійних результатів. Гістологічне дослідження та молекулярно-генетичні методи традиційно вважаються найбільш надійними. Використання інвазивних методів частіше застосовується у першоджерелі діагностики, тоді як неінвазивні методи можуть бути корисними для скринінгу дорослих та дітей, контролю ефективності лікування, а також для наукових досліджень стосовно поширеності та наслідків інфекції *H. pylori*.

#### Висновки.

На основі проведеного огляду досліджень у сфері діагностики інфекцій, викликаних *Helicobacter pylori*, було проаналізовано сучасні підходи, що застосовуються у світовій медичній практиці. Встановлено, що виявлення інфекції *H. pylori* потребує застосування різноманітних методів, включаючи інвазивні та неінвазивні підходи. Це може включати гістопатологічний аналіз, тестування на антигени, дихальні тести та молекулярну діагностику. Точна діагностика інфекції *H. pylori* має важливе значення для вчасного та ефективного лікування. Деякі методи, такі як методи молекулярної діагностики, можуть мати високу специфічність та чутливість для виявлення інфекції *H. pylori*, що робить їх важливими інструментами для дослідження та клінічної практики. Попри значний прогрес у діагностиці інфекції *H. pylori*, продовжуються дослідження для поліпшення методів виявлення, оцінки їх ефективності та розробки нових технологій.

#### References.

1. Leja M. Addressing the risks of broad-scale *H. pylori* eradication. *The Lancet Gastroenterology & Hepatology* [Internet]. 2023 Mar;8(3):201–3. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s2468-1253\(22\)00426-5](http://dx.doi.org/10.1016/s2468-1253(22)00426-5)
2. Kondratiuk N, Paliy I, Zaika S. Analysis of the prevalence of *Helicobacter pylori* infection and the effectiveness of eradication schemes in patients with the upper gastrointestinal tract disorders (according to the results of 13C-urea breath tests for 2006–2019). *Gastroenterology Review* [Internet]. 2021;16(3):229–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.5114/pg.2021.108976>
3. Saif N, Jensen N, Farrar E, Blackstone S, Hauck FR. Prevalence of *Helicobacter pylori* infection among resettled refugees presenting to a family medicine clinic in the United States. *Helicobacter* [Internet]. 2022 Apr. 28;27(3). Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/hel.12894>
4. Tshibangu-Kabamba E, Yamaoka Y. *Helicobacter pylori* infection and antibiotic resistance — from biology to clinical implications. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* [Internet]. 2021 May 17;18(9):613–29. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41575-021-00449-x>
5. Ansari S, Yamaoka Y. *Helicobacter pylori* Infection, Its Laboratory Diagnosis, and Antimicrobial Resistance: a Perspective of Clinical Relevance. *Clinical Microbiology Reviews* [Internet]. 2022 Sept. 21;35(3). Available from: <http://dx.doi.org/10.1128/cmr.00258-21>
6. Kolosovych I.V, Hanol I.V, Lebedieva K.O. *Helicobacter pylori* as etiological factor of acute pancreatitis and marker of its purulent-septic complications development. *Klinicheskaia khirurgiia* [Internet]. 2020 Sept. 30;87(7–8):15–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.26779/2522-1396.2020.7-8.15>
7. Prasad K, Shukla S. Infections of the Gastrointestinal System [Internet]. [місце невідоме]: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.; 2013. Laboratory Diagnosis of *Helicobacter pylori* Infection; p.191. Available from: [https://doi.org/10.5005/jp/books/11918\\_14](https://doi.org/10.5005/jp/books/11918_14)
8. Mégraud F, Bessède E, Lehours P, редактори. *Helicobacter Pylori: A Worldwide Perspective 2014* [Internet]. [місце невідоме]: BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS; 2014. Current Methods Used for the Diagnosis of *Helicobacter pylori* Infection; p.234–58. Available from: <https://doi.org/10.2174/9781608057375114010014>
9. Stave K, Berrio ME, Palencia SL. Methods of diagnosis of *Helicobacter pylori* in children: Current status and prospects. *J Sci With Technol Appl* [Internet]. May. 2017;2:24–43. Available from: <https://doi.org/10.34294/j.jsta.17.2.12>
10. Sousa C, Ferreira R, Santos SB, Azevedo NF, Melo LD. Advances on diagnosis of *Helicobacter pylori* infections. *Crit Rev Microbiol* [Internet]. 20 Oct. 2022;1–22. Available from: <https://doi.org/10.1080/1040841x.2022.2125287>
11. Ly SY, Yoo HS, Choa SH. Diagnosis of *Helicobacter pylori* bacterial infections using a voltammetric biosensor. *J Microbiol Methods* Oct. Жовт. 2011;87(1):44–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2011.07.002>
12. Duvnjak M, Lerotic I, Baršić N, Tomašić V, редактори. *Helicobacter Pylori: A Worldwide Perspective 2014* [Internet].: BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS; 2014. *Helicobacter pylori* Infection and Functional Dyspepsia: Epidemiology, Diagnosis and Current Treatment; p.276–9. Available from: <https://doi.org/10.2174/9781608057375114010016>
13. Lee HS. *Helicobacter pylori* [Internet]. Singapore: Springer Nature Singapore; 2023. Histopathologic Diagnosis of *H. pylori* Infection and Associated Gastric Diseases; p.143–52. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-981-97-0013-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-97-0013-4_9)
14. Elbehiry A, Marzouk E, Aldubaib M, Abalkhail A, Anagreyah S, Anajirih N, Almuzaini AM, Rawway M, Alfadhel A, Draz A, Abu-Okail A. *Helicobacter pylori* Infection: Current Status and Future Prospects on Diagnostic, Therapeutic and Control Challenges. *Antibiotics* [Internet]. 17 Jan. 2023;12(2):191.
15. Ranjbar R, Sahebkar A, Ebrahimi A. *Helicobacter pylori* infection: Conventional and molecular strategies for bacterial diagnosis and antibiotic resistance testing. *Curr Pharm Biotechnol* [Internet]. 20 Sept. 2022;23. Available from: <https://doi.org/10.2174/1389201023666220920094342>

