

ОО "Общество офтальмологов Украины"  
 ГУ "Институт глазных болезней и тканевой  
 терапии им. В.П. Филатова НАМН Украины"

## Офтальмологический Журнал

№ 4 (501), 2021

Научно-практический журнал

Выходит 6 раз в год

Основан в 1946 г. акад. В.П. Филатовым

### Главный редактор

Пасечникова Н. В. (Одесса, Украина)

### Зам. главного редактора

Вит В. В. (Одесса, Украина)

### Ответственный секретарь

Полякова С. И. (Одесса, Украина)

### Редакционная коллегия

Боброва Н. Ф. (Одесса, Украина)  
 Коломиец В. А. (Одесса, Украина)  
 Мальцев Э. В. (Одесса, Украина)  
 Науменко В. А. (Одесса, Украина)  
 Пономарчук В. С. (Одесса, Украина)  
 Якименко С. Я. (Одесса, Украина)

### Редакционный совет

Бездетко П. А. (Харьков, Украина)  
 Безкоровая И. Н. (Полтава, Украина)  
 Бойко Э. В. (Санкт-Петербург, Россия)  
 Венгер Г. Е. (Одесса, Украина)  
 Guthoff Rudolf F. (Германия)  
 Дмитриев С. К. (Одесса, Украина)  
 Дрожжина Г. И. (Одесса, Украина)  
 Завгородняя Н. Г. (Запорожье, Украина)  
 Зборовская А. В. (Одесса, Украина)  
 Zbigniew Zagorski (Польша)  
 Kaskaloglu Mahmut (Турция)  
 Laganovska G. (Латвия)  
 Малецкий А. П. (Одесса, Украина)  
 Новицкий И. Я. (Львов, Украина)  
 Пенишкевич Я. И. (Черновцы, Украина)  
 Рыков С. А. (Киев, Украина)  
 Салдан Й. Р. (Винница, Украина)  
 Сердюк В. М. (Днепр, Украина)  
 Seregard Stefan (Швеция)  
 Скрипник Р.Л. (Киев, Украина)  
 Сотникова Е. П. (Одесса, Украина)  
 Tassignon Marie-José (Бельгия)  
 Турчин Н. В. (Тернополь, Украина)  
 Ульянова Н. А. (Одесса, Украина)  
 Furdová Alena (Словакия)  
 Hawlina Marko (Словения)  
 Herbert Jr Carl P. (Швейцария)  
 Chynn Emil (США)

### Редакция

Украина, 65061, Одесса, Французский бул., 49/51  
 Тел: + 038 048 7298329, 7298438  
 www.ozhurnal.com // E-mail: ozhurnal@gmail.com

Журнал зарегистрирован в Госкомитете Украины по  
 делам издательств, полиграфии и книгораспространения  
 11.09.2013 г. Свидетельство КВ №20301-10101ПР.

Публикуется на русском, украинском и английском языках.

ГО "Товариство офтальмологів України"  
 ДУ "Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України"

# Офтальмологічний Журнал

№ 4 (501), 2021

Заснований у 1946 році  
 акад. В. П. Філатовим

УДК 617.7

Науково-практичний журнал  
 Виходить 6 разів на рік

### Головний редактор

Н. В. Пасечникова (Одеса)

### Заступник головного редактора

В. В. Віт (Одеса)

### Відповідальний секретар

С. І. Полякова (Одеса)

### Редакційна колегія

Н. Ф. Боброва (Одеса)  
 В. О. Коломиець (Одеса)  
 Е. В. Мальцев (Одеса)  
 В. О. Науменко (Одеса)  
 В. С. Пономарчук (Одеса)  
 С. А. Якименко (Одеса)

### Редакційна рада

Бездітко П. А. (Харків, Україна) Пенішкевич Я. І. (Чернівці, Україна)  
 Безкоровая І. М. (Полтава, Україна) Риков С. О. (Київ, Україна)  
 Бойко Е. В. (Санкт-Петербург, Росія) Салдан Й. Р. (Вінниця, Україна)  
 Венгер Г. Ю. (Одеса, Україна) Сердюк В. М. (Дніпро, Україна)  
 Guthoff Rudolf F. (Німеччина) Seregard Stefan (Швеція)  
 Дмитрієв С. К. (Одеса, Україна) Скрипник Р.Л. (Київ, Україна)  
 Дрожжина Г. І. (Одеса, Україна) Сотникова О. П. (Одеса, Україна)  
 Завгородня Н. Г. (Запоріжжя, Україна) Tassignon Marie-José (Бельгія)  
 Зборовська О. В. (Одеса, Україна) Турчин М. В. (Тернопіль, Україна)  
 Zbigniew Zagorski (Польща) Ульянова Н. А. (Одеса, Україна)  
 Kaskaloglu Mahmut (Туреччина) Furdová Alena (Словачина)  
 Laganovska Guna (Латвія) Hawlina Marko (Словенія)  
 Малецький А. П. (Одеса, Україна) Herbert Jr Carl (Швейцарія)  
 Новицький І. Я. (Львів, Україна) Chynn Emil (США)

Відповідальний редактор С. Б. Слободяник

Літературний редактор І. С. Збандут

Журнал зареєстровано в  
 Держкомітеті України зі справ  
 видавництва, поліграфії і  
 книгорозповсюдження 11.09.2013 р.  
 Свідоцтво: КВ № 20301-10101ПР.

