

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Дун Фанхуй

УДК 617.674.1-008.8-072-092

ДИСЕРТАЦІЯ

КЛІНІКО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ КІЛЬКІСНО-
ЯКІСНОГО СКЛАДУ СЛІЗНОЇ ПЛІВКИ У КОРИСТУВАЧІВ ЦИФРОВИМИ
ПРИСТРОЯМИ

222 - «Медицина», 22 - «Охорона здоров'я»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Дун Фанхуй

Науковий керівник: Безкоровайна Ірина Миколаївна, доктор медичних наук,
професор

Полтава – 2024

АНОТАЦІЯ

Дун Фанхуй– Клініко-функціональні особливості показників кількісно-якісного складу слізної плівки у користувачів цифровими пристроями. Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії фах 222 «Медицина», 22 «Охорона здоров'я». – ЗВО Полтавський державний медичний університет, Полтава, 2024.

Дисертаційне дослідження присвячене вивченню стану слізної плівки ока та оптимізації діагностики порушень її кількісно-якісного складу при користуванні цифровими пристроями, на підставі вивчення дисфункції слізної плівки за допомогою інтерферометрії для вибору оптимального гігієнічного режиму комп'ютерного навантаження.

В основу даної дисертаційної роботи покладено результати власних спостережень та аналізу результатів інструментального обстеження за змінами стану слізної плівки обстежуваних, що використовували в своїй роботі комп'ютерну техніку.

Слізна плівка – це тонкий шар багатокомпонентної, багатофункціональної рідини (її товщина не рівномірна, і досягає максимуму на рогівці – близько 8 мкм), яка складається з 98% води та 2% білків, ліпідів, глюкози та інших мікроелементів, що знаходяться в ній у меншій кількості. Слізна плівка має захисну, метаболічну та важливу оптичну функцію з показником рефракції 1,33D. Їх реалізація залежить від повноцінності та стабільності всіх трьох шарів слізної плівки, дисфункція навіть одного з них в подальшому призводить до хвороби «сухого ока» [2,3].

На сьогодні, хвороба «сухого ока» представляє собою багатофакторне захворювання очної поверхні, що характеризується втратою гомеостазу слізної плівки і супроводжується очними симптомами, серед яких особливу

етіологічну роль грають нестабільність слізної плівки і її гіперосмолярність, запалення і пошкодження очної поверхні, а також нейросенсорні порушення [73].

В останні роки хвороба «сухого ока» є однією з найпоширеніших у структурі захворювань органу зору. Понад 30% амбулаторних пацієнтів офтальмологічного прийому мають вираженні скарги, що характерні для цієї патології [41]. Однак, реальні цифри в два рази більші, так як хвороба «сухого ока» протікає субклінічно і її раннє виявлення потребує додаткових методів дослідження [51].

Крім того, дане захворювання набуває особливого значення у зв'язку з глобальною комп'ютеризацією усіх сфер життєдіяльності людини, її симптоми все частіше виявляються серед осіб різного віку, і в першу чергу працездатних, які складають основний контингент користувачів цифровими пристроями [53].

Кількість постраждалих від хвороби сухого ока поступово збільшується. Так, у 2012 році 28% жителів Європи щоденно проводили перед екранами цифрових пристроїв більше 10 годин, 32% - від 6 до 9 годин і 33% - від 3 до 5 годин [53]. Втім, на сьогодні, відмічається різке збільшення числа користувачів і зростання тривалості перебування за цифровими пристроями у всіх країнах світу. Згідно останніх звітів провідних аналітичних компаній, у 2018 році кількість користувачів мережі інтернет зросла до 4,021 млрд чоловік, кількість користувачів мобільними телефонами – до 5,135 млрд чоловік [59]. Час, який люди проводять в мережі, за останні 12 місяців також збільшився: середньостатистичний інтернет-користувач сьогодні проводить близько 6 годин на день користуючись цифровими пристроями [56].

Згідно літературних джерел, у частини користувачів цифровими пристроями зорова втома проявляється через 2 години, у більшості - через 4 години і практично у всіх - через 6 годин роботи за дисплеями цифрових пристроїв [61]. Але не описані конкретні зміни стану слізної плівки, що

відповідають цій зоровій втомі. В першу чергу, ці патологічні зміни пов'язані зі зменшенням частоти кліпання очей у 10 разів (з 20-25 разів до 1-2 разів за 1 хвилину) під час роботи з гаджетами, що призводить до висихання слізної плівки і виникнення хвороби «сухого ока» [63]. Погіршення стану слізної плівки різко знижує якість життя пацієнтів. Вже навіть при роботі 1 годину з'являються початкові порушення якісного складу слізної плівки, які характеризуються появою хаотичних тріщин периферичного поясу на кристалограмах. При роботі понад 2 години виявляється порушення поява хрестоподібних фігур на кристалограмах, що було описано у наших попередніх роботах.

Одним із найбільш сучасних методів оцінки якості та товщини ліпідного шару слізної плівки вважається інтерферометрія. За даними авторів, показники товщини ліпідного шару понад 70 мікрон вважаються за норму, від 70 до 50 мікрон характеризують хворобу «сухого ока» легкого ступеню, менше 50 мікрон – виражену хворобу «сухого ока» [109]. Однак, оцінка змін цих показників у пацієнтів при користуванні цифровими пристроями у доступній літературі відсутня.

Все вищевикладене дозволяє вважати хворобу «сухого ока» соціально значущою проблемою. Наведені літературні дані визначають актуальність вивчення змін кількісно-якісного аналізу сльози у користувачів цифровими пристроями протягом робочого дня, проведеного за електронними гаджетами. Відсутність єдиної думки стосовно оцінювання отриманих результатів, відсутність літературних даних, щодо зміни специфічних якісних характеристик слізної плівки у даної категорії людей аргументує доцільність проведення досліджень у цій сфері та обумовлює необхідність визначення безпечного зорового режиму роботи з цифровими пристроями обґрунтованого оптимізацією вивчення показників кількісно-якісного складу сльози.

Це й обґрунтувало актуальність проведення дослідження по вивченню особливостей клініко-функціонального стану слізної плівки на підставі

визначення її кількісних та якісних показників у користувачів цифровими пристроями, залежно від часу, проведеного за комп'ютером та визначення безпечного, для поверхні ока, часу роботи за комп'ютером.

Дослідження проводилося з вересня 2018 року по січень 2022 року. Обстежені були розподілені на п'ять груп відповідно до тривалості наданого їм цифрового навантаження: I група - 68 осіб (136 очей) з тривалістю роботи за комп'ютером 6 годин; II група - 82 особи (164 ока) з тривалістю 1 година; III група - 67 осіб (134 ока) з тривалістю 40 хвилин; IV група – 56 осіб (122 очей) з тривалістю 30 хвилин; V група – 60 осіб (120 очей) з тривалістю 20 хвилин.

На першому етапі дослідження усім досліджуваним обстежуваним був проведений початковий аналіз стану слізної плівки та заповнення ними опитувальника OSDI.

В подальшому було проведено порівняльний аналіз показників початкового стану загальної сльозопродукції та слізної плівки ока та стан цих же параметрів після дозованого комп'ютерного навантаження.

Таким чином, встановлено, що у обстежених офісних працівників, які цілий день працюють з комп'ютером (6 годин), після закінчення робочого дня зниження товщини ліпідного шару слізної плівки спостерігається у 100% випадків ($p < 0,01$), порушення висоти слізного меніска у 79% випадків ($p < 0,01$), скорочення часу розриву слізної плівки у 100% випадків ($p < 0,01$), порушення сльозопродукції у 100% випадків ($p < 0,01$) та порушення частоти кліпань при роботі за комп'ютером у 93% випадків ($p < 0,01$). Вивчення ж якісних показників стану слізної плівки у користувачів комп'ютерними пристроями при різному терміні комп'ютерного навантаження продемонструвало, що із збільшенням часового впливу електронних гаджетів на поверхню ока, стан слізної плівки погіршується. Значимі негативні зміни відмічені при 60 і 40 хвилинному комп'ютерному впливові. У випадку 30, а особливо 20 хвилин роботи за комп'ютером, зміни ТЛШ, ВСМ і NIBUT виявлялися

недостовірними, а отже негативних змін, практично, не відбувалося. При роботі 30 хвилин зменшувалась лише частота кліпань, що при тривалішій роботі призводило вже до достовірних відхилень показників слізної плівки. Таким чином, час 30 хвилин роботи за електронними гаджетами можна вважати безпечним для стану слізної плівки. Збільшення терміну роботи, потребує перерви, для запобігання виникнення хвороби сухого ока.

Наукова новизна отриманих результатів.

В результаті проведеного дослідження доповнені наукові дані про перебіг хвороби «сухого ока» у користувачів цифрових пристроїв. Виявлено зниження товщини ліпідного шару слізної плівки від 15 до 80 нм у 58% обстежених, зменшення висоти слізного меніску в 43% випадків, скорочення часу розриву слізної плівки в 49% випадків.

Доповнені дані про зміни функціональних проб слізної плівки у пацієнтів в залежності від часу використання цифрових пристроїв.

Вперше, на основі інтерферометрії визначена товщина ліпідного шару слізної плівки у різні терміни комп'ютерного навантаження: від 40 хвилин впливу комп'ютерних пристроїв достовірно стоншується ліпідний шар слізної плівки, переважно до товщини 30 – 70 нм, після 60 хвилин впливу електронних гаджетів відбувається збільшення кількості осіб із потоншенням ліпідного шару <15 нм.

Вперше встановлено, що час використання цифрових пристроїв до 30 хвилин, не погіршує якісного складу слізної плівки, а саме товщини ліпідного шару, висоти слізного меніска, оцінки часу розриву слізної плівки, що є гігієнічно безпечним для роботи за комп'ютерними пристроями.

Теоретичні положення та практичні рекомендації роботи включені в програму лекцій і практичних занять кафедри оториноларингології з офтальмологією ВДНЗУ «Полтавського державного медичного університету»

Ключові слова: хвороба сухого ока, слізна плівка, товщина ліпідного шару слізної плівки, інтерферометрія, вплив комп'ютерних приладів.

ABSTRACT

Dong Fanghui—Clinical and functional features of quantitative and qualitative composition indicators of tear film in digital devices users. This is a qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for scientific degree of Doctor of Philosophy, profession 222 "Medicine", 22 "Healthcare". – Higher education institution "Poltava State Medical University", Poltava, 2024.

The dissertation study is devoted to the eye tear film condition and the diagnosis optimization of its quantitative and qualitative composition violations when using digital devices, based on the examination of tear film dysfunction using interferometry for the optimal hygienic mode choice of computer load. This dissertation is based on the results of our observations of changes in the tear film condition of people using computer technology in their work.

The basis of this dissertation is the results of our observations and analysis of the results of the instrumental examination of the subjects.

The tear film is a thin layer of multicomponent, multifunctional liquid (its thickness is not uniform, and reaches its maximum on the cornea — about 8 microns), which consists of 98% water and 2% proteins, lipids, glucose, and other micro-elements found in it in a smaller amount. The tear film has a protective, metabolic, and important optical function with a refractive index of 1.33D. Their realization depends on the completeness and stability of all three layers of the tear film, the dysfunction of even one of them later leads to the "dry eye" disease [2,3].

Today, dry eye disease is a multifactorial illness of the ocular surface, characterized by loss of homeostasis of the tear film and accompanied by eye symptoms, among which instability of the tear film and its hyperosmolality, inflammation, and damage to the eye surface, as well as neurosensory disorders, play a special etiological role. [73].

