

**Висновки.** Морфологічний контроль є незамінним методом оцінки ефективності хіміотерапії, оскільки забезпечує безпосереднє виявлення клітинних і тканинних змін; гістологічні та цитологічні критерії дозволяють диференціювати між повною, частковою та відсутньою відповіддю пухлини на лікування; впровадження цифрових технологій, імуноцитохімічних маркерів та автоматизованих систем аналізу сприяє підвищенню об'єктивності морфологічної оцінки; а поєднання морфологічного контролю з молекулярно-біологічними методами створює основу для персоналізованого підходу до лікування онкопатологій.

**Список використаних джерел.**

1. Задорожна О. М., Кузьменко В. О. Морфологічна оцінка ефективності неоад'ювантної хіміотерапії. *Український медичний часопис*. 2022. No. 4.
2. *Клінічна онкоморфологія* / за ред. Ю. І. Гула. Харків : Харківський національний медичний університет, 2023.
3. *Патологоанатомічна діагностика в онкології* : навчальний посібник / за ред. О. В. Мельника. Київ : Медицина, 2020.
4. Синяков М. І. Класифікація терапевтичного патоморфозу злоякісних пухлин. *Онкологія*. 2019. No. 2. С. 45–53.
5. Greenstein D. Pathological response to chemotherapy: morphological criteria and clinical significance. *Modern Pathology*. 2021. Vol. 34, No. 3. P. 375–389.

## **РОЛЬ ПЛР У ВИЯВЛЕННІ ЛАТЕНТНИХ ВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ**

Кудряшова Ірина Михайлівна,  
вірусолог,  
м. Львів, Україна

Латентні вірусні інфекції становлять значну діагностичну проблему, оскільки збудники можуть тривалий час перебувати в організмі у неактивному стані, не викликаючи клінічних проявів, але зберігаючи потенціал до реактивації. Такі інфекції притаманні, зокрема, герпесвірусам, цитомегаловірусу (ЦМВ), вірусу Епштейна-Барр (EBV), ВІЛ, а також вірусам гепатиту В і С.

Традиційні методи діагностики – серологічні, культуральні або імунологічні часто не дозволяють достовірно підтвердити наявність латентної форми, оскільки антитіла можуть зберігатися після перенесеної інфекції, а рівень вірусного антигену залишається мінімальним. У цьому контексті полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) стала ключовим інструментом для виявлення навіть незначних кількостей вірусної нуклеїнової кислоти, що робить її «золотим стандартом» молекулярної діагностики [1].

Метод ПЛР базується на ампліфікації певного фрагмента ДНК або РНК вірусу за допомогою термостабільної ДНК-полімерази. Реакція проходить у три циклічні етапи: денатурація (розрив подвійного ланцюга ДНК), приєднання праймерів до цільової ділянки, і елонгація – синтез нового ланцюга ДНК. Кожен цикл подвоює кількість ампліфікованого продукту, що забезпечує експоненційне

зростання сигналу навіть при наявності однієї копії геному [1, 2].

Сучасні модифікації – реальна часова ПЛР (qPCR) та зворотнотранскриптазна ПЛР (RT-PCR) дозволяють не лише виявляти наявність вірусного геному, а й кількісно визначати вірусне навантаження, що є критично важливим для моніторингу латентних інфекцій [1, 2].

Герпесвіруси (HSV-1, HSV-2, VZV, EBV, CMV, HHV-6, HHV-7, HHV-8) здатні до довічної персистенції в організмі людини. У латентному стані вірус зберігається в нейронах, лімфоцитах або епітеліальних клітинах у вигляді неактивної ДНК, недоступної для імунної відповіді [1, 2].

ПЛР дозволяє виявити вірусну ДНК навіть при низькому рівні реплікації, що робить її єдиним достовірним методом діагностики латентної форми. Наприклад, при інфекції EBV виявлення вірусної ДНК у В-лімфоцитах або слині дозволяє встановити факт носійства та оцінити ризик реактивації. При ЦМВ-інфекції кількісна ПЛР використовується для моніторингу імуносупресованих пацієнтів після трансплантації [2, 3].

ПЛР є критично важливою у виявленні ВІЛ на ранніх стадіях, коли серологічні тести ще не визначають антитіла. У період латентності, коли вірус інтегрований у геном клітин-господарів, ПЛР дозволяє виявити провірусну ДНК у лімфоцитах периферичної крові.