Російською, українською та  
 англійською мовами

### Адреса редакції:

65061, Одеса,  
 Французький бульвар, 49/51  
 Телефон: (048) 7298329, 7298438.  
 E-mail: ozhurnal@gmail.com  
 Веб-сайт: www.ozhurnal.com

Англomовна версія журналу доступна на сайті [www.ozhurnal.com/en](http://www.ozhurnal.com/en)  
 ISSN 2412-8740 (English ed. Online)

Підписано до друку ..... Формат 60x84/8. Папір офсетний. Гарнітура «Таймс».  
 Друк офсетний. Ум. друк. арк. 8,84. Тираж 600 прим. Зам. № .....  
 Надруковано .....  
 65091, м. Одеса, вул. .... Тел.: .....

## ЗМІСТ

## Питання клінічної офтальмології

- Заволока О. В., Бездітко П. А., Карлійчук М. А.**  
Особливості динаміки бактеріальних кератитів  
II ступеню тяжкості у хворих на цукровий діабет 3
- Панченко Ю. О., Могілевський С. Ю., Риков С.О., Жабоєдов Д. Г., Уманець М.М., Зяблицев С.В.** Прогнозування рецидивів діабетичного макулярного набряку після хірургічного лікування діабетичної макулопатії у пацієнтів на цукровий діабет 2 типу з української популяції ..... 9
- Пономарчук Віра С., Величко Л. М., Уманець М. М.** Рівень фактора росту ендотелію судин у скловидному тілі хворих на проліферативну діабетичну ретинопатію в залежності від загальноклінічного та офтальмологічного статусу ..... 19
- Bakhriddinova F.A., Kangilbaeva G.E., Nabieva I.F., Jurabekova A.Z.** Prediction of the progression of diabetic retinopathy based on hemodynamic data 26
- Луценко Н. С., Рудычева О. А., Исакова О. А., Кириллова Т. С.** Как избежать ошибок при диагностике полипозной хориоидальной васкулопатии у пациентов с возрастной макулярной дегенерацией (часть первая) ..... 32
- Бойчук І. М., Алуї Тарак.** Співвідношення акомодативної конвергенції до акомодатії і фузійна здатність у хворих з постійною і періодичною розбіжною косоокістю ..... 39
- Туйчибаева Д.М., Ризаев Ж.А., Стожарова Н.К.** Основные характеристики динамики показателей заболеваемости глаукомой в Узбекистане ... 43
- Булдигіна Ю.В., Замотаєва Г.А., Терехова Г.М., Степура Н.М., Клочкова В.М., Федько Т.В.** Роль цитокінів - інтерлейкінів 1-β та 10 у розвитку ендокринної офтальмопатії при хворобі Грейвса ..... 48
- Бондарчук О.Д., Дмитренко І. В., Дідик Н. Д., Існюк А. С.** Ендоназальна орбітотомія як перша допомога при посттравматичних внутрішньоорбітальних крововиливах у хворих з фронтобазальною травмою ..... 53
- Meisam Akhlaghdoust, Saeid Safari, Poorya Davoodi, Shaghayegh Soleimani, Ehsan Ebadian.** The relation between Eyelid Tumors and Demographic Variable ..... 57
- Кочина М. Л., Каплін І. В., Ковтун Н. М., Маслова Н. М., Яворський О. В.** Результати дослідження напружено-деформованого стану рогівки ока в поляризованому світлі в умовах зорової праці ..... 61
- Пархомец Р.А.** Эффективность применения ортокератологических линз в зависимости от топографического диаметра зрачка и размера оптической зоны линзы ..... 67
- Експериментальні дослідження**
- Михейцева І. М., Молчанюк Н. І., Абдулхаді Мохаммад, Коломійчук С. Г., Супрун О. О.** Ультроструктурні зміни елементів хоріоретинального комплексу щурів після моделювання деприваційної осьової міопії, діабетичної ретинопатії та при їх поєднанні. .... 72
- Випадки з практики**
- Боброва Н. Ф., Сорочинська Т. А., Артёмов О. В., Бринь М. В.** Клініко-морфологічна характеристика випадку вторинної енуклеації ока з ретинобластомою ..... 79
- Garduño-Vieyra Leopoldo, Flores Escobar Bruno.** Lens subluxation in a patient with homocystinuria. Case report ..... 86
- Ювілей**
- К 90-літтю літературного редактора "Офтальмологічного журналу" Збандут Інні Семеновны 88

"Офтальмологический журнал" входит до "Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (відповідно до Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказом МОН України від 15 січня 2018 року № 32, зареєстрованого в Мін'юсті України 6 лютого 2018 року за № 148/21600)." "Офтальмологічному журналу" присвоєно категорію "А". Затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 24.05.2018 № 527. Статті друкуються українською, російською або англійською мовами (мова публікації – за вибором автора).