In recent years, dry eye disease has been one of the most common in the structure of the organ of vision pathologies. More than 30% of outpatient ophthalmology clients have complaints characteristic of this pathology[41]. However, the real numbers are two times higher, as the dry eye disease occurs subclinically and its early detection requires additional research methods [51].

In addition, this disease is gaining special importance due to the global computerization of all spheres of human life, its symptoms are increasingly appearing among people of different ages, and primarily able-bodied people, who make up the main contingent of digital device users [53].

The number of people affected by dry eye disease is gradually increasing. Thus, in 2012, 28% of Europeans spent more than 10 hours in front of the screens of digital devices every day, 32% — from 6 to 9 hours, and 33% — from 3 to 5 hours [53]. However, today, there is a sharp increase in the number of users and an increase in the length of time spent on digital devices in all countries of the world. According to the latest reports of leading analytical companies, in 2018 the number of Internet users increased to 4.021 billion people and the number of mobile phone users — to 5.135 billion people [59]. The amount of time people spend online has also increased over the past 12 months, with the average internet user now spending around 6 hours a day using digital devices [56].

According to literature sources, some users of digital devices experience visual fatigue after 2 hours, most — after 4 hours, and almost all — after 6 hours of working with digital device displays [61]. However, specific changes in the tear film condition corresponding to this visual fatigue have not been described. First of all, pathological changes are associated with a 10-fold decrease in the frequency of blinking (from 20-25 times to 1-2 times in 1 minute) when working with gadgets,

which leads to the drying of the tear film and the occurrence of the dry eye disease [63]. Its damage sharply reduces the quality of patients' lives. Initial violations of the qualitative composition of tear fluid were determined in 52% of patients while working with digital devices for more than 1 hour and are characterized by the appearance of chaotic cracks in the peripheral belt on crystallograms. When working for more than 2 hours, in 60% of cases there are significant violations of the qualitative composition of tears, consisting of the appearance of cross-shaped figures on crystallograms, which was determined in our previous works.

One of the most modern methods of the quality and thickness assessment of the lipid layer of the tear film is interferometry. According to the authors, indicators of lipid layer thickness over 70 microns are considered normal, a level from 70 to 50 microns characterizes mild dry eye disease, and less than 50 microns — severe dry eye disease [109]. However, there is no assessment of changes in these indicators in patients using digital devices in the available literature.

All of the above makes it possible to consider dry eye disease as a socially significant problem. The cited literary data determine the relevance of studying changes in the quantitative and qualitative analysis of tears in users of digital devices during the working day spent using electronic gadgets. The lack of consensus regarding the evaluation of the obtained results, and the lack of literary data, regarding the change of specific qualitative characteristics of the tear film in this category of people argues for the feasibility of conducting research in this area and outlines the need to determine a safe visual working mode with digital devices based on the optimization of the study of indicators of the quantitative and qualitative composition of tears.

All of the above substantiated the actuality of research to investigate clinical and functional features of quantitative and qualitative indicators of tear film composition in digital device users, depending on the time spent at the computer and to determine a safe working time. The research was held from September 2018 to January 2022. Examined patients were divided into five groups according to duration of the given digital load: group I — 68 people (136 eyes) with a computer

work duration of 6 hours; group II — 82 people (164 eyes) with a duration of 1 hour; group III — 67 people (134 eyes) with a duration of 40 minutes; group IV — 56 people (122 eyes) with a duration of 30 minutes; group V — 60 people (120 eyes) with a duration of 20 minutes.

In the first stage of research, all examinees underwent an initial analysis of the tear film condition and filled out the OSDI questionnaire.

Further, a comparative analysis of the indicators of the initial condition of the general tear production and tear film was conducted, and the state of these parameters after dosed computer load was evaluated.

Thus, it was established that in the examined office workers, who are using a computer all day (6 hours), at the end of the working day, a decrease in the tear film lipid layer thickness is observed in 100% of cases ($p < 0.01$), a violation of the tear meniscus height — in 79% of cases ($p < 0.01$), shortening the tear film break-up time — in 100% of cases ($p < 0.01$), impaired tear production — in 100% of cases ($p < 0.01$) and impaired blinking frequency during work with a computer — in 93% of cases ($p < 0.01$). The study of qualitative indicators of the condition of the tear film in users of computer devices after different times of the visual load showed that the tear film condition worsens due to the increase in the time of electronic gadgets effect on the surface of the eye. Significant negative changes were noted after 60 and 40 minutes of computer exposure. In the case of 30, and especially 20 minutes of work at the computer, the changes in lipid layer thickness, tear meniscus height, and NIBUT turned out to be unreliable, and therefore negative changes practically did not occur. When working for 30 minutes, only the frequency of blinking decreased, which, with longer work, already led to reliable deviations of the tear film indicators. Thus, 30 minutes of work with electronic gadgets can be considered safe for the tear film condition. An increase in the duration of work requires a break to prevent the occurrence of dry eye disease.

The scientific novelty of the obtained results.

As a result of the conducted research, scientific data on the dry eye disease course in users of digital devices were supplemented.

Data on changes in functional tests of the tear film in patients depending on the time of use of digital devices were added.

For the first time, the changes in the lipid layer of the tear film after different periods of computer work were studied based on interferometry.

For the first time, the period of digital device usage, which does not cause a change in the quality of the tear film and the lipid layer thickness, the tear meniscus height, tear film break-up time was established.

Practical significance of the obtained results.

Based on the conducted research, it is proposed to create a safe visual mode of work with digital devices based on the indicators of the quantitative and qualitative composition of tears study optimization.

A classification of the probability of dry eye disease in electronic gadget users, depending on the initial condition of the eye surface, has been developed.

Theoretical principles and practical recommendations of the study were included in the lectures program and practical classes of the Department of Otorhinolaryngology with Ophthalmology of the Higher state educational institution of Ukraine "Poltava State Medical University University".

Keywords: dry eye disease, tear film, lipid layer thickness of the tear film, interferometry, influence of computer devices.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Дун Фан Хуї, Безкоровайна И.Н., Павловская Г.Я. Диагностические возможности интерферометрии в выявлении и мониторинге развития болезни сухого глаза. Український Журнал Офтальмологія. 2020;1(11):41-47.
2. Дун Фан Хуї, Безкоровайна І.М. Аналіз слізної плівки при різній Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2021;1(73):20-25.
3. Дун Фан Хуї, Безкоровайна І.М. Визначення безпечної тривалості використання комп'ютерних пристроїв без впливу на слізну плівку. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2022; 1(77):29-34.
4. Bezkorovaina.I.M, Nakonechnyi D.O, Dun Fan Hui, Bezkorovaina.A.O. Qualitative assessment of the tear film in young adults. Journal of Ophthalmology (Ukraine). 2019;3(488):20-25.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Дун Фан Хуї, Троценко І.В. Вплив мультиекранного способу життя на стан слізної плівки. Збірник тез наукових робіт учасників всеукраїнської науково-практичної конференції лікарів-інтернів. «Актуальні питання клінічної медицини». 23 травня 2019 р. Полтава. –С.37-38.
6. Безкоровайна І.М., Дун Фан Хуї, Наконечний Д.О. Діагностика стану слізної плівки молоді м. Полтави. Науково-практична конференція з міжнародною участю «Філатовські читання-2019», 23-24 травня 2019, м. Одеса
7. Безкоровайна І.М., Дун Фан Хуї. Диагностические возможности интерометрии в диагностике болезни сухого глаза. V ювілейна науково-практична конференція з міжнародною участю «Глаукома + 2020» 22-23 жовтня, 2020 р., м. Київ
8. Безкоровайна І.М., Дун Фан Хуї. Електронні гаджети vs безпека очей. Рефракційний пленер'21 науково-практична конференція з міжнародною участю, 28-30 жовтня 2021 р., м. Київ
9. Дун Фан Хуї. Визначення безпечної тривалості використання комп'ютерних пристроїв без впливу на слізну плівку. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених «Медична Наука-2021», 3 грудня 2021 р., м. Полтава
10. Дун Фан Хуї. Зв'язок між хворобою сухого ока і «екранним способом життя». Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Полтавські офтальмологічні зустрічі 2024», 26 квітня 2024р., м. Полтава,

Наукові праці, що додатково відображають результати дисертації:

11.Безкоровайна ІМ, Дун Фан Хуі,Наконечний ДО,Безкоровайна АО. Патент на корисну модель №140135 «Спосіб комплексної діагностики хвороби сухого ока». Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 10.02.2020. Бюл.№3.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	15
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ДІАГНОСТИКИ ХВОРОБИ СУХОГО ОКА (огляд літератури)	18
1.1. Сучасні уявлення про сльозу та слізну плівку	18
1.2. Епідеміологія хвороби сухого ока.....	25
1.3. Цифрове навантаження, як фактор ризику виникнення хвороби сухого ока	28
1.4. Сучасні уявлення про діагностику хвороби сухого ока.....	31
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	40
2.1. Матеріал клінічних досліджень	40
2.2. Методи клінічних досліджень	42
2.2.1. Загальноклінічне обстеження	42
2.2.2. Спеціальні офтальмологічні дослідження.....	45
2.2.2.1. Функціональні тести (оцінка очної поверхні – коефіцієнт OSDI, оцінка сльозопродукції, проба Норна, тест LIPCOF, оцінка частоти кліпання повік).....	48
2.2.2.2. Якісна оцінка стану слізної плівки	51
2.3. Обладнання і апаратура	53
2.4. Статистична обробка результатів.....	54
РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ СЛІЗНОЇ ПЛІВКИ У КОРИСТУВАЧІВ ЕЛЕКТРОННИХ ГАДЖЕТІВ	55
3.1. Результати дослідження основних клінічних характеристик очної поверхні молоді	55
3.2. Інтерферометричне дослідження ймовірності виникнення хвороби сухого ока у молоді	62
РОЗДІЛ 4. СТАН СЛІЗНОЇ ПЛІВКИ У ОФІСНИХ ПРАЦІВНИКІВ ПРИ ТРИВАЛІЙ РОБОТІ ЗА КОМП'ЮТЕРОМ	66
РОЗДІЛ 5. ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН СЛІЗНОЇ ПЛІВКИ ПРИ РІЗНІЙ ТРИВАЛОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРИСТРОЇВ	75
РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ І ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	85
ВИСНОВКИ.....	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	90
ДОДАТКИ.....	104

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ТЛШ - товщина ліпідного шару слізної плівки

NIBUT - неінвазивний час розриву слізної плівки

BCM - висота слізного меніску

OSDI - Ocular Surface Disease Index - опитувальник для визначення суб'єктивних ознак пошкодження очної поверхні

ХСО - хвороба сухого ока

WHSQ – Workplace Health and Safety Queensland – комісія охорони та безпеки на робочому місці Квінсленда

DEWS - Dry Eye Workshop – робоча група по вивченню хвороби сухого ока

TFOS - Tear Film and Ocular Surface Society – асоціація фахівців вивчення слізної плівки та очної поверхні

DEQ - DRY EYE QUESTIONNAIRE-5 – опитувальник по хворобі сухого ока, 5-та версія

SANDE – шкала важкості симптомів сухого ока

CVSS17 – Computer-Vision Symptom Scale - шкала симптомів комп'ютерного бачення

ВСТУП

Актуальність теми

Захворювання зорового аналізатора є не тільки медичною, а й соціально-економічною проблемою. Слізна плівка покриває поверхню рогівки і кон'юнктиви ока, має ряд важливих функцій, що стосуються здоров'я очної поверхні. Вона зволожує очну поверхню, змиває забруднюючі речовини, захищає поверхню очей від патогенів, змащує інтерфейс рогівки при кліпанні та під час сну, живить клітини епітелію рогівки і покращує оптичні властивості шляхом зміни показника заломлення рогівки. Слізна плівка має чітко визначену структуру, залежну від триламінарної і градієнтної концентрації [5,6]. Ліпідний шар стабілізує слізну плівку, зменшуючи загальну вільну енергію поверхні, тобто поверхневий натяг, і контролює випаровування води з поверхні, а також контактує з шкірою повік і діє як бар'єр для водного шару [6].

