

Сергій ПАВЛОВ<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,

Йосип САЛДАН<sup>2</sup>, д-р мед. наук, проф.,

Олександр КАРАСЬ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, ст. викладач,

Сергій ТИМЧИК<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1</sup> Vinnytsia National Technical University, 95, Khmelniiske shosse, 21021, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: psv@vntu.edu.ua

<sup>2</sup> Вінницький національний медичний університет ім. М. Пирогова

## СУЧАСНІ АСПЕКТИ ДІАГНОСТИКИ ДІАБЕТИЧНОЇ РЕТИНОПАТІЇ У ВІЙСЬКОВИХ РІЗНОГО СТУПЕНЮ ВАЖКОСТІ

**Анотація.** Ця стаття присвячена аналізу сучасних методів та систем діагностики діабетичної ретинопатії (ДР) – серйозного офтальмологічного ускладнення, що розвивається у пацієнтів з діабетом. Робота спрямована на визначення оптимального підходу до діагностики ДР, що важливо для вчасного втручання та збереження зорової функції у пацієнтів із цукровим діабетом.

**Ключові слова:** діабетична ретинопатія, томографія, машинне навчання, офтальмоскопія.

### Актуальність

У цих матеріалах розглядаються сучасні методи дослідження захворювань очей, зокрема звернемо увагу на їхнє застосування у виявленні та моніторингу діабетичної ретинопатії, зокрема у військових.

За даними Міжнародної діабетичної федерації, 537 мільйонів дорослих людей у світі живуть з діабетом, кожен 10-й хворіє на це захворювання. За прогнозами, до 2030 р. їхня кількість може зрости до 643 або навіть 700 мільйонів [1]. Діабет може призвести до проблем із сітківкою, серцем, нирками та нервами. Діабетична ретинопатія (ДР) є однією з основних причин сліпоти в розвинених країнах [2]. Це серйозне захворювання очного дна, яке виникає внаслідок цукрового діабету. ДР може пошкодити кровоносні судини в очах, що може призвести до втрати зору [3]. Діабетична ретинопатія є причиною сліпоти для 2,6% сліпих [4]. Сліпота у хворих на діабет зустрічається в 25 разів частіше, ніж у загальній популяції. Необхідно розробити ефективні методи лікування та профілактики ДР для збереження зору у хворих на ЦД. Порушення зору спостерігається більш ніж у 10% хворих на цукровий діабет.

### Проблема та мета

Проблеми дослідження ДР полягають у складності виявлення захворювання на ранніх стадіях, коли лікування може бути більш ефективним. На ранній стадії ДР може проявлятися без симптомів, що ускладнює діагностику. Для виявлення ДР застосовують такі спеціальні дослідження, як офтальмоскопія, флюоресцентна ангіографія, оптична кохлеографія.

### Методи досліджень

Важливе місце і медико-санітарне значення в клінічній практиці має боротьба з наслідками і причинами захворювань органів зору. Зокрема, патологічні стани сітківки та зорового нерва можуть бути спричинені багатьма нейрохірургічними, серцево-судинними захворюваннями, а також ендокринними ураженнями, які часто потребують комплексного координованого спостереження та лікування як офтальмолога, так і лікаря будь-якої іншої спеціальності [5, 6, 7].

Зміни очного дна мають велике діагностичне та прогностичне значення, оскільки більшість хворих із захворюваннями очей потребують не тільки хірургічного, а й терапевтичного лікування. Звідси випливає необхідність вивчення загальної патології сітківки та розробки відповідної тактики комбінованого лікування хворих [4].

Одним із можливих ускладнень цукрового діабету є діабетична ретинопатія [2, 5], яка може призвести до погіршення зору і навіть до сліпоти. Для діагностики діабетичної ретинопатії лікар може використовувати такі методи дослідження [8 – 17]:

### Методика

При виявленні діабетичної ретинопатії лікарі зазвичай застосовують комплексний підхід до лікування, який може включати лазерну терапію, внутрішньоочні ін'єкції препаратів, хірургічне втручання та інші методи. Лікування спрямоване на зниження ризику розвитку ускладнень і збереження зору [18, 19].

На рисунку 1 представлена узагальнена класифікація основних методів досліджень патологій ока. Варто відзначити, що використання методів машинного навчання здатне покращити якість класифікації та діагностики у більшості із методик. Існує гостра необхідність у розробці та аналізі нових систем та технологій підтримки прийняття рішень, оскільки рання діагностика дозволяє зменшити шкоду чи повністювилікувати захворювання очей.

