

УДК 615.471.03:616-073.585

С.А. Забродська, аспір.
П.Ф. Колісник, к.т.н., доц.
С.В. Павлов, доц.
М.М. Скрига, студ.

Вінницький державний політехнічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ МІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ КОН'ЮНКТИВИ ОКА

Розглянуто питання дослідження застосування оптико-електронних інформаційних систем аналізу мікроциркуляції кон'юнктиви ока при оцінці ступеня важкості стану кон'юнктиви ока. Також розглянуто питання практичної реалізації оптико-електронної інформаційної системи для дослідження стану мікроциркуляції кон'юнктиви ока, що надає нові можливості для діагностики різноманітних захворювань, які супроводжуються порушенням мікроциркуляції.

Вступ

В зв'язку з тим, що область застосування оптико-електронних приладів для дослідження мікроциркуляції (МЦ) очного дна та середовища розширюється завдяки їх використанню, крім офтальмології в терапії, нейрохірургії тощо, стає актуальним питання створення нових приладів з новими функціональними можливостями та застосуванням перспективних медичних методик [1].

Вдосконалюються й самі оптичні прилади, де використані нові схемні та конструктивні розв'язання, а саме лазерних джерел випромінювання, голографії, волоконної оптики, високоінтенсивних джерел світла тощо. З появою цифрових фундус-камер, а також лазерних скануючих офтальмоскопів зображення очного дна, завдяки комп'ютеризованим методам обробки результатів діагностики можна проаналізувати стан МЦ за лічені секунди. Цифрова обробка дозволяє також об'єктизувати дані за змінами кровотоку в судинах очного дна та кон'юнктиви [2].

На відміну від ультразвукової діагностики, яка дозволяє з допомогою використання трьохмірної ехографії локалізувати множинні інородні тіла, визначати об'єми новоутворень, проводити діагностику відшарування сітківки [3], перевага оптико-електронних полягає в більш точній діагностиці стану судин (рівня мікроциркуляції, конфігурації, оцінки рівня патологій тощо) при забезпеченні високої роздільної здатності [2].

Методика діагностики мікроциркуляції кон'юнктиви ока

Будь-якого лікаря-окуліста цікавить зовнішня оболонка ока (кон'юнктива).

Загальний стан кон'юнктивної мікрогемодинаміки оцінюють в балах. Серед всіх запропонованих бальних систем оцінки (Куликов В.В., Малая Л.Т., Гельжиніс Р., Волков В.С., Шульїніна Н.Б., Дорогой А.П., Царьова Н.Н., Moriske R.) найбільш популярною вважається система оцінки за Малой Л.Т. В її основу покладена спроба кількісно охарактеризувати ступінь відхилення основних елементів мікроциркуляції від умовно прийнятої норми, яка відображена в балах. В залежності від ступеня вказаних змін отримують певну кількість балів, на основі якої розраховують кон'юнктивний індекс. Величину кон'юнктивного індексу розглядають, як показник для оцінки ступеня порушень мікроциркуляторної системи [4, 5].

Але бальна оцінка змін мікроциркуляції бульбарної кон'юнктиви вельми умовна. Це пов'язано з тим, що в основі отримання бальних характеристик стану мікроциркуляції лежать в основному не дані вимірювань, а непрямі ознаки, що суб'єктивно оцінюються експертом. Для правильної оцінки цих показників необхідне нормування параметрів оцінки і ступенів їх змін, а також стандартизація оцінки цих показників на основі використання сучасних методів ідентифікації.

На відміну від вищеперерахованих методик, розроблений метод [6], що дозволяє проводити дослідження у пацієнтів з:

- запальними станами кон'юнктиви;
- тканиними пошкодженнями;
- порушеннями відтоку камерної вологи.

Даний метод також дозволяє:

- не враховувати даних, що отримані в процесі лікування хворих із захворюваннями рогівки чи повік;
- абстрагувати дилатацію чи констрикцію судин досліджуваного від навколишньої температури;
- профілаксувати нагрівання чи висихання кон'юнктиви протягом часу дослідження.