В останні роки хвороба «сухого ока» є однією з найпоширеніших у структурі захворювань органу зору. Понад 30% амбулаторних пацієнтів офтальмологічного прийому мають вираженні скарги, що характерні для цієї патології [41,50]. Однак, реальні цифри в два рази більші, так як хвороба «сухого ока» протікає субклінічно і її раннє виявлення потребує додаткових методів дослідження [51]. Крім того, дане захворювання набуває особливого значення у зв'язку з глобальною комп'ютеризацією усіх сфер життєдіяльності людини, її симптоми все частіше виявляються серед осіб різного віку, і в першу чергу працездатних, які складають основний контингент користувачів цифровими пристроями [52,53,54].

Велика кількість досліджень оцінила значущість витрат, пов'язаних з хворобою сухого ока. Економічний тягар, спричинений хворобою сухого ока, можна розділити на дві категорії: прямі витрати, такі як медичні збори та придбання ліків та непрямі витрати, такі як зниження рівня зайнятості, відсутність на роботі (прогули) та втрата робочих днів у результаті негативного впливу на діяльність [46].

В літературі описана наявність ХСО у користувачів комп'ютерної техніки. Однак, автори не віднайшли безпечний час електронного впливу і не

вдалися до характеристики змін слізної плівки при різному терміні комп'ютерного навантаження. Значні труднощі у визначенні істинного стану слізної плівки полягають у компенсації біохімічних змін компонентів слізної плівки гіперсекрецією сльози, що призводить до отримання хибнопозитивних результатів стандартними методами дослідження сльозопродукції [79], через що кількісні методи визначення слізної рідини не є результативними, а якісні характеристики в літературі описані менше.

Все вищевикладене дозволяє вважати хворобу «сухого ока» соціально значущою проблемою. Наведені літературні дані визначають актуальність вивчення змін кількісно-якісного аналізу сльози у користувачів цифровими пристроями протягом робочого дня, проведеного за електронними гаджетами. Відсутність єдиної думки стосовно оцінювання отриманих результатів, відсутність літературних даних, щодо зміни специфічних якісних характеристик слізної плівки у даної категорії людей аргументує доцільність проведення досліджень у цій сфері та обумовлює необхідність визначення безпечного зорового режиму роботи з цифровими пристроями обґрунтованого оптимізацією вивчення показників кількісно-якісного складу сльози.

Це й обґрунтувало актуальність проведення дослідження по вивченню особливостей клініко-функціонального стану слізної плівки на підставі визначення її кількісних та якісних показників у користувачів цифровими пристроями, залежно від часу, проведеного за комп'ютером та визначення безпечного, для поверхні ока, часу роботи за комп'ютером.

Пошук шляхів вирішення цієї проблеми і визначив мету та завдання нашого дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри оториноларингології з офтальмологією Полтавський державний медичний університет: «Розробка діагностичних критеріїв змін очної поверхні за даними інтерферометрії» 0119 U102848 2019-2023 роки виконання, в якій автор безпосередньо виконував дослідження та проводи в статистичну обробку отриманих результатів.

Мета дослідження

Вивчити показники кількісно-якісного аналізу слізної плівки у користувачів цифровими пристроями та розробити безпечний зоровий режим роботи з цифровими пристроями.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішення наступних завдань:

1. Вивчити зміну показників функціональних тестів кількісної оцінки слізної рідини після користування цифровими пристроями.
2. Вивчити зміни показників якісного стану слізної плівки (товщину ліпідного шару; висоту слізного меніска; час розриву слізної плівки) під час користування цифровими пристроями.
3. Визначити часові критерії комп'ютерного навантаження, які мають найбільш сильну кореляцію зі ступенем порушення стану слізної плівки у користувачів цифровими пристроями.
4. На підставі отриманих даних розробити безпечний зоровий режим роботи з цифровими пристроями, що обґрунтований оптимізацією вивчення показників кількісно-якісного складу сльози.

Об'єкт дослідження: хвороба сухого ока МКХ-10 Н04

Предмет дослідження: особливості продукції слізної рідини; складки бульбарної кон'юнктиви паралельно нижнього краю повік; товщина ліпідного шару слізної плівки; висота слізного меніска; оцінка часу розриву слізної плівки у користувачів цифрових пристроїв. залежно від часу їх використання.

Основні методи дослідження: загальноофтальмологічні методи дослідження: тест Ширмера I,II, неінвазивне визначення часу розриву слізної плівки (тест LIPCOF), інтерферометрія, неінвазивне вимірювання висоти слізного меніску, методи статистичного аналізу отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів.

В результаті проведеного дослідження доповнені наукові дані про перебіг хвороби «сухого ока» у користувачів цифрових пристроїв. Виявлено зниження товщини ліпідного шару слізної плівки від 15 до 30-80 нм у 58% обстежених, зменшення висоти слізного меніску в 43% випадків, скорочення часу розриву слізної плівки в 49% випадків.

Доповнені дані про зміни функціональних проб слізної плівки у пацієнтів в залежності від часу використання цифрових пристроїв.

Вперше, на основі інтерферометрії визначена товщина ліпідного шару слізної плівки у різні терміни комп'ютерного навантаження: від 40 хвилин впливу комп'ютерних пристроїв достовірно стоншується ліпідний шар слізної плівки, переважно до товщини 30 – 70 нм, після 60 хвилин впливу електронних гаджетів відбувається збільшення кількості осіб із потоншенням ліпідного шару <15 нм.

Вперше встановлено, що час використання цифрових пристроїв до 30 хвилин, не погіршує якісного складу слізної плівки, а саме товщини ліпідного шару, висоти слізного меніска, оцінки часу розриву слізної плівки, що є гігієнічно безпечним для роботи за комп'ютерними пристроями.

Практичне значення отриманих результатів.

На підставі проведеного дослідження запропоновано створення безпечного зорового режиму роботи з цифровими пристроями обґрунтованого оптимізацією вивчення показників кількісно-якісного складу сльози.

Розроблено класифікацію ймовірності виникнення хвороби сухого ока у користувачів електронними гаджетами, в залежності від вихідного стану

поверхні ока, яка визначає можливість виникнення порушень стану слізної плівки на фоні вже наявних відхилень у користувача комп'ютером.

Теоретичні положення та практичні рекомендації роботи включені в програму лекцій і практичних занять кафедри оториноларингології з офтальмологією ВДНЗУ «Полтавського державного медичного університету»

Особистий внесок здобувача.

Автором, разом з науковим керівником д.мед.н., професором Безкоровайною І.М., розглянута і визначена ідея наукового дослідження. У процесі роботи спільно з науковим керівником сформульовані мета і завдання дисертаційної роботи, методологія роботи.

Здобувачем самостійно проведено інформаційний пошук наукової літератури та її аналіз за темою дисертації, збір даних та інтерпретація результатів дослідження. Здобувачем особисто проведені дослідження параметрів стану слізної плівки та статистичну обробку отриманих даних.

У друкованих роботах, опублікованих у співавторстві, використані дані проведених досліджень автора дисертації.

Відмінністю отриманих автором даних досліджень від наявних літературних стало вивчення змін показників товщини ліпідного шару, загальної сльозопродукції, часу розриву слізної плівки при комп'ютерному навантаженні різної тривалості, а також визначення безпечного, для стану слізної плівки, часу роботи за цифровими пристроями.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи були заслухані на:

- науково-практичної конференції лікарів-інтернів. «Актуальні питання клінічної медицини» 23 травня 2019 р. в м. Полтава;
- науково-практичній конференції з міжнародною участю «Філатовські читання-2019», 23-24 травня 2019 в м. Одеса;

- V ювілейній науково-практичній конференції з міжнародною участю «Глаукома + 2020» 22-23 жовтня, 2020 р. в м. Київ;
- «Рефракційний пленер'21» науково-практична конференція з міжнародною участю, 28-30 жовтня 2021 р., в м. Київ;
- Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Медична Наука-2021», 3 грудня 2021 р., в м.Полтава
- Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Полтавські офтальмологічні зустрічі 2024», 26 квітня 2024р., в м. Полтава.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, трьох розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів дослідження, практичних рекомендацій, висновків, списку використаних джерел. Обсяг дисертації викладено на 119 сторінках машинописного тексту українською мовою. Робота дисертації ілюстровано 12 таблицями і 13 рисунками. Список використаних джерел літератури містить 110 найменувань, усі латиницею.

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ДІАГНОСТИКИ

ХВОРОБИ СУХОГО ОКА

(огляд літератури)

1.1. Сучасні уявлення про сльозу та слізну плівку.

Сльоза - це багатокомпонентний секрет, що знаходиться в кон'юнктивальній порожнині і постійно зволожує зовнішню поверхню епітелію рогівки і кон'юнктиви [1].

Обсяг сльози, що постійно перебуває в кон'юнктивальній порожнині здорового ока становить 6–7 мкл. Сльоза рівномірно розподілена під впливом сил поверхневого натягу, гравітації та руху повік. Сльоза здорового ока є прозорою безбарвною рідиною слаболужної реакції з рН 6,5–7,8. Осмотичні характеристики сльози відповідають 0,9% розчину хлориду натрію. До складу сльози входить 1-2% неорганічних електролітів і органічних речовин різної молекулярної маси і хімічних властивостей, інші 98-99% припадають на воду (табл. 1.1.) [2,3].

До неорганічних речовин сльози відносяться іони мікроелементів: натрію, хлору, калію, кальцію, міді, цинку, заліза, марганцю, барію, срібла, сурми, хрому, стронцію та ін. Калій і хлор містяться в сльозі в більшій кількості, ніж в плазмі крові, а решта мікроелементів в меншій. Іони металів забезпечують кислотно-лужну рівновагу і осмотичний гомеостаз сльози. Вони також є важливою складовою частиною ферментів, місцевих гормонів та інших біологічно активних речовин, що відповідають за регуляцію обміну речовин. В органічному складі сльози переважають білки. Їх основне значення полягає в забезпеченні нормальної кислотності і онкотичного тиску. Вони беруть участь в імунологічних та ферментативних процесах, мають бактерицидну і бактеріостатичну дію. Загальна кількість білка базальної сльози становить 20 г/л. В сльозі визначено 60 фракцій білка, в основному альбуміни і глобуліни, а також продукти білкового обміну, сечовина і креатинін. Поряд з білками в сльозі містяться близько 20 амінокислот, причому їх рівень вище, ніж в сироватці крові в 3-4 рази [1,2].

Ферментний склад сльози різноманітний і включає в себе такі ферменти, як: оксидоредуктази, трансферази, гідролази, синтетази, дегідрогенази та ін., що вказує на активні метаболічні процеси, що відбуваються в ній. У сльозі також містяться: ліпіди, холестерин, холестероїди, тріацил-, діацил- і моноацилгліцериди, вільні жирні кислоти, фосфоліпіди та інші продукти обміну жирів, в концентраціях близьких до таких у плазмі крові [4].

З вуглеводів і продуктів їх обміну основне значення для клініки має глюкоза. У сльозі здорового ока міститься 0,1–0,2 ммоль/л. [5].

Табл.1.1.