**Електронна версія журналу** доступна на сайті [www.ozhurnal.com](http://www.ozhurnal.com), де представлені метадані статей (назва, автори, резюме). Повні тексти статей українською та російською мовами доступні на сайті в форматі PDF через 1-2 роки після публікації. Повні тексти перекладу статей на англійську мову доступні в електронній англомовній версії журналу .

**Індексація журналу:** національна - в реферативній базі даних Національної бібліотеки України ім. В. Вернадського (Київ); міжнародна - Scopus, Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Index Copernicus, EBSCO, Російський індекс научного цитування (РИНЦ)

УДК 617.761.1: 612.841.1: 535-4-047

## Результати дослідження напружено-деформованого стану рогівки ока в поляризованому світлі в умовах зорової праці

**М. Л. Кочина**<sup>1</sup>, д-р біол. наук, професор; **І. В. Каплін**<sup>2</sup>, канд. мед. наук;

**Н. М. Ковтун**<sup>3</sup>, лікар-офтальмолог; **Н. М. Маслова**<sup>4</sup>, канд. мед. наук; **О. В. Яворський**<sup>4</sup>, д-р мед. наук

<sup>1</sup> Чорноморський національний університет ім. Петра Могили; Миколаїв (Україна)

<sup>2</sup> Київський центр терапії і мікрохірургії ока; Київ (Україна)

<sup>3</sup> Міжнародний медичний центр «Офтальміка» Харків (Україна)

<sup>4</sup> Харківський національний медичний університет Харків (Україна)

### Ключові слова:

екстраокулярні м'язи, поляризоване світло, напружено-деформований стан рогівки, інтерференційні картини, коефіцієнт симетрії

**Вступ.** У більшості випадків прогрес у медичній діагностиці пов'язаний з використанням досягнень інших наук, наприклад, біофізики, яка вивчає фізичні властивості біологічних систем різного рівня організації. Використання поляризованого світла при дослідженні біологічних систем дозволяє не тільки більш ретельно вивчати їх структуру за рахунок покращення якості зображення, але й досліджувати напружено-деформований стан біооб'єктів. Використання біофізичних методів в офтальмології має давню історію, що пов'язане з особливостями будови ока та його окремих структур, а також їх фізичними властивостями.

Перші дослідження рогівки ока у поляризованому світлі було виконано ще у 19-му столітті Девідом Брюстером [19]. Він описав інтерференційну картину (ІК), яка спостерігається на рогівці ока у поляризованому світлі. У 20-му столітті багато дослідників також спостерігали цю картину, але єдиної думки щодо причин її виникнення та основних властивостей не було [17, 18, 20, 22-24]. Американський фізик Фелікс Зандман [25] у 1966 році першим вказав на фотопружну природу ІК

**Вступ.** Зорова праця на близькій відстані викликає перерозподіл внутрішніх напружень у рогівці ока, що позначається на формі і параметрах інтерференційних картин, які спостерігаються на ній у поляризованому світлі.

**Мета роботи** – оцінка впливу візуального навантаження різного виду на стан екстраокулярних м'язів дітей та підлітків за показниками інтерференційних картин, що спостерігаються на рогівці ока у поляризованому світлі.

**Матеріал і методи.** Було проведено дослідження інтерференційних картин 97 дітей та підлітків до та після зорового навантаження у вигляді текстів на паперовому носії з різними параметрами зручності для читання та 58 підлітків, які грали у комп'ютерну гру «Тетріс», реалізовану на екрані мобільного телефону. Для кількісного оцінювання змін параметрів інтерференційних картин під впливом зорового навантаження було розраховано коефіцієнт симетрії К.

**Результати.** У 60-73% дітей зорове навантаження у вигляді текстів на паперовому носії призвело до достовірного зростання асиметрії функціонування екстраокулярних м'язів, про що свідчать значення коефіцієнту симетрії К, які перевищують норму у 2-6 разів. Зростання асиметрії функціонування екстраокулярних м'язів спостерігалось у 64% підлітків після гри на мобільному телефоні.

**Висновки.** Проведені дослідження підтвердили перспективність використання дослідження напружено-деформованого стану рогівки ока у поляризованому світлі для оцінювання впливу різного виду візуального навантаження на функціональний стан екстраокулярних м'язів.

рогівки ока та роль внутрішньоочного тиску (ВОТ) та екстраокулярних м'язів (ЕОМ) у її формуванні. Ним було зроблено припущення, що у здорових осіб та хворих ІК повинні відрізнятися, але у чому полягають ці відмінності та як їх використовувати для діагностики встановлено не було.