Оцінка мікроциркуляції може спрощуватись до кількісного інтегрального критерію співвідношення артеріальної та венозної крові в досліджуваній ділянці, який узагальнює всі критерії оцінної системи. Перевага кількості венозної крові вказує на неспроможність артеріальної ділянки або неможливість всієї серцево-судинної системи забезпечити певну рівновагу між потребою в артеріальній крові і можливостями органної чи системної гемодинаміки.

Пропонується використовувати десятибальну оцінку рівня порушення мікроциркуляції, як показник ступеня патологічних змін при різних захворюваннях.

Для спрощення такої оцінки пропонуються судинні, внутрішньосудинні та позасудинні критерії кількісної характеристики співставляти із інтегральним показником співвідношення інтенсивності артеріального (світлочервоного) та венозного (темночервоного) світлового потоку [7].

Для такої оцінки мікроциркуляції потрібно проводити її спектральний аналіз. Сутність такого аналізу полягає в тому, що венозна кров за рахунок вмісту відновленого гемоглобіну дає темно-червоний колір, а артеріальна – яскраво-червоний, що дозволяє визначити співвідношення цих кольорів в досліджуваній зоні, тобто співвідношення артеріального притоку та венозного відтоку в мікроциркуляторному руслі.

З допомогою розробленого оптико-електронного пристрою забезпечується неінвазивна реєстрація оптичних сигналів, їх спектральне розділення та перетворення в цифрову форму. Перевагою даного підходу і розробленого пристрою є досягнення високої точності обчислення оцінного та інтегрального критерію, оскільки інтенсивності світлових потоків перетворюються в цифрову форму і проводиться нормування результатів, що підвищує інформативність інтегрального критерію оцінки бульбашкової мікроциркуляції.

Методика здійснюється таким чином: за допомогою спеціального пристрою [6] проводять розділення артеріального (А) та венозного (В) світлового потоку безпосередньо з кон'юнктиви. Потім визначають співвідношення $A \setminus B$ і за десятибальною системою визначають важкість порушення.

Співвідношення $A \setminus B$ дорівнює 0,7–0,6, відповідає нормальному стану мікроциркуляторного русла і оцінюється в 0–2 бали; $A \setminus B$ – 0,55–0,45 відповідає – 3–5 балам; 0,4–0,3 – 6–8 балів; співвідношення $A \setminus B$ менше 0,3 відповідає 9–10 балам ступеню важкості патологічного процесу, незалежно від того де цей процес локалізується.

Особливо цінним є те, що за допомогою розробленого пристрою можна проводити динамічне спостереження за станом мікроциркуляції в процесі діагностики і лікування патологічних змін, проводити підбір дози медикаментозних засобів і оптимальних їх поєднань, визначати ступінь насичення крові киснем [10, 11].

Аналіз технічних засобів для діагностики мікроциркуляції очного дна та кон'юнктиви ока

Традиційна фотоплівкова реєстрація очного дна сполучена зі значними витратами і не забезпечує оперативне отримання результатів дослідів. Спроби заміни фотопроцесу телевізійними системами з аналоговим записом даних дослідів на відеомагнітофон не досягли успіхів внаслідок високого рівня шумів дозволу, особливо в режимі стоп-кадру. За останні роки завдяки бурному розвитку комп'ютерних технологій і телебачення за кордоном отримали широке розповсюдження цифрові системи з високим ступенем роздільної здатності IMAGENet ("Topcon"), BAS ("Zeiss"), DFC ("Ophthalmic Imaging Systems") тощо [7].

Для реалізації даної методики є доцільним використання пристроїв із зарядовим зв'язком (CCD), а саме CCD-камер. На відміну від вищеописаного пристрою, де оцінка дається за інтенсивністю світлових потоків, вони дозволяють працювати з цифровими зображеннями, робити їх математичну обробку та аналіз за сумарною площиною судин, що несуть венозну та артеріальну кров, розрізняти конфігурацію судин та дозволяють визначити патологію на ранніх стадіях.