Склад сльози

Параметри	Сльоза
Щільність, г/см ³	1,001-1,009
pH	6,5-7,8
Вміст білка, г/л	3-7 г/л
Білок %	0,3%
Вміст води, %	97,8%
Сухий залишок	2,2%

Сльоза формує слізну плівку та покриває поверхню рогівки і кон'юнктиви ока і має кілька важливих функцій, що стосуються належної функції та здоров'я очної поверхні. Вона зволожує поверхню очей, змиває забруднюючі речовини з ока, захищає поверхню очей від патогенів, змащує інтерфейс рогівки при миготінні та під час сну, живить клітини епітелію рогівки і покращує оптичні властивості шляхом зміни показника заломлення рогівки. Слізна плівка має чітко визначену структуру, залежну від

триламiнарної i градиентної концентрації. Вона складається з внутрішнього слизового збагаченого муцином, середнього водного шару i зовнішнього ліпідного шару. Хоча, в останній час, все більше авторів об'єднує водний та муциновий шар слізної плівки в один водно-муциновий. Так, вологоутримуючий i в'язкий характер слизового шару свідчить про те, що муцини підвищують змочувальні властивості i стабільність всієї слізної плівки. Муцини - це високоглікозильовані глікопротеїни з високою молекулярною масою [5,6], які містять цей шар слізної плівки. Муцини продукуються головним чином келихоподібними клітинами кон'юнктиви, тоді як у меншій кількості вони продукуються слізною залозою, рогівкою, поверхневими епітеліальними клітинами кон'юнктиви. Очні муцини впливають на час розриву слізної плівки, відіграють вирішальну роль у рівномірному розподілі слізної плівки та її стабілізації [7].

Їх поділяють на: трансмембранні муцини, які прикріплюються до апікальної поверхні епітеліальних клітин рогівки i кон'юнктиви i полегшують утворення глікокалікса. Глікокалікс являє собою комбінацію мікрворсин i гребнеподібних виступів, що розташовані на апікальній поверхні епітеліальних клітин рогівки, які містять ці трансмембранні муцини [8]. Він має вирішальне значення в фізіології слізної плівки, оскільки він відіграє важливу роль у стабілізації i розподілі слізної плівки на поверхні ока; секреторні муцини, що допомагають утримувати рідини на поверхні епітелію [9,10].

Більша товщини слізної плівки складається з проміжного водного шару, він не є однорідно чистим i містить десятки або навіть сотні різних білків. Багато білків беруть участь у загоєнні ран, запальних процесах, а також захисті рогівки від різних патогенів. Деякі з білків взаємодіють з ліпідним шаром i, таким чином, можуть мати біофізичну функцію в стабілізації та організації слізного ліпідного шару. Водний шар також містить електроліти i метаболіти, але метаболізм сльози детально не досліджений.

Ліпідний шар утворює зовнішній шар слізної плівки та її компоненті похідні, головним чином, з мейбомієвих залоз, розташованих в товщі тарзальних пластин повік [11]. Залози Moll і Zeis забезпечують невелику кількість ліпідів слізної плівки. Мейбомієві залози є голокринними залозами, від 25 до 40 знаходяться у верхній повіці й від 20 до 30 в нижній повіці. Одну залозу складають секреторні кластери ацинусу, що оточують головний канал. Скупчення ацинусів з'єднані з магістральним каналом протока. Здорові мейбомієві залози, під час мейбоміографії, схожі «виноград на лозі». Спеціалізовані клітини, що називаються мейбоцитами, розташовані в секреторних ацинусах і продукують ліпіди, які в кінцевому рахунку евакуюються з залози [12]. Під час дозрівання, процес клітинних органел, відповідальних за виробництво ліпідів, збільшується за кількістю і розміром. Ліпідні крапельки, що утворюються всередині клітин, містяться в спеціалізованій мембрані, яка походить від гладко-ендоплазматичного ретикулума. Коли мейбоцит досягає повного дозрівання, мембрана клітини розривається і вивільняє її вміст, включаючи білки і нуклеїнові кислоти, в протокову систему; зміст і залишки клітин в даний час називають мейбумом. Так як головний проток залози є досить довгим, мейбум не виділяється одразу на краю повіки, до відкриття залози відбувається поступове збільшення мейбуму, що постійно вивільняється з інших мейбоцитів за допомогою стискання тарзальної пластинки м'язом *orbicularis oculi*. В кінцевому рахунку мейбум доставляється на поверхню слізної плівки за допомогою м'язів Ріолана, які оточують протоки поблизу їх отворів біля краю повік і контакти під час мигання, змушуючи мейбум вийти з головної протоки під час закриття повік [13]. Потім мейбум поширюється на сльозу утворюючи ліпідний шар слізної плівки під час акту кліпання. Рух ліпідного шару слідує за рухом вгору верхньої повіки, але зазвичай відстає від зсуву приблизно на 1-2 секунд і навіть довше у осіб з хворобою сухого ока [14]. Ліпідний шар слізної плівки складається з двох за складом мейбумів: лише з мейбомієвих залоз, а також з їх поєднанням з між окисленими білками, які

переважно виводяться з слізної залози [15]. В літературі часто зустрічається поділ ліпідного шару на два підшари. Внутрішній підшар, який лежить поруч з водним шаром, являє собою полярний шар і містить полярні ліпіди; зовнішній шар, що піддається впливу повітря, є неполярним ліпідовмісним шаром. Так, внутрішній полярний ліпідний шар служить інтерфейсом та допомагає стабілізувати неполярний шар шляхом занурення їх гідрофобних хвостів у неполярний шар і їх гідрофільні головки у водний шар. Стабільність і розподіл ліпідного шару ще більше посилюється наявністю слізного білка ліпокаліна, який зменшує поверхневий натяг у водному стані шляхом формування комплексів з полярними ліпідами [16]. Ліпіди включають компоненти, які були відмічені у складі полярного підшару: фосфоліпіди, сфінгомієліни, кераміди, цереброзиди і довголанцюгові (О-ацил) - гідрокси жирні кислоти. Неполярні компоненти включають вуглеводні, дуже довгі ланцюга ацил-кераміду, ефіри воску і холестерину, триацилгліцерину і вільних жирних кислот [17].

При хворобі сухого ока відмічається низький рівень фосфоліпідів, сфінгомієлінів, спиртів воску та холестерину, повідомлялося про наявність складних ефірів [18]. Також відмічаються зміни в складі жирних кислот засновані на збільшенні пропорцій розгалужених структур з ненасиченими зв'язками. Візуалізація ліпідного шару слізної плівки за допомогою інтерферометрії показала затримку розподілу ліпідів і посилення утворення розривів ліпідного шару у особин з хворобою сухого ока [19].

Раніше використовувалися різні методи візуалізації оцінки товщини ліпідного шару слізної плівки. Дані досліджень на основі інтерферометрії показали товщину ліпідного шару від 15-160 нм [20] під час досліджень з використанням альтернативних методик оціночна товщина складала від 13 нм до близько 100 нм [21]. Деякі дослідники вважають, що ліпідний шар становить 5-10 молекул товщиною і розміром ліпідів молекул товщиною 2,2 нм, що в даному разі товщина цього шару була б в діапазоні 11-44 нм [22]. Однак вимірювання ліпідного шару слізної плівки часто перевищують цей

діапазон. Ймовірно, що ліпідний шар є товщиною декількох шарів або, на даний час, невідоме джерело сприяння загальній товщині.

Тож, ліпідний шар стабілізує слізну плівку, зменшуючи загальну вільну енергію поверхні, тобто поверхневий натяг, і контролює випаровування води з поверхні [6]. Ліпідний шар контактує з шкірою повік і діє як бар'єр для водного шару. Ліпіди також утворюють водонепроникне ущільнення, коли повіки закриті [20]. Частина цієї маслянистої рідини виділяється з мейбомієвих залоз [6]. Дослідження, проведені протягом останніх чотирьох десятиліть, показали аналіз-залежний від варіації склад мейбуму [23]. Незважаючи на варіації в опублікованих композиціях, ефіри стеролу і ефіри воску, здається, є найбільш поширеними видами ліпідів у мейбумі. Ліпідний склад слізної рідини є набагато складнішим, ніж у мейбумі [24]. Хоча ліпіди мейбуму були широко вивчені, бракує комплексних ліпідних досліджень слізної рідини. Дуже мало публікацій щодо полярного ліпідного складу ліпідного шару слізної рідини. Опубліковані дані про наявність в слізній рідині сфінгомієлінів і фосфатидилхолінів. Нещодавно також було виявлено фосфоліпіди як в мейбумі, так і в слізній рідині за допомогою електроспрей-іонізаційної тандемної мас-спектрометрії [25]. Зокрема, аналіз виявив 11 сфінгомієлінів і 13 фосфатидилхолінів у слізній рідині. Мейбум мав дуже схожий ліпідний профіль щодо холіновмісних ліпідів. Також неполярна ліпідна композиція слізної плівки відрізняється від мейбума. Крім триацилгліцеролів, виявлених у мейбумі, у слізній рідині були виявлені діацил-, моноацил- гліцерини та вільний гліцерин [26]. Джерело полярних ліпідів, однак, не було показано. Дослідники припустили, що кон'юнктивальні та рогівкові епітеліальні клітини можуть виробляти ці ліпіди. Вірогідною альтернативою може бути те, що деякі специфічні типи клітин на поверхні ока, подібні до альвеолярних епітеліальних клітин типу II в легенях, специфічно продукують полярні ліпіди до слізної рідини [27]. Ці клітини, якщо вони існують, залишаються не дослідженими.

Слізна плівка є першим бар'єром на шляху зовнішніх агресивних чинників і виконує три дуже важливі функції: захисну, оптичну й трофічну. За допомогою своїх бактерицидних властивостей і механічної дії (видалення частинок бруду та пилу з поверхні ока) слізна плівка оберігає очі від інфекцій і пошкоджень дрібними чужорідними тілами. Покриваючи поверхню рогівки, слізна плівка створює ідеальну сферичну форму і тим самим виконує рефракційну і оптичну функції. Для нормального функціонування рогівки, як оптичної лінзи, її поверхня повинна бути ідеально гладкою, сферичною, прозорою. Це можливо тільки за умови, що поверхня епітелію буде зволожена, оскільки навіть локальне висихання епітеліального шару в межах $0,3 \text{ мкм}^2$ по площі і $0,5 \text{ мкм}$ вглиб порушить зорове сприйняття [28]. Вологість і гладку поверхню рогівки забезпечує прекорнеальна слізна плівка при її рівномірному перерозподілу по всій поверхні рогівки за рахунок кліпальних рухів повік. У здорових людей товщина слізної плівки залежить від ширини очної щілини, діапазон становить від 6 до 12 мкм, у середньому, близько 10 мкм. В нормі у кожної людини протягом 1 хвилини 15% всієї слізної плівки оновлюється, 8% випаровується в зв'язку з нагріванням рогівки і рухом повітря [29].

В основі механізму поновлення слізної плівки лежать періодичні порушення її цілісності, з фрагментарним оголенням епітелію. Розриви виникають внаслідок випаровування з неї рідини, і фізіологічного поновлення епітеліальних клітин рогівки. Утворення «сухих плям» стимулює мигальні руху повік, які в свою чергу активують насосну функцію слізних каналців, що відводять слізну рідину з кон'юнктивальної порожнини в слізний мішок. У нормі відбувається 10–15 кліпань у хвилину, тобто кожні 4-6 секунд [30].

1.2. Епідеміологія хвороби сухого ока.