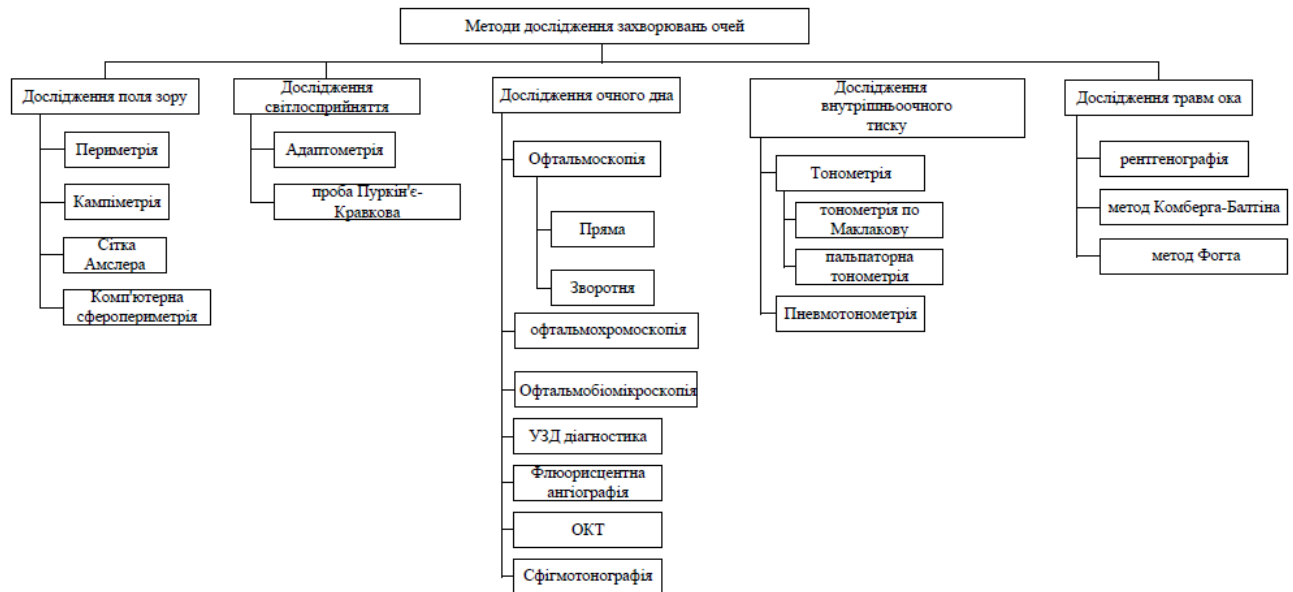


Рис. 1. Узагальнена класифікація методів дослідження очних хвороб

## Висновки

Тому діагностика діабетичної ретинопатії є важливою складовою лікування діабетика і спрямована на раннє виявлення патології та попередження втрати зору. Різноманітні методи діагностики, в тому числі традиційні та автоматизовані, допомагають лікарям отримати повну картину стану очей і судин, що дозволяє більш ефективно лікувати захворювання та запобігати ускладненням.

Одним із найефективніших методів боротьби з діабетичною ретинопатією є телемедицина, яка дозволяє лікарям віддалено контролювати стан очей пацієнтів та проводити онлайн-консультації та обстеження. Це особливо важливо для пацієнтів, які живуть у віддалених або важкодоступних районах, або які мають обмеження виходити з дому через мобільність, вік або хворобу.

У багатьох країнах розвиток телемедицини знаходиться на рівні становлення та апробації. Однак сьогодні вже існують платформи, які дозволяють ефективно дистанційно контролювати стан очей і кровоносних судин, наприклад EyeArt AI System від EYENUK, яка використовує штучний інтелект для автоматизованої діагностики діабетичної ретинопатії.

Загалом системи діагностики діабетичної ретинопатії постійно вдосконалюються та розвиваються, що дозволяє лікарям ефективніше виявляти та лікувати захворювання.