Дослідження рогівки ока хворих на косоокість [1, 4, 7, 8, 10, 14, 20] та за різних рівнів ВОТ хворих на глаукому [13, 16] у поляризованому світлі дозволили встановити основні фізичні особливості ІК. Було показано, що за патології ЕОМ відбувається зміна форми ІК, що впливає на їх геометричні параметри [4, 7, 8, 14]. Дослідження форми ІК за різних рівнів ВОТ показало, що його підвищення поза 25 мм рт. ст. призводить до викривлення сторін інтерференційного ромбу. За ВОТ більший за 30 мм рт. ст. за формою ІК близькі до концентричних кіл [3, 21].

У останні часи візуальне оточення сучасної людини, а особливо дітей та підлітків, суттєво ускладнилося, що пов'язане з появою значної кількості нових носіїв візуальної інформації [11, 12]. До них відносяться екрани мобільних телефонів, планшетів, монітори персональних комп'ютерів, електронні книжки тощо. Спосіб формування зображень на електронних носіях суттєво відрізняється від друкованих, що оказує негативний вплив на стан зорової системи. Окрім того, друковані видання для дітей та підлітків також мають різну якість та не завжди відповідають гігієнічним вимогам. З іншого боку, спостерігається погіршення зорових функцій дітей та підлітків, зростання кількості пацієнтів зі спазмом акомодатції, міопією, косоокістю. Можна стверджувати, що певний вклад у погіршення стану зорових функцій населення створюють саме носії візуальної інформації [6, 11].

Зорова праця на близькій відстані потребує певного перерозподілу зусиль ЕОМ з метою забезпечення зведення зорових осей на об'єкті фіксації, а також утримання їх у такому положенні тривалий час. Ці особливості зорової праці викликають перерозподіл внутрішніх напружень у рогівці ока, що позначається на формі ІК. Для кількісного оцінювання змін параметрів ІК під впливом зорового навантаження було запропоновано коефіцієнт симетрії К [2]. В залежності від вихідного анатомо-функціонального стану ЕОМ реакція на візуальне навантаження може виражатися в симетричному збільшенні зусиль відповідних м'язів обох очей, що призводить до симетричного перерозподілу внутрішніх напружень в рогівці кожного ока. При несприятливих умовах зорової праці (занадто дрібні об'єкти, їх близьке розташування відносно очей, низька освітленість робочої поверхні, тривалий час роботи тощо), або при наявності анатомо-функціональних відмінностей між очима, що спостерігається достатньо часто, відбувається зростання асиметрії функціонування зорової системи, що призводить до зміни параметрів ІК правого та лівого очей.

Розроблення об'єктивних методів оцінювання стану зорової системи в динаміці зорової діяльності дозволить проводити оцінювання якості друкованих видань і електронних носіїв інформації для дітей та підлітків, розробляти та змінювати режими труда та відпочинку для різних вікових категорій та за різного стану зорової системи.

Результати досліджень напружено-деформованого стану рогівки ока у нормі та за патології дозволили встановити особливості ІК, які можуть бути використані для діагностики певних станів ока та зорової системи. Раніше методика визначення параметрів ІК була достатньо трудомісткою, що обмежувало можливості їх застосування у клінічній практиці та наукових дослідженнях.

Нові перспективи використання поляризованого світла для дослідження напружено-деформованого стану рогівки ока з'явилися з розвитком сучасних ін-

формаційних технологій. Автоматизація процесу одержання та оброблення ІК рогівки ока [3, 12, 21] дозволила спростити процедуру визначення їх параметрів, що створює сприятливі умови для впровадження методів діагностики у поляризованому світлі у клінічну практику.

**Мета роботи** – оцінка впливу візуального навантаження різного виду на стан екстраокулярних м'язів дітей та підлітків за показниками інтерференційних картин, що спостерігаються на рогівці ока у поляризованому світлі.

#### Матеріали і методи

Було проведено дослідження ІК, що спостерігається на рогівці ока у поляризованому світлі, 97 дітей та підлітків до та після зорового навантаження у вигляді текстів на паперовому носії з різними параметрами зручності для читання, 58 підлітків, які грали у комп'ютерну гру «Тетріс», реалізовану на екрані мобільного телефону.

Перший з запропонованих дітям та підліткам текст був оформлений відповідно до вікових вимог (розмір шрифту 10 друкарських пунктів), другий – мав занижений розмір шрифту (7 друкарських пунктів). Робота з текстами полягала в знаходженні і викресленні заданих букв.

Запропоновані дітям та підліткам тексти склалися зі стандартних блоків, зміст яких був розроблений виходячи з частоти трапляння букв кириличного алфавіту у стандартних текстах [2]. Кожен блок тексту містив 200 знаків (4 рядки по 50 літер), який міг дублюватися, що дозволяло модифікувати обсяг текстового навантаження. Відповідно до віку, кожному випробуваному було запропоноване фіксоване зорове навантаження, обсяг якого для кожної вікової групи наведені в табл. 1.

Діти та підлітки, які взяли участь у дослідженнях впливу зорового навантаження на стан ЕОМ, пройшли офтальмологічне обстеження. Для участі у дослідженні були відібрані особи з еметропічною рефракцією, а також міопічною та гіперметропічною рефракцією слабкого ступеня. Особи, які мали астигматизм, косоокість, аномалії рефракції середнього та високого ступеня у дослідженні участі не брали.