Нещодавні дослідження, що були проведені у найбільш інноваційних країнах – Китаї та Японії, виявили значно більшу поширеність хвороби

сухого ока, ніж в середньому по всьому світі [31,32], що також може свідчити про більшу схильність до ураження очної поверхні при мультиекранному способі життя. На підставі даних найбільших досліджень хвороби сухого ока – вивчення здоров'я жінок (WHS), а також дослідження здоров'я лікарів (PHS) та інших досліджень: за підрахунками, близько 3,23 млн. жінок і 1,68 мільйонів чоловіків, в цілому 4,91 млн. американців 40 років і старше мають хворобу сухого ока. Втім, десятки мільйонів людей мають менш тяжкі симптоми і, ймовірно, більш епізодичний прояв захворювання, що помітно тільки під час контакту з деякими несприятливими факторами, такі як низька вологість, носіння контактних лінз, цифрове навантаження та інше [33]. Порівняння вікових даних щодо поширеності хвороби від великих епідеміологічних досліджень виявляють діапазон приблизно від 5% до більш ніж 35% в різному віці [34]. Хоча існують дуже обмежені дані щодо потенційного фактора ризику раси або етнічної приналежності за поширеністю хвороби сухого ока. Дані WHS припускають, що поширеність важких симптомів та / або клінічний діагноз хвороби сухого ока може бути більшим у іспаномовних та азійських расах, в порівнянні з кавказькими та жінками. Комбіновані дані великих популяційних епідеміологічних досліджень вказують на те, що кількість жінок, уражених ХСО перевищує чоловіків [35,36].

На семінарі з сухого ока (DEWS) II, епідеміологічний комітет узагальнив наявні дані щодо поширеності, захворюваності та факторів ризику хвороби сухого ока [37]. У звіті вони використовували дані PubMed за останні 10 років і провели мета-аналіз для визначення поширеності хвороби сухого ока. Анкета вивчення здоров'я жінок (WHSQ) показала, що поширеність варіює від 4,3% в американських чоловіків до 21,6% у азійських жінок [38]. Комітет DEWS також показав, що в Південно-Східній Азії поширеність становить від 20,0% до 52,4% [34]. Дослідження з Іспанії та Сполучених Штатів показали поширеність 18,4% і 14,5%, відповідно [39]. Більшість досліджень показало, що поширеність хвороби сухого ока у жінок

становить у 1,33–1,74 рази вище, ніж у чоловіків [40]. Більшість досліджень показали, що люди старше 40 років мали більший ризик виникнення хвороби сухого ока, ніж ті, хто був молодше 40 років [41,42]. Хоча серед досліджень є неоднорідні дані, але очевидним є те, що симптоми хвороби сухого ока частіше зустрічається серед жінок, літніх людей і азійської популяції [39,40,43]. Частота захворювання описує частоту нових або інцидентних випадків захворювання протягом певного періоду часу. За свідченням автора, у світі існує лише два достовірних документи з захворюваності хвороби сухого ока. Дослідження Beaver Dam Eye показало, що захворюваність у кавказькій популяції становить 13,3% за 5-річний період спостереження, а дослідження Twins UK показало, захворюваність 4,4% протягом 2-річного періоду [43]. Також, було проведено два популяційних дослідження, що оцінюють поширеність ХСО в Японії [44]. Критерії діагностики включали фарбування очної поверхні флюоресцеїном або бенгальським рожевим, значення тесту Ширмера ≤ 5 мм або час розриву слізної плівки з використанням флюоресцеїну (TBUT) ≤ 5 с. Використовуючи ці тести, хвороба сухого ока виявлялася у 73,5%; у 95% довірчий інтервал (ДІ) був (95% CI = 65,3% -81,6%); TBUT <5 с - 79,6% (95% ДІ = 72,2% -87,1%); тест Ширмера <5 мм становив 39,8% (95% ДІ = 30,8% -48,9%); фарбування флюоресцеїном склало 77,0% (95% ДІ = 69,2% -84,8%). У цьому дослідженні не було включено анкету, яка рекомендована DEWS II, що ускладнює його порівняння з дослідженнями інших країн.

Друге дослідження було проведено в місті Кумі, розташованому в сільській гірській місцевості в 100 км на північ від Токіо. Досліджувана популяція включала 3294 суб'єкти старше 40 років. Це дослідження впровадило опитувальники для аналізу поширеності в усьому світі. Опитувальник складався з трьох питань, розроблених та затверджених Schaumberg et al. [45]: 1) Як часто ваші очі відчують себе сухими? 2) Як часто ваші очі відчують роздратування? 3) У вас коли-небудь була діагностована лікарем хвороба сухого ока? Можливі відповіді на перші два

запитання були «постійно», «часто», «іноді» або «ніколи», а ті, що стосувалися останнього запитання, були «так» або «ні». симптоми хвороби сухого ока (як сухість ока, так і роздратування, або постійно, або часто) і/або клінічно діагностована хвороба сухого ока, про що повідомляли учасники. Дослідження показало, що важкі симптоми хвороби сухого ока спостерігалися у 11,5% (95% ДІ (довірчий інтервал) = 9,7%–13,4%) чоловіків і 7,9% (95% ДІ = 6,6%–9,5%) жінок. Відсоток жінок з результатом клінічно діагностованої хвороби сухого ока і її тяжких симптомів (21,6%; 95% ДІ = 19,5–23,9) був вище, ніж у чоловіків (12,5%; 95% ДІ = 10,7–14,5; $P < 0,001$). Також були оцінені ризики для хвороби сухого ока: для чоловіків фактори ризику включали низький індекс маси тіла (співвідношення шансів [OR, 2,07; 95% ДІ = 0,98–4,39]; використання контактних лінз (OR, 3,84; 95% ДІ = 1,46–10,10); а також гіпертонічна хвороба (OR, 1,39; 95% ДІ = 0,94–2,06). Для жінок фактори ризику включали: застосування дисплеїв цифрових пристроїв (OR, 2,33; 95% ДІ = 1,12–4,85) і інфаркт міокарда або стенокардію (OR, 2,64; 95% ДІ = 1,51–4,62).

Велика кількість досліджень оцінила значущість витрат, пов'язаних з хворобою сухого ока. Економічний тягар, спричинений хворобою сухого ока, можна розділити на дві категорії: прямі витрати, такі як медичні збори та придбання ліків та непрямі витрати, такі як зниження рівня зайнятості, відсутність на роботі (прогули) та втрата робочих днів у результаті негативного впливу на діяльність [46]. Проводилася [47] оцінка загальних річних прямих витрат на лікування ХСО, використовуючи 118 пацієнтів з сухим оком віком 20 років або старше, які відвідали будь-який з 15 закладів медичної допомоги. Щорічні прямі витрати оцінювали за допомогою амбулаторних медичних карт і опитувальних анкет, отриманих від пацієнтів. Щорічні витрати на ліки на одного пацієнта оцінювалися на рівні 323 ± 219 доларів на рік. Клінічні витрати оцінювалися на рівні 165 ± 101 доларів на рік. Непрямі витрати оцінювалися з використанням втрати продуктивності на робочому місці, які були оцінені за допомогою японської версії анкети

робочих обмежень (Sompro Japan Healthcare Services, Inc., Токіо, Японія). Анкета, що складається з 25 пунктів, є перевіреним дослідженням самооцінки для оцінки впливу проблем здоров'я на продуктивність праці та продуктивність праці [48].

Автори так само повідомили про економічний тягар від хвороби сухого ока, так: серед 553 працівників цифровими пристроями (366 чоловіків і 187 жінок). Дослідники використовували діагностичні критерії японської клінічної оцінки та прийшли до висновку, що індивідууми в групі, що не мають хворобу сухого ока, продемонстрували продуктивність від втрати праці 3,56%; ті, у кого є ймовірність виникнення хвороби сухого ока, продемонстрували втрату 4,06%; і ті які мають хворобу сухого ока продемонстрували втрату 4,82%. Результати показали суттєво гірші показники та продуктивність серед тих, хто має певну хворобу сухого ока ($P = 0,014$, тест тенденції). Орієнтовна вартість річної втрати продуктивності праці на одну людину склала 6160 доларів у визначеній групі хвороби сухого ока і 2444 доларів у ймовірній групі хвороби сухого ока. Виходячи зі середньорічної заробітної плати в компанії-учасниці, розрахункова вартість річної втрати продуктивності праці становила 1178 доларів на одного працівника з наявною хворобою сухого ока і \$ 467 на одного працівника з можливою хворобою сухого ока. Ці дослідження показують, що хвороба сухого ока має значний вплив на продуктивність праці [49].

1.3. Цифрове навантаження, як фактор ризику виникнення хвороби сухого ока.

В останні роки хвороба сухого ока є однією з найпоширеніших у структурі захворювань органу зору. Понад 30% амбулаторних пацієнтів офтальмологічного прийому мають вираженні скарги, що характерні для цієї патології [41,50]. Однак, реальні цифри в два рази більші, так як хвороба «сухого ока» протікає субклінічно і її раннє виявлення потребує додаткових методів дослідження [51]. Крім того, дане захворювання набуває особливого

значення у зв'язку з глобальною комп'ютеризацією усіх сфер життєдіяльності людини, її симптоми все частіше виявляються серед осіб різного віку, і в першу чергу працездатних, які складають основний контингент користувачів цифровими пристроями [52,53,54]. Кількість постраждалих від хвороби сухого ока поступово збільшується. Так, за даними GlobalWebIndex у 2012 році 28% жителів Європи щоденно проводили перед екранами цифрових пристроїв більше 10 годин, 32% - від 6 до 9 годин і 33% - від 3 до 5 годин. Втім, на сьогодні, відмічається різке збільшення числа користувачів і зростання тривалості перебування за цифровими пристроями у всіх країнах світу [53,55]. Згідно останніх звітів провідних аналітичних компаній We Are Social and SMM-Hootsuite, у 2018 році кількість користувачів мережою інтернет зросла до 4,021 млрд чоловік, кількість користувачів мобільними телефонами – до 5,135 млрд чоловік. Час, який люди проводять в мережі, за останні 12 місяців також збільшився: середньостатистичний інтернет-користувач сьогодні проводить близько 6 годин на день користуючись цифровими пристроями [56]. Згідно літературних джерел, у частини користувачів цифровими пристроями зорова втома проявляється через 2 години, у більшості - через 4 години і практично у всіх - через 6 годин роботи за дисплеями цифрових пристроїв [57,58]. В першу чергу це пов'язано зі зменшенням частоти кліпання очей у 10 разів (з 20-25 разів до 1-2 разів за 1 хвилину) під час роботи з гаджетами, що призводить до висихання слізної плівки і виникнення хвороби сухого ока. Це захворювання різко знижує якість життя пацієнтів [59,60,61,62,63]. Але види і ступені порушень якісного складу слізної рідини при роботі з цифровими пристроями в залежності від часу задіявання гаджета в доступній літературі відсутні.

Дослідниками проведено два масштабних дослідження, що оцінюють поширеність хвороби сухого ока серед користувачів цифрових пристроїв [64]. На жаль, в обох дослідженнях використовувалися різні критерії діагностики хвороби сухого ока, що перешкоджає їх точному порівнянню.