Цифрове зображення [8] має ряд суттєвих переваг, основною з яких є хороша контрастна роздільна здатність у великому динамічному діапазоні. Аналіз цифрового зображення з

використанням можливостей контрастної роздільної здатності у великому динамічному діапазоні набагато розширює його діагностичну можливість та дозволяє вивчати як малокоонтрасні, так і висококоонтрасні об'єкти на одному знімку. З інших переваг цифрового зображення слід відзначити можливість його комп'ютерної обробки з допомогою прикладних програм, а також подальшого архівування та збереження біомедичних даних.

Практична реалізація оптико-електронної інформаційної системи для дослідження стану мікроциркуляції кон'юнктиви ока

Структурна схема оптико-електронної системи реалізована таким чином (рис.1): електричний сигнал DCC-відеоматриці передається на фреймгабер (пристрій захвату кадрів), який перетворює електричний сигнал в цифровий код, що доступний для подальшої обробки IBM-сумісного комп'ютера.

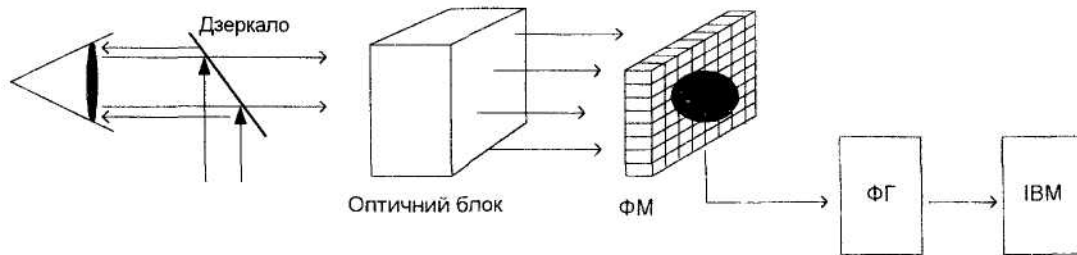


Рис. 1. Структурна схема оптико-електронної системи; ФМ – фотоматриця; ФГ – фреймгабер

Основні функції цифрової системи:

1) Отримання зображень. Цифрова система дозволяє миттєво отримувати зображення при проведенні дослідження мікроциркуляції очного дна, при цьому можливе динамічне спостереження реєструючих зображень на контрольному моніторі і дублювання невдалих кадрів, що підвищує якість дослідів і значно зменшує світлове навантаження на око пацієнта. Після закінчення дослідів відібрані зображення зберігаються користувачем в пам'яті комп'ютера чи на зовнішніх накопичувачах інформації.

2) Обробка зображень. В програмі реалізований широкий набір методів цифрової обробки зображень чи його фрагментів, виходячи з широкої різноманітності попиту користувача. Зображення можуть піддаватися гама-корекції, нормалізації, яка дозволяє привести різні зображення до наперед визначеного стандарту розподілу оптичної щільності. Їх можна оброблювати підкреслюючими, згладжуючими, високо і низькочастотними, виділяючими фільтрами, переводити зображення в негатив і назад. Все це дає можливість підсилення різкості, фільтрації, створення амплітудного рельєфу, профілограм, проведення контурної обробки, усунення шумів і артефактів зображень. При необхідності можлива відміна чи поновлення останньої обробки.

3) Введення архіву даних пацієнтів. Система забезпечує створення, миттєвий пошук комп'ютеризованої історії хвороби і ректування даних пацієнта.

4) Робота з документами. Користувач має можливість створення медичних документів із застосуванням отриманих зображень і наперед підготовлених шаблонів медичних записів, таких як довідка про консультацію, лікування і тощо. Складання документів може робитися як з допомогою вбудованого текстового редактора, так і з використанням оригінального текстового генератора, який після відповіді користувача на питання комп'ютера про клінічні ознаки, діагноз, рекомендації автоматично генерує текст протоколу огляду пацієнта чи опису результатів.