**Таблиця 1.** Об'єм фіксованого зорового навантаження для різних вікових груп

Вікова група (роки)	Фіксований об'єм навантаження, кількість знаків
Діти молодшого шкільного віку (6 -10)	2000-4000
Діти середнього шкільного віку (11-12)	4000-6000
Діти старшого шкільного віку (13-15 )	4000-6000

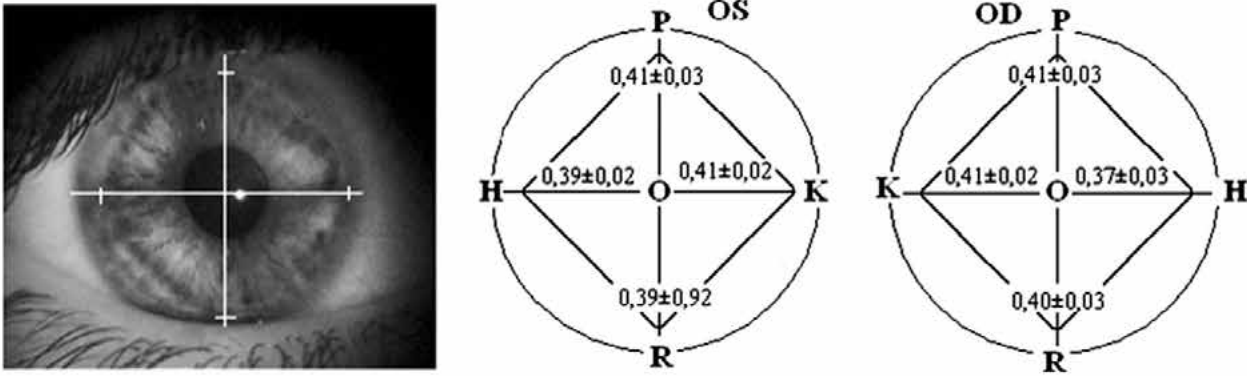


Рис. 1. Фотографія і схеми інтерференційних картин правого та лівого очей в нормі.

Реєстрація ІК та визначення їх інформативних параметрів проведені з використанням Web-камери, оснащеної освітлювачем з поляроїдним блоком, та спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизованої інтерактивної параметризації ІК [3, 9, 21].

На рис. 1 наведено фотографію і схеми ІК у нормі, на яких позначені середні нормовані на середній діаметр рогівки значення параметрів ІК. Нормування всіх параметрів ІК на середній діаметр рогівки дозволяє врахувати масштаб їх зображень, який може відрізнятися через індивідуальну варіабельність розмірів рогівки, або за умов реєстрації ІК.

Наведені на схемах (рис. 1) відносні розміри відрізків діагоналей інтерференційного ромбу вказують на достатню симетрію ІК, що спостерігається не завжди. У більшості випадків в нормі існує певна асиметрія дії ЕОМ правого та лівого очей. Зорова праця на близькій відстані може призводити к значному посиленню асиметрії дії ЕОМ, або навпаки до їх більш симетричного функціонування.

Для кількісного оцінювання впливу зорової праці на стан ЕОМ було розраховано показник симетрії К. Розрахунок проводився в такий спосіб: після визначення параметрів ІК розраховувалися різниці між довжинами відповідних відрізків діагоналей правого і лівого ока до роботи, а також після роботи. Ці різниці додавалися, в результаті чого виходили інтегративні величини, що характеризують симетрію/асиметрію функціонування екстраокулярних м'язів до (K1) і після (K2) роботи. Далі за формулою обчислювався коефіцієнт симетрії

$$K = [(K2-K1)/K1] \cdot 100\%,$$

де K1 – інтегративний показник асиметрії до навантаження, K2 – після навантаження, K – коефіцієнт симетрії.

Якщо отриманий в результаті розрахунку показник не перевищував 20%, то вважалось, що ступінь напруження ЕОМ в динаміці зорової праці знаходилася у межах норми, отже зорове навантаження не викликала суттєвої перебудови в зоровій системі. Якщо показник мав знак мінус, то це означало, що після зорової праці система функціонує більш симетрично, ніж до неї, отже, зорове навантаження також відповідає можли-

востям системи. Якщо ж показник перевищував 20% і мав знак плюс, то навантаження викликало суттєве зростання асиметрії функціонування, що є несприятливою ознакою.

Обробка кількісних параметрів ІК проводилася з використанням описативної статистики, визначення достовірності відмінностей – з використанням непараметричних критеріїв Вілкоксона і  $\chi^2$  Пірсона. Для розрахунків використано пакет прикладних програм STATISTICA-13.3 (ліцензія AXA9051924220FAACD-N).

### Результати

Результати розрахунку коефіцієнта симетрії дії ЕОМ дітей та підлітків різних вікових груп для двох видів навантаження – друкований текст на паперовому носії з оптимальними параметрами зручності для читання (перший) та зниженими (другий) наведено у табл. 2.