Ще у 2008 році WHSQ виявила, що жінки-користувачі цифрових пристроїв у 1,8 разів частіше скаржилися на виражені симптоми сухих очей, ніж чоловіки працюючи в тих самих умовах. Не було виявлено значущого зв'язку між віком і поширеністю тяжких симптомів хвороби сухого ока [65]. З іншого боку, тип роботи за різноманітними цифровими пристроями, положення дисплею відносно очей користувача і використання фільтрів для зменшення впливу синьо-фіолетового світла не впливали на тяжкість симптомів хвороби сухого ока [60,66]. У другому дослідженні брали участь 672 працівника, що працювали за цифровими пристроями у фармацевтичній компанії [67]. Була реалізована версія японських діагностичних критеріїв, які були наступними: 1) наявність симптомів сухого ока; 2) наявність якісного або кількісного порушення слізної плівки в одному або обох очах (тест Ширмер I 5мм або інвазивного часу розриву слізної плівки 5с); і 3) наявність кон'юнктивокорнеального епітеліального ушкодження (загальна оцінка забарвлення 3 бали) в одному або обох очах. Наявність всіх трьох критеріїв було необхідним для певного діагнозу хвороби сухого ока. Суб'єктам, які показали наявність двох із трьох критеріїв, було діагностовано з хворобу сухого ока [68].

У дослідженні Al-Mohtaseb Z. (2021) було розглянуто взаємозв'язок між використанням цифрового екрану та синдромом сухого ока, а також надані рекомендації до дій спеціалістів та потенційних пацієнтів при виявленні ХСО. Автором було виявлено, що використання цифрового екрану є фактором ризику для ХСО. У свою чергу, профілактика ХСО може включати навмисне моргання очима та надання очам часу для природного моргання, а також зміни навколишнього середовища, спрямовані на зменшення випаровування слюзи. Фахівцям у галузі лікування очей слід дізнатися про цифрові звички пацієнтів та симптоми сухості очей під час щорічних оглядів очей. Це допоможе виявити осіб із ризиком розвитку ХСО та тих, кому буде корисний скринінг або оцінка клінічних ознак ХСО. Для офтальмологів важливо підвищувати обізнаність пацієнтів щодо зв'язку між ХСО та

використанням цифрових екранів, а також про можливі стратегії профілактики. Для пацієнтів, які мають симптоми, точний діагноз ХСО, поставлений офтальмологом, важливий для визначення відповідного лікування [64].

У користувачів цифрових пристроїв описані прояви ХСО, оскільки майже половина суб'єктів мають два з трьох критеріїв, що визначають хворобу. Жіноча стать, вік та перебування за цифровими пристроями понад 8 годин були визначені як фактори ризику для певної та ймовірної хвороби сухого ока [69,70].

Sánchez-Valerio із співавторами (2020) оцінював час впливу комп'ютера та виникнення синдрому сухого ока. Обстежено 108 офісних працівників розділених на 3 групи за часом впливу комп'ютера в годинах на добу: <4 (n=23), 4–7,9 (n=49), >8 (n=36). Для діагностування синдрому сухого ока було використано дослідження індексу захворювань поверхні ока (OSDI). Отримані автором результати у цьому дослідженні показали, що виміряна кількість годин комп'ютерного впливу на день становила $5,96 \pm 2,5$ – мінімального часу, необхідного для розвитку ХСО. У 79,6% працівників, що склали вибірку, були симптоми ХСО, стабільність ліпідної плівки сльози була змінена у 97,2% обстежених суб'єктів; у 44,4% піддослідних були пошкодження очної поверхні, але водна слізна секреція була знижена лише у 26,9% досліджуваних [71]. Однак, автори не віднайшли безпечний час електронного впливу і не досліджували ліпідний шар слізної плівки.

1.4. Сучасні уявлення про діагностику хвороби сухого ока.

Підкомітет з діагностичної методології поставив завдання спочатку визначити тести, які використовуються для діагностики та моніторингу хвороби сухого ока з всебічного огляду наукової літератури, з особливим акцентом на змінах складу сльози та якості слізної плівки Tear Film та Ocular

Surface Society (TFOS), семінар (DEWS II) [72]. За даними авторів, на ефективність дослідження та ефективність тестування впливає той факт, що суб'єкти часто підбираються на основі тих самих тестів, які піддаються перевірці. Аналогічно, ефективність будь-якого «нового» тесту може бути скомпрометована, коли тест оцінюється в популяції пацієнтів хвороби сухого ока, яка була діагностована з використанням нестандартизованих критеріїв. По-друге, комітет визначив ті тести, які є найбільш прийнятними для виконання визначення хвороби сухого ока і його підкласифікацій, а також найбільш відповідний порядок і методику проведення цих випробувань в клінічних умовах [73]. Комітет також визначив сфери, в яких з'являються нові тести, які можуть впливати на майбутнє діагностики та моніторинг хвороби сухого ока. Крім того, з протоколу TFOS DEWS II “Dry eye”, хвороба сухого ока є багатофакторним захворюванням сліз і очної поверхні, що призводить до симптомів дискомфорту, порушень зору та нестабільності слізної плівки з потенційним пошкодженням очної поверхні. Це супроводжується підвищеною осмолярністю слізної плівки та запаленням поверхні ока. Визначені ключові елементи, які вважаються необхідними для діагностики сухості очей (симптоми дискомфорту, порушення зору, нестійкість слізної плівки, підвищена осмолярність і запалення очної поверхні), які, як очікується, можуть бути присутніми (можливо, субклінічно) [72,73]. Цей стан поділяється на два загальні типи: дефіцит водної продукції слізною залозою і збільшення випаровування слізної плівки, причому останній більш поширений. Крім того, для пацієнтів є загальне поєднання обох типів хвороби сухого ока. Таким чином, є чітке визначення захворювання, але даний діагноз ставить перед практиком багато проблем [74], бо жоден тест не є достатнім для діагностики через погану надійність для багатьох загальних тестів, численних компонентів хвороби та відсутність чітко визначених значень для відміни захворювання від нормального [75]. Ще більше ускладнює діагноз те, що ознаки та симптоми не завжди корелюють і вони можуть змінюватися залежно від впливів, таких

як добові або сезонні коливання, вплив різноманітних факторів ризику [76]. Крім того, багато тестів є інвазивними за своєю природою, і це може вплинути на результат.

Для того, щоб одночасно підвищити чутливість і специфічність, необхідно розширити діагностичний вектор, що включає декілька показників. Кожен додатковий показник збільшить чутливість, при цьому мультиплікативно знижуючи специфічність. Низька специфічність тестів швидко знижує комбіновану специфічність. Три паралельних тести при 50% чутливості і 97% специфічності досягають 87,5% чутливості і 91,3% специфічності, що набагато краще, ніж будь-який один індивідуальний тест. Однак, якщо три випробування мали лише 90% специфічності, паралельна специфічність знизиться до 72,9% [63]. Тому, додаючи паралельно маркери, більш специфічні діагностичні показники дозволяють підвищити впевненість, що є дещо парадоксальним, оскільки більшість клініцистів оцінюють нові діагностичні показники на основі їх чутливості, а не їх специфіки [77].

Оскільки навіть неінвазивні тести на наявність хвороби сухого ока вимагають чергування блимання або яскравого освітлення, послідовність тестування може вплинути на результати. Рекомендується проводити тести від найменшого до найбільш інвазивного [78].

Значні труднощі у визначенні істинного стану слізної плівки полягають у компенсації біохімічних змін компонентів слізної плівки гіперсекрецією сльози, що призводить до отримання хибнопозитивних результатів стандартними методами дослідження сльозопродукції [79].

У клінічних умовах симптоми або інші суб'єктивні ознаки зазвичай фіксуються через історію хвороби пацієнта. Симптоми, які висловлює пацієнт під час амбулаторних усних словесних інтерв'ю, дуже важко стандартизувати та кількісно оцінити. Щоб підвищити стандартизацію в

клінічних дослідженнях, симптоми зазвичай збираються за допомогою інструменту – анкети, які найчастіше самостійно заповнюються пацієнтом або суб'єктом дослідження без участі лікаря або дослідника. При хворобі сухого ока ці інструменти вимірюють дискомфорт очної поверхні або симптоми зору, пов'язані з порушенням стабільності слізної плівки, вплив хвороби сухого ока на щоденну функцію або якість життя, пов'язану зі здоров'ям.

Загалом, OSDI є найбільш широко розповсюдженою анкетною для клінічних випробувань хвороби сухого ока. OSDI вимірює частоту симптомів, екологічні тригери та якість життя. Багато інших опитувальників встановили одночасну дію щодо OSDI в останніх публікаціях. Консенсусною думкою комітету було використання OSDI внаслідок його сильного заснування на місцях або DEQ-5 через його коротку довжину та дискримінаційну здатність [80]. Безперервний характер візуальних аналогових шкал є привабливим для клінічних випробувань порівняно з дискретним рейтингом Likert на основі запитань, тому для повторної оцінки комфорту слід враховувати такі запитання, як шкала важкості аналізу симптомів у сухому оці (SANDE).

OSDI включає 6 питань, що стосуються порушення зору (погіршення зору чи поганого зору) або зорових функцій (проблеми з читанням, їздою вночі, роботою на комп'ютері чи перегляд телевізора). Дослідження показало, що група пацієнтів хворобою сухого ока з 87 пацієнтів мала гірші показники і субшкальні оцінки для функцій, пов'язаних із зором, порівняно з групою 71 пацієнта без хвороби сухого ока [81].

DEQ має 4 питання, пов'язані з порушеннями зору, включаючи частоту зорових змін, наскільки помітними є порушення зору вранці і вночі, а також наскільки сильно візуальні коливання турбують респондента. Візуальні симптоми, як правило, збільшуються протягом дня, що свідчить про те, що умови для відкритих очей можуть впливати на прогресування симптомів [82].

Шкала симптомів комп'ютерного бачення (CVSS17) - це лінійна шкала, яка містить 17 елементів, що вивчають 15 різних симптомів комп'ютерних візуальних і очних симптомів. CVSS17 включає широкий діапазон симптомів, таких як фотофобія (пункти A33 і C23) та «частоту кліпань» (елемент A20), і, як повідомляється, є цінним при оцінці комп'ютерних візуальних і очних симптомів [84,85].

Підкомітет з визначення та класифікації TFOS DEWS II включив «нестабільність слізної плівки» у своє переглянute визначення хвороби сухого ока [13]. Порушення стійкості слізної плівки стало одним з основних діагностичних критеріїв діагностики аномалій слізної плівки і описано багато способів її оцінки [21]. У клінічній практиці найбільш часто використовуються такі тести стабільності слізної плівки: вимірювання часу розриву слізної плівки з використанням флюоресцеїну (TBUT) чи без його використання (NIBUT). Це інтервал часу, який проходить між повним блиманням і появою першого розриву слізної плівки [86]. Флюоресцеїн натрію можна вводити для посилення видимості слізної плівки, коли тест називають флюоресцеїновим періодом розпаду (FBUT); однак флюоресцеїн знижує стабільність слізної плівки і тому вимірювання може не бути точним відображенням її стану [87]. Флюоресцеїн можна вводити в різних обсягах і концентраціях, використовуючи або мікропіпетку, або більш часто просочені смужки. Оскільки регулювання обсягу, що вводиться смужками, може бути складним, було запропоновано використання вузьких (1 мм) смуг і сухих стерильних аплікаторів [87,88]. Орієнтовне значення для діагностики хвороби сухого ока при використанні флюоресцеїну становить час менше 10 с, до менш ніж 5 с, коли використовуються менші, більш контрольовані обсяги флюоресцеїну. Повідомлялося, що чутливість і специфічність тесту складають відповідно 72,2% і 61,6% у осіб з синдромом Шегрена [89]. Однак у пацієнтів з легкою та середньою тяжкістю хвороби сухого ока є широкий діапазон значень TBUT, і діагностичне значення для цих пацієнтів менш визначено. Істотним падінням вимірювання TBUT є його залежність від

суб'єктивної оцінки спостерігача і, отже, зроблені спроби автоматизувати вимірювання [90,91]. Незважаючи на недоліки використання флуоресцеїну для оцінки стійкості слізної плівки, TBUT залишається одним з найбільш часто використовуваних діагностичних тестів в клінічній практиці [87].