Висновок

Таким чином, на даному етапі сучасного розвитку медичної візуалізації та діагностики в офтальмології є доцільним використання оптико-електронних технологій. Вони надають нові можливості діагностики різноманітних захворювань, що супроводжуються порушенням мікроциркуляції. Подальші дослідження спрямовані на створення та впровадження оптико-електронної системи з використанням DCC-камери для спостереження мікроциркуляції очного дна. Це значно зменшить час діагностики та підвищить її рівень, що, в свою чергу, збільшить ефективність використання та розширять функціональні можливості методу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Тамарова Р.М.* Оптические приборы для исследования глаза. – М.: Медицина, 1982. – 176 с.
2. *Алябьева Ж.Ю., Егоров А.Е.* Современные технологии исследования микроциркуляции в офтальмологии. // Рус. Мед. Журнал. – 2000. – Т. 8. – С. 19–20.
3. *Кодзов М.Б., Малюта Г.Д.* Использование ультразвука в офтальмологии.
4. *Малая Л.Т., Микляев И.Ю., Кравчук П.Г.* Микроциркуляция в кардиологии. – Харьков: Вища школа, 1977.
5. *Малая Л.Т., Власенко М.А., Микляев И.Ю.* Инфаркт миокарда. – М.: Медицина, 1981.
6. Патент України 6871. Спосіб неінвазивного визначення ступеня насичення крові киснем / Кожемяко В.П., Павлов С.В., Коротко О.Ш., Чепорнюк С.В. // Промислова власність, 1995. – № 1.
7. *Pavlov S., Cheporniuk S., Colesnic P., Mohammed El Hassan* Estimation of condition of the cardio-vascular system in accordance with the significance of microcirculation of the eye conjunctiva // Proc.International Conf / "Model based biomeasurement". – Bratislava (Slovakia). – 1995. – P. 129–130.
8. УДК 617.7-07 *Балашевич Л.И., Измайлов А.С., Левочкин А.Г.* Диагностические возможности цифровой флуоресцентной ангиографии.
9. *Белова И.Б., Китаев С.М.* Цифровые технологии получения рентгеновского изображения: принцип формирования и типы (обзор литературы). // Мед. визуализация. – 2000. – С. 13–20.
10. Патент України 5715. Спосіб індивідуального підбору оптимальних доз судинно-розширюючих препаратів та прилад для його здійснення // Кожемяко В.П., Стрижевський В.Л., Тимченко Л.І., Павлов С.В., Колеснік П.Ф. – 1994.
11. *Кожемяко В.П., Павлов С.В., Чепорнюк С.В., Гара А.К., Колеснік П.Ф.* Методы оценки состояния сердечно-сосудистой системы человека по микроциркуляции конъюнктивы глаза // Приборостроение: тез. докл. научно-техн. конф. с международным участием. – Симферополь, 1994. – С. 182.

ЗАБРОДСЬКА Світлана Анатоліївна – аспірант кафедри ЛОТ Вінницького державного політехнічного університету.

Наукові інтереси:

– дослідження оптико-електронних систем для аналізу мікроциркуляції кон'юнктиви ока з використанням медичних методик.

КОЛІСНИК Петро Федорович – кандидат медичних наук, доцент кафедри госпітальної терапії Вінницького державного медичного університету.

Наукові інтереси:

– вертебродіагностика та оцінка мікроциркуляції кон'юнктиви ока.

Тел. (432)213088.

ПАВЛОВ Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри ЛОТ Вінницького державного політехнічного університету.

Наукові інтереси:

– розробка оптико-електронних систем для визначення стану серцево-судинної системи за показниками мікроциркуляції.

Тел. (0432) 440125.

E-mail: VSTU@sovam.com

СКРИГА Марія Мирославівна – студентка кафедри ЛОТ Вінницького державного політехнічного університету.

Наукові інтереси:

– застосування цифрових технологій при розробці оптико-електронних приладів в офтальмології.