## Література

1. Bandello, F., et al. “Clinical Strategies in the Management of Diabetic Retinopathy”. *Springer eBooks*, 2014, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-54503-0>.
2. “Diabetes Risk Factors”. Centers for Disease Control and Prevention, 5 Apr. 2022, [www.cdc.gov/diabetes/basics/risk-factors.html](http://www.cdc.gov/diabetes/basics/risk-factors.html). Accessed 6 July 2022.
3. *Diabetic Retinopathy* | National Eye Institute. [www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/eye-conditions-and-diseases/diabetic-retinopathy](http://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/eye-conditions-and-diseases/diabetic-retinopathy). Accessed 25 July 2021.
4. Murchison, A., et al. “Non-adherence to Eye Care in People With Diabetes”. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, vol. 5, no. 1, BMJ, July 2017, p. e000333. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2016-000333>.
5. Miotto, R., et al. “Deep Learning for Healthcare: Review, Opportunities and Challenges.” *Briefings in Bioinformatics*, vol. 19, no. 6, Oxford UP, May 2017, pp. 1236–46. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx044>.
6. Hua, C., et al. “Retinal Vessel Segmentation Using Round-wise Features Aggregation on Bracket-shaped Convolutional Neural Networks”. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, July 2019, <https://doi.org/10.1109/embc.2019.8856552>.

7. Ophthalmological center “New Vision”. “Diagnostic Equipment; New Vision.” *New Vision*, 27 Oct. 2021, [www.zir.com.ua/uk/cherkassy/diahnostychne-obladnannya-cherkassy](http://www.zir.com.ua/uk/cherkassy/diahnostychne-obladnannya-cherkassy). Accessed 3 Mar. 2023.
8. Kronfeld, P. “TONOGRAPHY”. *Archives of Ophthalmology*, vol. 48, no. 4, American Medical Association, Oct. 1952, pp. 393–404. <https://doi.org/10.1001/archoph.1952.00920010402001>.
9. Zablotskyi, V., and Lapchenko, Yu. *Optics and Ophthalmology in Medical Instrumentation: Study Guide for Students of Higher Educational Institutions*. 2008.
10. Yannuzzi, L., et al. “Fluorescein Angiography Complication Survey”. *Ophthalmology*, vol. 93, no. 5, Bentham Science Publishers, May 1986, pp. 611–17. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(86\)33697-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(86)33697-2).
11. Wikipedia contributors. “Optical Coherence Tomography”. *Wikipedia*, 15 Jan. 2023, [en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_coherence\\_tomography#Theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_coherence_tomography#Theory). Accessed 2 Apr. 2023.
12. Ophthalmological center “New Vision”. “Diagnostic Equipment; New Vision”. *New Vision*, 27 Oct. 2021, [www.zir.com.ua/uk/cherkassy/diahnostychne-obladnannya-cherkassy](http://www.zir.com.ua/uk/cherkassy/diahnostychne-obladnannya-cherkassy). Accessed 3 Mar. 2023.
13. Kronfeld, P. “TONOGRAPHY”. *Archives of Ophthalmology*, vol. 48, no. 4, American Medical Association, Oct. 1952, pp. 393–404. <https://doi.org/10.1001/archoph.1952.00920010402001>.
14. Scotland, G., McNamee, P., et al. “Costs and Consequences of Automated Algorithms Versus Manual Grading for the Detection of Referable Diabetic Retinopathy”. *British Journal of Ophthalmology*, vol. 94, no. 6, BMJ, Dec. 2009, pp. 712–19. <https://doi.org/10.1136/bjo.2008.151126>.
15. Wójcik, W., Pavlov, S., Kalimoldayev, M. (2019). *Information Technology in Medical Diagnostics II*. London: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. – 336 Pages, <https://doi.org/10.1201/9780429057618>. eBook ISBN 9780429057618.
16. Pavlov S. V. *Information Technology in Medical Diagnostics* // Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz, July 11, 2017 by CRC Press – 210 Pages. <https://doi.org/10.1201/9781315098050>. eBook ISBN 9781315098050.
17. Pavlov Sergii, Avrunin Oleg, Hrushko Oleksandr, and etc. *System of three-dimensional human face images formation for plastic and reconstructive medicine // Teaching and subjects on bio-medical engineering Approaches and experiences from the BIOART-project Peter Arras and David Luengo (Eds.)*, 2021, Corresponding authors, Peter Arras and David Luengo. Printed by Acco cv, Leuven (Belgium). - 22 P. ISBN: 978-94-641-4245-7.
18. С. В. Павлов, Й. Р. Салдан, О. В. Карась, і С. В. Тимчик, «Аналіз методів і систем діагностики діабетичної ретинопатії», *Опт-ел. інф-енерг. техн.*, вип. 46, вип. 2, с. 135–141, Груд 2023.
19. Yosyp R. Saldan, Sergii V. Pavlov, Dina V. Vovkotrub, Waldemar Wójcik, and etc. *Efficiency of optical-electronic systems: methods application for the analysis of structural changes in the process of eye grounds diagnosis // Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017, 104450S; doi: 10.1117/12.2280977*.

*Дослідження виконано за підтримки гранту Національного фонду досліджень України 2022.01/0135.*