На основі аналізу результатів, наведених у в табл. 2, можна зазначити, що за кожному навантаженні в кожній віковій групі є як позитивні, так і негативні значення коефіцієнта симетрії. Це вказує на два варіанти зміни тонусу ЕОМ: за позитивних значеннях К – зростання асиметрії функціонування ЕОМ після зорового навантаження, за негативних значеннях К – більш симетричне функціонування ЕОМ.

Можна зазначити, що обидва види зорового навантаження викликають зростання асиметрії функціонування ЕОМ майже в два рази частіше, ніж підвищення симетрії. Зростання асиметрії виникає як після першого (оптимального), так і після другого (із заниженими параметрами оформлення) візуального навантаження. Це необхідно враховувати при ранньому навчанні дітей читанню або використанні ними комп'ютерних ігор і мініатюрних розваг, оскільки таке навантаження може стати причиною асиметричного функціонування ЕОМ. Тривале використання несприятливого візуального навантаження може призвести до закріплення асиметрії аж до появи косоокості (особливо у випадках спадкової схильності, за наявності вроджених особливостей будови ЕОМ, за гетерофорії).

**Таблиця 2.** Розподіл випробуваних в залежності від значень коефіцієнта симетрії

Вікова група, роки	Вид тексту	Діапазон значень К	Значення К, % (частота випадків - % от об'єма групи)
6-10 (n=33)	Перший	K>0	106 (60±8,5)
		K<0	53 (40±8,5)*
	Другий	K>0	98 (73±7,7)
		K<0	46 (27±7,7)*
11-12 (n=25)	Перший	K>0	132 (67±9,5)
		K<0	45 (33±9,5)*
	Другий	K>0	90 (68±9,3)
		K<0	40 (32±9,3)*
13-15 (n=39)	Перший	K>0	96 (51±8,0)
		K<0	46 (49±8,0)
	Другий	K>0	88 (65±7,6)
		K<0	48 (35±7,6)*

Примітки: \* – відмінності у частоті випадків позитивного і негативного значення коефіцієнта симетрії у відповідній віковій групі вірогідні ( $p<0,05$ ); n – об'єм вікової групи.

Крім того, значення позитивного коефіцієнта симетрії в два і більше разів перевищує значення негативного практично у кожній віковій групі, тобто асиметрія функціонування ЕОМ більш виражена, ніж симетрія, що з'явилася в результаті зорової праці. За даними табл. 2 можна зазначити, що більш симетричне функціонування після навантаження трапляється значно рідше, ніж асиметричне.

Окрім текстового навантаження, було проаналізовано вплив гри «Тетріс», реалізованої на мобільному телефоні, протягом 45 хвилин на стан ЕОМ у 58 підлітків (15-16 років) за коефіцієнтом симетрії.

У 21 (36±6,6%) випадків коефіцієнт симетрії К був негативним, тобто гра призвела до більш симетричного функціонування ЕОМ. Середнє значення негативного коефіцієнта склало 114%. Зростання асиметрії функціонування ЕОМ спостерігалось в 37 (64± 6,6%) випадках, що вірогідно ( $\chi^2=7,89$ ;  $p<0,05$ ) більше, ніж симетричного функціонування. Абсолютне значення позитивного коефіцієнта К було менше, ніж негативного і склало 50,2%. На основі отриманих результатів можна відзначити, що візуальне навантаження, пред'явлене підліткам, призвело до зростання асиметрії у 64% випадків. Це може бути пов'язано з тим, що формування зорової системи випробуваних цієї вікової групи ще остаточно не завершено, тому навантаження з неоптимальними візуальними параметрами викликало зростання асиметрії функціонування ЕОМ.

## Обговорення

Процес формування зорової системи дітей відбувається під впливом візуального оточення, яке у останні роки носить агресивний характер. У літературі навіть з'явився термін «візуально-агресивне середовище» [15]. З іншого боку, фахівці відмічають погіршення стану зорових функцій сучасних дітей та підлітків.

У цьому зв'язку актуальним завданням є розроблення об'єктивних методів оцінювання функціонального стану зорової системи та її елементів. Дослідження напружено-деформованого стану рогівки ока дозволяє визначити анатомо-функціональний стан ЕОМ [4, 7, 8], а в динаміці зорової праці – оцінити зміни у стані ЕОМ під впливом візуального навантаження.

Отримані в результаті проведених досліджень дані дозволяють відзначити наступні закономірності зміни симетрії функціонування ЕОМ. У випробуваних після текстової навантаження з нормальними (перше навантаження) і зниженими (друге навантаження) параметрами зручності для читання основним напрямком зміни функціонування ЕОМ в перших двох вікових групах (6-10 років, 11-12 років) є зростання ступеня асиметрії та збільшення кількості осіб з асиметрією (табл. 2).

У старшій віковій групі (13-15 років) симетричне функціонування ЕОМ після зорової праці зустрічається майже в такому ж відсотку випадків, як і асиметричне. Це вказує на те, що зі збільшенням віку і відповідно збільшенням зрілості зорової системи візуальне навантаження викликає менш виражені зміни, ніж в молодших вікових групах.

