

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОФТАЛЬМОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Розглянуто і проаналізовано основні напрямки розвитку методів офтальмологічної діагностики

Ключові слова: оптично-когерентна томографія, аксіальна роздільна здатність, мікроструктури ока, обробка зображень

В рамках офтальмологічних досліджень та клінічної діагностики ока з кожним роком зростає запит на точні та неінвазивні методи отримання зображень різних частин та структур людського ока, які б дозволили докладно досліджувати структури рогівки, кришталіка, склери та дрібних структур ока. Для отримання зображень передньої частини ока існують різноманітні методи, зокрема ультразвукова біометрія, оптично-когерентна томографія, біомікроскопія, денситометрія [1-3]. Ультразвукова біометрія (поділяється в свою чергу на контактну та імерсійну) використовується насамперед для визначення кривизни рогівки та визначення довжини очного яблука. Метод за принципом аналогічний до інших методів УЗД, але дозволяє отримати біометричні дані з високою точністю (до 0.01мм), оскільки швидкість звуку всередині людського ока добре відома. Метод є неінвазивним, проте може викликати у пацієнта неприємні відчуття. Біомікроскопія ока є методом фізіологічного дослідження, що дозволяє якісно дослідити стан склери, кон'юнктиви, райдужної оболонки та рогівки [1]. Переважно обстеження проводиться з допомогою щілинної лампи та мікроскопа, та поділяється в свою чергу на дифузну, пряму фокальну, непряму та методику дзеркального поля. Оптична когерентна томографія (далі - ОКТ) є новітнім методом, що дозволяє отримати надточне пошарове зображення структур ока для їх вивчення [2]. Метод базується на інтерференції когерентного випромінювання всередині людського ока, та проводиться з допомогою оптичного когерентного томографа. Даний метод дозволяє отримати високодеталізоване тривимірне пошарове зображення мікроструктур ока, з мікрометричною роздільною здатністю, Розвиток методу оптичної когерентної томографії з використанням ефекту Доплера отримав назву оптична доплерівська томографія [3].

Вищеописані методи застосовуються як окремо, так і у поєднанні, а також швидко розвиваються. Основними напрямками розвитку таких методів є насамперед:

- Розширення можливостей зображень із підвищенням їх роздільної здатності та побудова тривимірних зображень. Розвиток технологій для отримання зображень структур очного яблука з якомога вищою роздільною здатністю для більш детального аналізу та дослідження більш дрібних структур, ніж дозволяють існуючі методи [4]. Це в свою чергу розширює можливості раннього виявлення захворювань, коли вони ще не викликають відчутних симптомів. Тривимірні зображення допомагають при плануванні хірургічних втручань, дозволяючи дослідити взаємне розташування структур ока. Це особливо корисно для аналізу складних анатомічних структур, та у подальшому дозволить проводити реєстрацію змін під час проведення хірургічного втручання або лікування.

- Автоматизована аналітика зображень та результатів досліджень. Аналіз зображень з допомогою штучного інтелекту, комп'ютерного зору та машинного навчання, що дозволить автоматизувати процес дослідження, суттєво підвищити точність та швидкість діагностики, а також розширить можливості систематичного моніторингу динаміки захворювань та оцінки ефективності лікування. Це дозволить лікарям вчасно приймати рішення щодо корекції терапевтичного впливу та зміни лікування за необхідності.

- Цифрова обробка зображень. Використання сучасних методів цифрової фільтрації зображень дозволяє поліпшити візуалізацію результатів досліджень та забезпечує можливість виявлення патологій на ранніх етапах їхнього розвитку. Зменшення рівня шуму з допомогою алгоритмів обробки зображення суттєво підвищує якість та наочність результатів офтальмологічних досліджень. Також цифрова пошарова обробка зображень дає можливість автоматизованої побудови тривимірного зображення як окремих мікроструктур, так і ока в цілому [5]. Корекція рівня контрастності в свою чергу допомагає виділити дрібні деталі та покращити видимість структур.

Збільшення роздільної здатності зображень, використання тривимірних зображень, автоматизація аналітики та цифрова обробка зображень покращують точність, доступність та ефективність офтальмологічної практики. Ці інновації сприяють ранньому виявленню захворювань, покращенню лікування та розширенню можливостей дистанційного моніторингу, що сприяє зростанню зорового здоров'я пацієнтів та розвитку медичного приладобудування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кожем'яко В.П. Аналітичний огляд сучасних методів та систем діагностики глаукоми/ В. П. Кожем'яко, О. О. Штельмах, Н. В. Малачкова // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2011. - № 2. - С. 133-141.
2. Jay S. Duker, Nadia K. Waheed and Darin R. Goldman Handbook of retinal OCT, Elsevier Inc, 2021
3. Chopra, R., Wagner, S. K., Keane, P. A. Optical coherence tomography in the 2020s—outside the eye clinic. Eye. 2021. Vol. 35 (1). P. 236–243.
4. Ran, A. R., Tham, C. C., Chan, P. P., et al. Deep learning in glaucoma with optical coherence tomography: a review. Eye, 2021. Vol. 35 (1). P. 188–201.
5. Dhanachandra Ningthoujam, K. Hemachandran, and Yambem Jina Chanu. "Digital image processing techniques for the detection and analysis of glaucoma." Journal of Medical Engineering, 2014.

Щербатюк Артем Володимирович - аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, scherbatyuk.art@gmail.com.

Тужанський Станіслав Євгенович – к.т.н, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, slavat@vntu.edu.ua.

ANALYSIS OF OPHTHALMOLOGICAL DIAGNOSTICS METHODS

Abstract. The main directions of development of methods of ophthalmological diagnostics were considered and analyzed.

Keywords: optical coherence tomography, axial resolution, microstructures of eye, nonlinear reconstruction.

Shcherbatyuk Artem Volodymyrovych - Postgraduate student, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, scherbatyuk.art@gmail.com.

Tuzhanskyi Stanislav Yevhenovych - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, slavat@vntu.edu.ua.