Метод також застосовується для моніторингу ефективності антиретровірусної терапії, визначення рівня вірусного навантаження (кількість копій РНК ВІЛ у плазмі), що є ключовим показником контролю інфекції [2, 3].

Для гепатиту В (HBV) характерна латентна форма інфекції (так званий «окультний» гепатит), коли HBsAg відсутній у сироватці, але вірусна ДНК зберігається в гепатоцитах. У таких випадках лише ПЛР здатна виявити мінімальні кількості вірусного геному, що дозволяє уникнути діагностичних помилок [2, 3].

При гепатиті С (HCV) зворотнотранскриптазна ПЛР (RT-PCR) використовується для визначення наявності РНК вірусу, оцінки ефективності лікування прямими противірусними препаратами (ДАА) і контролю ремісії [1].

ПЛР успішно застосовується також для виявлення латентних інфекцій, спричинених вірусом папіломи людини (HPV), парвовірусом В19, JC-вірусом та ВК-вірусом, які можуть залишатися неактивними тривалий час, але реактивуватися за умов імуносупресії [1].

У клінічній практиці виявлення таких вірусів методом ПЛР дозволяє запобігти ускладненням, зокрема нефропатіям, енцефалітам чи онкологічним процесам.

ПЛР вирізняється надзвичайною чутливістю та високою специфічністю, дозволяє швидко отримувати результати, кількісно оцінювати вірусне навантаження і застосовується до різних типів біологічних зразків, що забезпечує їй провідне місце серед методів діагностики латентних інфекцій [2, 3].

Завдяки цим перевагам ПЛР використовується не лише для діагностики, а й для скринінгу донорської крові, моніторингу пацієнтів із хронічними вірусними інфекціями та оцінки ефективності терапії.

Інтерпретація результатів ПЛР при латентних інфекціях потребує

обережності, оскільки виявлення вірусної нуклеїнової кислоти не завжди свідчить про активний інфекційний процес. Необхідно враховувати [2, 3]:

- тип зразка – наявність вірусної ДНК у клітинних фракціях (наприклад, у лімфоцитах) може свідчити про інтегровану, але неактивну форму;
- кількісні показники – низьке вірусне навантаження може відповідати латентному носійству, тоді як зростання кількості копій – реактивації;
- клінічний контекст – результати слід оцінювати разом із симптомами, імунним статусом і серологічними маркерами.

Для підвищення точності діагностики рекомендується комбінувати ПЛР з іншими методами – ІФА, імуноблотингом або секвенуванням.

Подальший розвиток технології спрямований на підвищення її чутливості, швидкості та зручності використання. Найбільш перспективними напрямками розвитку ПЛР-діагностики є мультиплексні системи для одночасного виявлення кількох вірусів, цифрова ПЛР для точного кількісного визначення ДНК без калібрувальних кривих, портативні point-of-care пристрої для швидкого тестування біля ліжка пацієнта та інтеграція технології з наноматеріалами й мікрофлюїдиками з метою підвищення ефективності ампліфікації в мінімальних об'ємах проб.

**Висновки.** ПЛР є найчутливішим і найнадійнішим методом виявлення латентних вірусних інфекцій, здатним ідентифікувати мінімальні кількості вірусної ДНК або РНК навіть за відсутності клінічних проявів. Її застосування має ключове значення для ранньої діагностики, моніторингу перебігу інфекцій, контролю ефективності противірусної терапії та запобігання реактиваціям у групах ризику. Завдяки розвитку технологій qPCR і digital PCR цей метод стає основою персоналізованої вірусологічної діагностики майбутнього.

#### **Список використаних джерел.**

1. Циганенко О. В. Полімеразна ланцюгова реакція у діагностиці вірусних інфекцій: клінічне значення. *Український журнал лабораторної медицини*. 2023. No. 2.
2. Gupta R., Sharma S., Patel K. et al. Detection of latent viral infections using PCR-based assays: challenges and advances. *Journal of Clinical Virology*. 2024. Vol. 180. Article No. 105286.
3. Li X., Wang Y., Chen J. et al. Role of PCR in diagnosing latent hepatitis B and C infections. *Frontiers in Medicine*. 2024. Vol. 11. Article No. 14523.

## **ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У ВІРУСОЛОГІЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ**

Лугова Наталя Ігорівна,  
лікарка-вірусолог,  
Київський санітарно-епідеміологічний  
загін державної прикордонної служби України,  
м. Київ, Україна

Нанотехнології стрімко трансформують вірусологічну діагностику,