Мініатюрна гра «Тетріс», запропонована групі підлітків, досить складна для візуального сприйняття, має дрібні об'єкти та нав'язаний темп. В цьому випадку асиметрія функціонування ЕОМ після навантаження зросла в 64% випадків, що схоже з результатами, отриманими після другого текстового навантаження (табл. 2), однак ступінь асиметрії виражений менше, ніж після читання текстів.

Проведені дослідження показали перспективність використання параметрів ІК для оцінювання впливу різного виду візуального навантаження на функціональний стан ЕОМ. Актуальність таких досліджень має два аспекти. По-перше, у значній кількості дітей та підлітків спостерігається анатомо-функціональна асиметрія ЕОМ без наявності косоокості [5]. Ця асиметрія компенсується за рахунок резервів компенсації, які наявні у зоровій системі. Якщо вартість такої компенсації стає надвисокою відбувається її зрив, що може привести до виникнення зорової патології. По-друге, виявлені особливості зміни симетрії дії ЕОМ можуть бути використані під час оцінювання впливу носіїв інформації та часу їх використання на стан зорової системи різних вікових груп.

## Висновки

1. У випробуваних осіб молодших вікових груп після текстового навантаження з нормальними і зни-

женими параметрами зручності для читання основним напрямком зміни функціонування ЕОМ є зростання ступеня асиметрії. Це необхідно враховувати при ранньому навчанні дітей читанню або використанні ними комп'ютерних ігор і мініатюрних розваг, оскільки таке навантаження може призвести до асиметричного функціонування ЕОМ, а за тривалому використанні несприятливого візуального навантаження може призвести до закріплення асиметрії аж до появи косоокості.

2. Зі збільшенням віку візуальне навантаження викликає менш виражені зміни у функціональному стані ЕОМ, ніж в молодших вікових групах. У старшій віковій групі симетричне функціонування ЕОМ після зорової праці трапляється майже в такому ж відсотку випадків, як і асиметричне.

3. Проведені дослідження підтвердили перспективність використання дослідження напружено-деформованого стану роگیмки ока у поляризованому світлі для оцінювання впливу різного виду візуального навантаження на функціональний стан ЕОМ.

Перспективою подальших досліджень є оцінювання впливу різних видів візуального навантаження на функціональний стан екстраокулярних м'язів дітей та підлітків за різному стані зорової системи.