Оскільки на стійкість слізної плівки впливають флуоресцеїн, температура, вологість і циркуляція повітря, вимірювання часу неінвазивного розриву (NIBUT) стали більш популярними як в клінічній практиці, так і в дослідженнях. Багато з цих методів передбачають спостереження дзеркального відображення освітленої сітчастої картини зі слізної плівки [92], і це, як правило, призводить до більш довгих вимірних значень часу до розриву, ніж методики оцінки стабільності, пов'язані з інстиляцією флуоресцеїну [87]. NIBUT також може бути вимірний шляхом спостереження зображень дисків плацідо, які відбиваються від передньої поверхні ока з багатьма з існуючих в даний час систем топографії рогівки [93]. Розроблено спеціальне програмне забезпечення для оцінки локалізованих змін потужності рогівки, як індикатор поверхневих нерівностей і розривів слізної плівки з деякими інструментами [91,94]. NIBUT, записаний з автоматизованими системами є швидким тестом навідміну суб'єктивних вимірювань NIBUT, і навіть звичайного вимірювання FBUT [95,96], однак нещодавнє дослідження описало зворотний висновок [97].

В останні роки, визначення осмолярності слізної рідини є найбільш специфічним маркером у діагностиці хвороби «сухого ока». Так, значення 308 mOsm/L визначено, як поріг між нормальною і патологічною осмолярністю, а показник 312 mOsm/L - достовірним і специфічним у постановці діагнозу хвороби «сухого ока» [98,99]. Однак, оцінка змін цих показників у пацієнтів при користуванні цифровими пристроями у доступній літературі відсутня.

Меніскометрия описує оцінку слізного меніска і може приймати форму висоти, або об'єму поперечного перерізу. [100]. Більшість слізної рідини міститься в менісках, утворених сльозами, що лежать в місцях з'єднання бульбарної кон'юнктиви і країв верхнього і нижнього повік. Кількісна оцінка слізних менісків є, на даний момент, найбільш прямим підходом до вивчення об'єму слізної плівки. У клінічній практиці широко використовуються методи щілинної лампи для вивчення висоти слізного меніску, кривизни і площі поперечного перерізу, які демонструють хорошу діагностичну точність і кореляції з іншими тестами [101]. Найпростіший тип меніскометрії щілинної лампи, заснований на оцінці висоти меніска в порівнянні зі змінною висотою променя щілинної лампи, показав погану повторюваність між візитами [102]. Для полегшення динамічної візуалізації слізного меніска були розроблені спеціалізовані системи меніскометри [103].

Тест на фенолову червону нитку, який був коротко згаданий у звіті TFOS DEWS II [104], і був видалений більше 10 років тому з японських критеріїв діагностики хвороби сухого ока, складається з тонкої бавовняної нитки, змоченої феноловим червоним, рН-чутливим барвником. Коли суха нитка набуває жовтого кольору, але при зволоженні сльозами нитка стає червоною внаслідок слабо лужної фізіологічної рН (між рН 7 і 8) [105]. Тест проводиться шляхом підключення складеного кінця нитки, в межах скроневої однієї третини повіки, над краєм повік на 15 с. Малі розміри бавовняної нитки повинні обмежувати можливість виникнення істотного рефлекторного розриву [105], а мінімальна кількість індикатора рН, змоченого на нитці, повинна мінімізувати подразнюючу дію тесту, як показано повторюваність декількох проведених тестів PRT протягом тієї ж сесії [106]. Ці елементи свідчать про те, що тест забезпечує непрямий, але реалістичний показник обсягу спокою у спокої. Однак, деякі автори повідомили про відсутність суттєвої кореляції між даним тестом і об'ємом розриву і погану кореляцію між результатами тестування і симптомами

хвороби сухого ока. Зволоження 10 мм дає чутливість 25% і специфічність 93% [107], тому дана методика не є абсолютною у дослідженні поверхні ока.

Тест Ширмера проводять шляхом складання смужки лакмусового паперу (5 × 35 мм) і заведення її складеного кінця за нижню повіку. Оцінка - це виміряна довжина змочування від позначки контакту, після періоду 5 хв. Тест Ширмера без анестезії - це стандартизований тест, що забезпечує оцінку стимульованого рефлекторного потоку сльози. Хоча деякі автори повідомляли, що тест Ширмера з місцевою анестезією або носовою стимуляцією може бути більш об'єктивним і надійним у виявленні хвороби сухого ока [108], існує відсутність даних про високий рівень доказів про повторюваність, чутливість і специфічність цього тесту [40]. Було запропоновано декілька діагностичних значень показників, від ≤ 5 мм / 5 хв (2), до ≤ 10 мм / 5 хв, і діапазон чутливості [108].

Одним із найбільш сучасних методів оцінки якості та товщини ліпідного шару слізної плівки вважається інтерферометрія. За даними авторів, показники товщини ліпідного шару понад 70 мікрон вважаються за норму, від 70 до 50 мікрон характеризують хворобу «сухого ока» легкого ступеню, менше 50 мікрон – виражену хворобу «сухого ока» [109]. Однак, оцінка зміни цих показників у пацієнтів при користуванні цифровими пристроями на протязі різного проміжку часу у доступній літературі відсутня. На початку 2018 р., спільним зусиллям медичних-інженерів та науковців, створено новий інструмент індивідуального аналізу шарів слізної плівки – SBM ICP-Tearscope. Так, при його використанні, лікареві доступні: інтерферометрія ліпідного шару (товщина; візуальна якість ліпідного шару), аналіз водного шару (кількісне значення водного шару, яке порівнюють з результатом тесту Ширмера; висота слізного меніска) та аналіз муцинового шару (оцінка часу розриву слізної плівки; оцінка стабільності за допомогою класичного BUT-тесту з можливістю використання флюоресцеїну при

включених синіх світлодіодах або неінвазивного та швидкого NIBUT-тесту при включених білих світлодіодах).

Таким чином, проблема пошкодження поверхні під дією електронних гаджетів активно вивчається в світі, але поки що недостатньо і тому потребує подальшого дослідження. Новітні цифрові методи дослідження стану слізної плівки стають більш доступними і дозволяють детально дослідити процеси виникнення пошкоджень під впливом випромінювання. Для запобігання шкідливому впливу комп'ютерів, слід визначити час безпечної роботи для стану слізної плівки. І хоча велика кількість досліджень описує пагубний вплив комп'ютерної техніки на загальну сльозопродукцію та поступовий розвиток ХСО, а також порушення акомодатії, але в доступній літературі відсутня інформація про зміни слізної плівки при різному часі впливу електронних гаджетів. У зв'язку з вищесказаним, дослідження змін слізної плівки в залежності від часу роботи з комп'ютерами є актуальним.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріал клінічних досліджень.

Робота проводилася на базі кафедри оториноларингології з офтальмологією Полтавського державного медичного університету.

Під нашим спостереженням було 273 особи (546 очей), яким надавалося дозоване цифрове навантаження шляхом читання будь якого тексту з екрана комп'ютера. З них: 205 студента (410 очей) та 68 офісних робітників (136 очей). Усі досліджувані особи попередньо проходили комплексне обстеження стану слізної плівки.

Вік обстежених осіб становив від 20 до 38 років, у середньому $28,02 \pm 8,56$ років.

З дослідження були виключені особи, які використовували додаткові засоби, які могли впливати на кількісні чи якісні параметри слізної плівки: контактні лінзи та офтальмологічні краплі. Також, виключалися особи з виявленими запальними захворюваннями очей та повік, особи з ендокринними захворюваннями, пацієнти після ексимер-лазерної корекції зору, та жінки, що використовували штучні вії. Обстеження проводилося у період з травня по липень 2019 року. У приміщеннях під час дослідження були зафіксовані наступні показники: температура повітря коливалася від 21 до 25°C, у середньому $23,41 \pm 1,60$ (на момент дослідження централізоване та додаткове опалення було відключено, кондиціонери не використовувалися); відносна вологість повітря коливалася у межах 40-44%, у середньому $42 \pm 1,98$. Отримані дані фіксувалися цифровим термогігрометром Weiger HM16 (Німеччина) 2 рази на день.

Розподіл пацієнтів за статтю та віком представлений на табл. 2.1.

Табл 2.1.

Характеристика пацієнтів за статтю та віком (в%, $P \pm m$)

	Чоловіки, %	Жінки, %	Абсолютне число, %
20-25 років	n=45 (16,5%)	n=68 (24,9%)	n=113 (41,4%)
25-30 років	n=39 (14,3%)	n=56 (20,5%)	n=95 (34,8%)
31-38 років	n=28 (10,25%)	n=37 (13,55%)	n=65(23,8 %)
Загальна кількість	n=112 (41,05%)	n=161 (58,95%)	n=273 (100%)

Обстежені були розподілені на п'ять груп відповідно до тривалості наданого їм цифрового навантаження: I група - 68 осіб (136 очей) з тривалістю 6 годин; II група - 82 особи (164 ока) з тривалістю 1 година; III група - 67 осіб (134 очей) з тривалістю 40 хвилин; IV група – 56 осіб (122 очей) з тривалістю 30 хвилин; V група – 60 осіб (120 очей) з тривалістю 20 хвилин (Рис. 2.1).

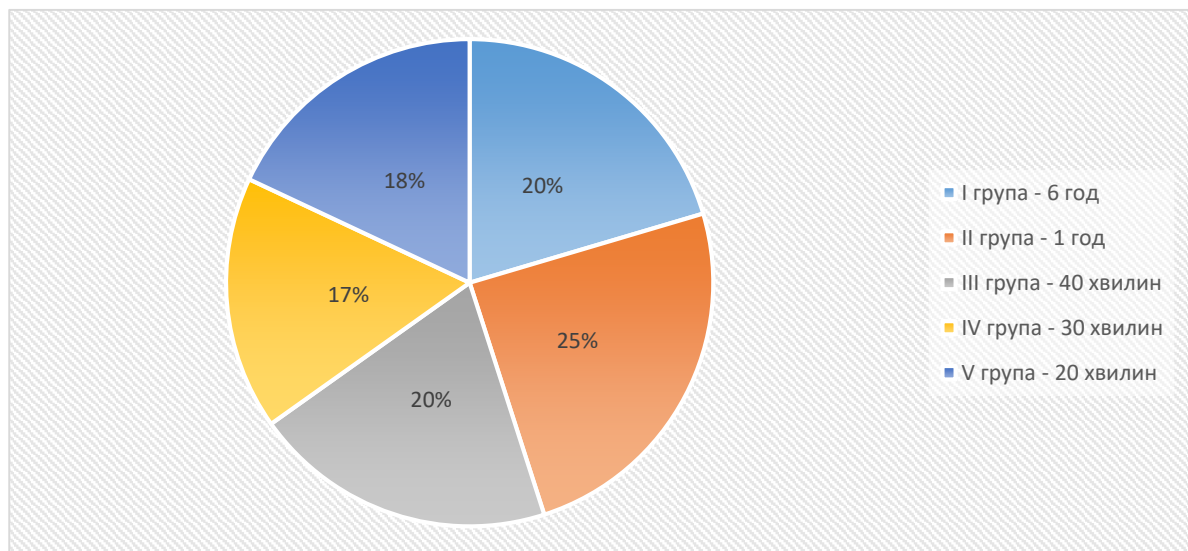


Рис.2.1 Розподіл пацієнтів на п'ять груп відповідно до тривалості цифрового навантаження

2.2. Методи клінічних досліджень.