16. Faisal N, Ul Haq M, Shaikh H, Ashraf P, Esmail JH. Helicobacter pylori infection;. Prof Med J [Internet]. 22 Feb. 2012;19(02):202-7. Available from: <https://doi.org/10.29309/tpmj/2012.19.02.2011>
17. Konieczna I, Zarnowiec P, Kwinkowski M, Kolesinska B, Fraczyk J, Kaminski Z, Kaca W. Bacterial Urease and its Role in Long-Lasting Human Diseases. Curr Protein Pept Sci [Internet]. 1 Dec. 2012;13(8):789-806. Available from: <https://doi.org/10.2174/138920312804871094>
18. Ranjbar R, Sahebkar A, Ebrahimi A. Helicobacter pylori infection: Conventional and molecular strategies for bacterial diagnosis and antibiotic resistance testing. Curr Pharm Biotechnol [Internet]. 20 Sept. 2022; 23. Available from: <https://doi.org/10.2174/1389201023666220920094342>.
19. Tepes P. Population Based Helicobacter pylori Screening and Eradication: Advances Versus Side Effects. Curr Pharm Des [Internet]. 24 Jul. 2014;20(28):4501-9. <https://doi.org/10.2174/13816128113196660733>

UDC 616.33-002.44-022.7-053.3

#### CURRENT STATUS OF DIAGNOSTIC INFECTIONS CAUSED BY HELICOBACTER PYLORI

M.V. Shylov, O.V. Kostiuk

*Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine*  
ORCID ID: 0000-0001-6852-9339,  
e-mail: [shilov.omega@gmail.com](mailto:shilov.omega@gmail.com)  
ORCID ID: 0000-0002-8240-2518,  
e-mail: [helen.kostjuk@gmail.com](mailto:helen.kostjuk@gmail.com)

**Abstract.** The article is devoted to the review of the latest scientific research related to methods of diagnosis of infections caused by Helicobacter pylori (H. pylori) bacteria. Based on the review of research in the field of diagnosis of infections caused by Helicobacter pylori, modern approaches used in global medical practice were analysed. In modern times, diagnosing H. pylori is a significant problem given the variety of methods and their effectiveness, and there is no single universal approach for detecting this pathogenic bacterium. Infection caused by the bacterium Helicobacter pylori is one of the world's most common stomach and intestinal infections. More than half of the world's population is infected with this bacterium, which often leads to severe diseases such as stomach and duodenal ulcers, as well as stomach cancer. Modern medicine develops every day, providing new

methods of diagnosis and treatment. Significant scientific and technological changes are taking place in Helicobacter pylori diagnostics, which open up new perspectives and opportunities. One of the leading prospects is the search for more accurate, fast and convenient diagnostic methods that would be less invasive and more accessible to patients. The development of molecular and genetic methods, in particular polymerase chain reaction (PCR), opens up opportunities for accurate and rapid detection of H. pylori and the determination of its virulent properties. Another perspective is the development of accurate biomarkers and prognostic methods that will predict the risk of developing complications due to H. pylori infection. This will help plan and individualise treatment strategies for patients with this infection. The search for new drugs to eradicate H. pylori is also a critical prospect, especially considering the growing problem of antibiotic resistance. The article compares invasive and non-invasive methods of disease research, highlighting their advantages and limitations. Therefore, leading scientists and practitioners in the field of gastroenterology are recommended to use two or more methods, in particular, to combine invasive and non-invasive approaches, to use a serological method for population screening, to control and eradicate H. pylori mainly by non-invasive methods, using PCR as the most accurate method for diagnosing H. pylori, as well as to determine the molecular and genetic characteristics of the microorganism and assess its virulence to form an idea of the further course and prognosis of the disease. The purpose of the work is to systematically review modern methods of diagnosing infections caused by the bacterium Helicobacter pylori (H. pylori) to evaluate their effectiveness, advantages and limitations. An overview of the state of the art in diagnosing Helicobacter pylori infections is presented, focusing on the various detection methods, their advantages and disadvantages, and their role in the course of the disease and the treatment of this infection. A variety of diagnostic methods are reviewed, including both invasive and non-invasive approaches, including endoscopy, histology, urea breath test (UBT), polymerase chain reaction (PCR)-based methods, next-generation sequencing (NGS), biosensors, and MALDI-TOF MS. The advantages and limitations of each of the methods, as well as their effectiveness in the diagnosis of H. pylori infections, are discussed. Studies have shown the importance of developing new approaches and their application in practice to improve the diagnosis and treatment of this infection.

**Keywords:** histology, rapid urease test, PCR, ELISA test, ELISA, immunoblot, pepsinogen, sensitivity, specificity, OLGA/OLGIM, Helicobacter pylori.

Стаття надійшла в редакцію 28.06.2024 р.  
Стаття прийнята до друку 25.09.2024 р.