#### Література

- Vodovozov A.M., Kovylin V.V.** Isoclines of the interference pattern of the cornea as indicators of the location of the oculomotor muscles in normal conditions and in strabismus // *Journal of Ophthalmology*. – 1983. – №5. – P. 260–2.
- Declaratory patent for the invention Ukraine, 43719 A UA, IPC A 61 B 10/00. A method for diagnosing the information load of printed publications for children and adolescents; declared 06.06.01; published 17.12.01, Bul. № 11.
- Kaplin I.V., Kochina M.L., Firsov O.G.** The Conception of Telemedicine System for Express Estimation of Intraocular Pressure's Level // *Cyb. and comp. eng.* – 2018. – №1(191). – P. 76–94.
- Kovtun N.M.** Interference Patterns of the Eye Cornea with Different States of Oculomotor Muscles // *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*. – 2017. – №2(6). – P. 81–6.
- Kovtun N.M.** Scientific substantiation and development of a method for assessing the condition of oculomotor muscles using polarized light [abstract] // *Kyiv: The Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education of the Ministry of Public Health of Ukraine, 2021.* – 22 c.
- Evtushenko A.S., Kozak L.M., Kochina M.L., Yavorsky A.V.** Results of human functional state's assessment during the visual work // *World of medicine and biology*. – 2015. – № 2(50). – C.39–44.
- Kochina M.L., Demin Yu.A., Kovtun N.M.** Peculiarities of Interferential Pictures of Eyes at Horizontal Heterotropy // *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*. – 2017. – №2(4). – P. 96–103.
- Kochina M.L., Demin Yu.A., Kovtun N.M., Kaplin I.V.** Results of polarized light use for study of stress–strain state of cornea in pathology of extraocular muscles // *International medical journal*. – 2019. – Vol.25, 3(99). – P.65–9.
- Kochina M.L., Demin Yu.A., Ю.А., Yavorsky A.V., Kovtun N.M., Firsov O.G.** Clinical decision support system for extraocular muscle pathology // *Journal of Ophthalmology*. – 2020. – №2 (493). – P. 70.
- Kochina M.L., Kaplin I.V., Kovtun N.M.** The Results of Polarized Light Usage for the Eye Research // *Bulletin of problems of biology and medicine*. – 2014. – №4(113). – P.139–145.
- Kochina M.L., Yavorsky A.V., Evtushenko A.S.** The role of visual load in process of children and teenagers visual system's formation // *Journal of Ophthalmology*. – 2015. – №4. – P. 3–10.
- Kochina M.L., Yavorsky A.V., Maslova N.M.** Peculiarities of impact produced by different visual load of functioning of visual system in children and adolescents // *Bulletin of the Ukrainian Medical Dental Academy «Actual problems of modern medicine»*. – 2017. – № 1(57). – P.12:112–6.
- Penkov M.A., Kochina M.L.** Method for diagnosing pathology of intraocular pressure // *Journal of Ophthalmology*. – 1981. – № 8. – P.476–9.
- Penkov M.A., Kochina M.L.** Interference method in the diagnosis of strabismus // *Vestnik oftalmologii*. – 1981. – №1. – P. 39–41.
- Sergeta I.V., Podrigalo L.V., Malachkova N.V.** Ophthalmic and hygienic aspects of the modern visual environment of children, adolescents and youth. – *Vinnitsia: Business; 2009.* – 176 p.
- The method of measuring intraocular pressure: US Pat. 33640 Ukraine: IPC (2006), 3/16, A61B 8/10. Declared 23.10.2007; published 10.07.2008.
- Anderson K.** Application of structural analysis to the mechanical behavior of the cornea // *J. R. Soc. Interface*. – 2004. – №1. – P. 1–15.
- Bour L.J., Lopez Cardozo N.J.** On the birefringence of the living human eye // *Vision Res*. – 1981. – Vol. 21(9). – P.1413–21.
- Brewster D.** Experiments on the depolarization of light as exhibited by various mineral, animal and vegetable bodies with a reference of the phenomena to the general principles of polarization // *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.* – 1815. – №1. – P. 21–53.
- Cogan D.C.** Some ocular phenomena produced with polarized light // *Arch. Ophthalmol.* – 1941. – Vol. 25( 3). – P. 391–400.
- Kaplin I.V., Kochina M.L., Demin Iu. A., Firsov A.G.** The system of intraocular pressure assessment using interference eye pictures // *Cybernetics and Computer Engineering*. – 2019. – №1(195). – P. 64–81.
- Stanworth A., Naylor E.J.** Polarized light studies of the cornea I. The isolated cornea // *J. Exp. Biol.* – 1953. – Vol. 30. – P. 160–3.
- Stanworth A.** Polarized light studies of the cornea II. The effect of intra-ocular pressure // *J. Exp. Biol.* – 1953. – Vol.30 (2). – P.164–9.
- Stanworth A., Naylor E. J.** The polarization optics of the isolated cornea // *Br. J. Ophthalmol.* – 1950. – Vol. 34 ( 4). – P. 201–11.
- Zandman F.** The photoelastic effect of the living eye. Experiment // *Mechanics*. – 1966. – Vol. 6 (5). – P. 19–25.

*Автори засвідчують про відсутність конфлікту інтересів, які б могли вплинути на їх думку стосовно предмету чи матеріалів, описаних та обговорених в даному рукопису.*

*Поступила 12.03.2021*

## Результаты исследования напряженно-деформированного состояния роговицы глаза в поляризованном свете в условиях зрительной работы

Кочина М. Л., Каплин И. В., Ковтун Н. М., Маслова Н. М., Яворский А. В.

Черноморский национальный университет им. Петра Могилы; Николаев (Украина)

Киевский центр терапии и микрохирургии глаза; Киев (Украина)

Международный медицинский центр «Офтальмика»; Харьков (Украина)

Харьковский национальный медицинский университет; Харьков (Украина)

**Вступление.** Зрительный труд на близком расстоянии вызывает перераспределение внутренних напряжений в роговице глаза, что отражается на форме и параметрах интерференционных картин, наблюдаемых на ней в поляризованном свете.

**Цель** – оценка влияния визуальной нагрузки разного вида на состояние экстраокулярных мышц детей и подростков по показателям интерференционных картин, наблюдаемых на роговице глаза в поляризованном свете.

**Материалы и методы.** Проведено исследование интерференционных картин 97 детей и подростков до и после зрительной нагрузки в виде текстов, реализованных на бумажном носителе, с разными параметрами удобочитаемости и 58 подростков, которые играли в компьютерную игру «Тетрис», реализованную на экране мобильного телефона. Для количественной оценки

изменений параметров интерференционных картин под влиянием зрительного труда были рассчитаны коэффициенты симметрии  $K$ .

**Результаты.** У 60-73% детей зрительная нагрузка в виде текстов на бумажном носителе привела к достоверному росту асимметрии функционирования экстраокулярных мышц, о чем свидетельствуют значения коэффициента симметрии  $K$ , превышающие норму в 2-6 раз. Рост асимметрии функционирования экстраокулярных мышц наблюдался у 64% подростков после игры на мобильном телефоне.

**Выводы.** Проведенные исследования подтвердили перспективность исследования напряженно-деформированного состояния роговицы глаза в поляризованном свете для оценки влияния разного вида визуальной нагрузки на функциональное состояние экстраокулярных мышц.

**Ключевые слова:** экстраокулярные мышцы, поляризованный свет, напряженно-деформированное состояние роговицы, интерференционные картины, коэффициент симметрии