2.2.1. Загальноофтальмологічні дослідження.

Збір скарг та анамнезу.

Анкетування

Для діагностики, об'єктивної оцінки симптомів та результатів проведеного лікування була використана стандартна анкета аналізу суб'єктивних скарг Ocular Surface Disease Index (OSDI) [73], обстежених в зручному для порівняння вигляді.

Нижче (табл.2.2.1.1.) приведена анкета Ocular Surface Disease Index (OSDI), за якою проводилось анкетування.

Таблиця 2.2.1.1.

Анкета Ocular Surface Disease Index

Чи відчували ви за останній тиждень будь-який з наведених нижче симптомів?	Весь час	Більшість часу	Приблизно половину вказаного часового періоду	Іноді	Ніколи
Підвищена світлочутливість	4	3	2	1	0
Відчуття піску в очах	4	3	2	1	0
Відчуття болю або запаленості ока	4	3	2	1	0
Затуманений зір	4	3	2	1	0
Погіршення зору	4	3	2	1	0

Кількість балів (A) =

Чи з'явилися у вас за останній тиждень	Весь час	Більшість часу	Приблизно половину вказаного	Іноді	Ніколи	Складно відповісти, позначте
--	----------	----------------	------------------------------	-------	--------	------------------------------

проблеми із зором, що ускладнюють виконання будь-який з нижче вказаних видів робіт?			періоду часу			будь-яким чином
Читання	4	3	2	1	0	
Водіння автомобіля вночі	4	3	2	1	0	
Робота з комп'ютером	4	3	2	1	0	
Перегляд телевізора	4	3	2	1	0	

Кількість балів (В) =

Чи відчували ви за останній тиждень зоровий дискомфорт у наступних ситуаціях?	Весь час	Більшість часу	Приблизно половину вказаного періоду часу	Іноді	Ніколи	Складно відповісти, позначте будь-яким чином
У вітряну погоду	4	3	2	1	0	
У місцях з низькою вологістю («сухе» повітря»)	4	3	2	1	0	
У приміщеннях з кондиціонером	4	3	2	1	0	

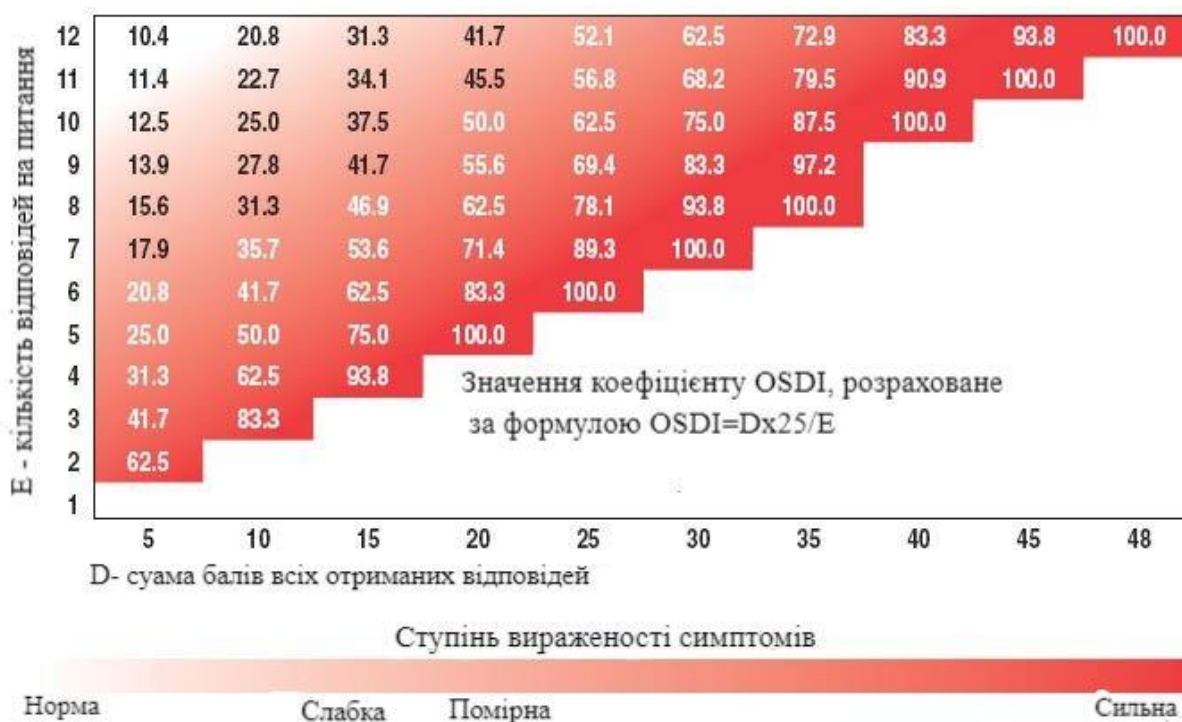
Кількість балів (С) =

* - питання, для яких був обраний варіант «Складно відповісти» не бралися до підрахунку кількості відповідей на питання.

Підраховувалась сума балів – $D = A + C + B$

Кількість відповідей на питання (питання з відповіддю «Складно відповісти» не бралися до уваги) – E

Коефіцієнт OSDI розраховували за формулою: $OSDI = D * 25 / E$. Таблиця, наведена нижче, дозволила визначити, не застосовуючи формулу, коефіцієнт за сумою набраних балів (D) та відповідей на питання (E).



Використовуючи кольорову карту, встановлювалась відсутність або наявність синдрому сухого ока, ступінь вираженості даної патології та її впливу на зорову функцію. Значення коефіцієнта OSDI більше 15 свідчило про наявність ССО.

2.2.2. Спеціальні офтальмологічні дослідження.

Візометрія. Проводилась всім обстеженим в динаміці за допомогою таблиці Головіна-Сивцева (використовувалися кільця Ландольта) з апарату Рота, без корекції і з корекцією. Обстеження проводили в добре освітленій кімнаті, на відстані 5м. Дослідження починали з правого ока, ліве прикривали непрозорим щитком білого кольору. Починали з великих оптотипів таблиці. Оптотипи показували протягом 2-3 секунд і переходять до наступного. Гостроту зору зараховували по рядку найменших знаків, які хворий назвав безпомилково, або з допустимою кількістю помилок. Якщо хворий не розрізняв навіть першого рядка (гострота зору менше 0,1), то визначали відстань з якої він читає оптотипи першої строки. Для цього пацієнта підводили до таблиці до тих пір поки він не побачить перший рядок і вимірювали відстань, з якої він розпізнав оптотипи першої строки. Гостроту зору вираховували за формулою Snellena: $VIS = d / D$ (де d- це відстань, з якої пацієнт бачить літери, D - відстань, з якої повинен бачити, тобто, з якої нормальне око бачить даний рядок).

Визначення типу рефракції. Проводили на автоматичному рефрактор-кератометрі TOPCON KR 8000PA, виробництва Японія. Широкий діоптричний діапазон дозволяє проводити вимірювання від - 25,0 Д до + 22,0 Д при діаметрі зіниці до 2 мм. За допомогою приладу вибиралися різні форми відображення результатів кератометрії і еквівалентного рогівкового коефіцієнта рефракції. Вимірювання результатів проводили тричі натисканням на кнопку "вимір" і отримували роздруківку на термопапері за такими основними параметрами: величина сферичної аметропії, величина астигматизму, положення одного з головних меридіанів із зазначенням міжзіничної відстані (PD). Отримані результати переносилися в корекцію пацієнтам до повної гостроти зору.

Біомікроскопія. Біомікроскопія переднього відрізка ока проводилася з використанням щілинної лампи «Huvitz» HIS-5000 (Корея). Досліджуваного садили на стілець перед офтальмологічним столиком,

причому його лоб і підборіддя щільно прилягали до лобно-підборідної опори. Регулюючи висоту офтальмологічного столика, лобно-підборідної опори і стільця, домагалися повної зручності для досліджуваного і лікаря. Освітлювач встановлювали з зовнішньої сторони по відношенню до досліджуваного ока під необхідним кутом біомікроскопії (зазвичай 30-40°). При біомікроскопії використовували малі і середні збільшення – в 10, 16 та 25 разів.

Дифузне освітлення створювалося при максимально відкритій щілині, що дозволяло отримувати інтенсивний пучок світла. За допомогою цього виду освітлення проводили орієнтовний огляд всіх ділянок переднього відділу ока, та оцінювали складки кон'юнктиви, що розташовувалися паралельно нижньому краю-повіки в латеральному квадранті очного яблука (тест LIPCOF).

При проведенні прямого фокального освітлення фокуси освітлювача і мікроскопа збігалися, що давало можливість чітко виділяти і оглядати будь-яку ділянку ока. При ширині щілини 1–2мм пряме фокальне освітлення дозволяло бачити в заломлюючих середовищах ока різні суспензії, включаючи помутніння. Вузький фокусований пучок світла давав можливість різко виділяти поверхню розділу між прозорими середовищами ока, які мали різні показники заломлення, і промінь світла міняв свій напрям на межі їх розділу. За допомогою вузького світлового променя отримували, так званий оптичний зріз прозорих середовищ ока, що дозволяло визначити, в яких шарах розташовані ті чи інші патологічні утворення.

Непряме освітлення виникало у відбитому світлі. При цьому джерелом світла була сусідня, яскраво освітлена ділянку, на якій фокусувався освітлювач. За допомогою цього методу вдавалося виявити нормальні або патологічно змінені елементи в глибоких відділах непрозорих тканин.

Прохідне світло застосовували для огляду прозорих середовищ ока. Прохідне світло дозволяло оцінити структуру рогівки і кришталика, їх патологічні зміни. При визначенні стабільності слізної плівки використовували кобальтовий світлофільтр (проба Норна).

Метод дзеркального поля - біомікроскопія в відбитих від дзеркальних поверхонь променях - слугувала для виявлення найменших нерівностей передньої поверхні рогівки, складок десцеметової оболонки на задній поверхні рогівки, шагреневої поверхні капсули кришталика.

2.2.2.1. Функціональні тести (оцінка очної поверхні – OSDI, оцінка сльозопродукції, проба Норна, тест LIPCOF, оцінка частоти кліпання повік).

Оцінка очної поверхні. Для визначення стану очної поверхні всім обстеженим пропонували пройти міжнародну систему оцінювання стану очної поверхні шляхом анкетування – Ocular Surface Disease Index (OSDI), що є рекомендованою TFOS International Dry Eye WorkShop. Ступінь вираженості симптомів аналізували за допомогою співставлення кількості питань, на які особа надавала відповідь з сумарною кількістю балів на кожну відповідь. Значення коефіцієнта OSDI розраховували за формулою $OSDI = D \times 25 / E$. Потім порівнювали відповідний відтінок червоного з контрольною смугою нижче таблиці, для визначення міри тяжкості розладів очної поверхні ока (норма, легкі прояви, помірні прояви, важкі прояви).

Оцінка сльозопродукції. Для оцінки стану сльозопродукції загальноприйнятим методом є визначення рівня сумарної сльозопродукції (проба Ширмер I). Нами було вирішено не використовувати даний тест, так як при надмірному цифровому навантаженні виникає рефлекторна сльозотеча і отримати достовірні результати даного тесту неможливо.

Для оцінки основної сльозопродукції проводилася проба Джонес (Jones L.T., 1966). Використання проби Джонес в даній групі осіб була більш

доцільною, так як отримані результати більш коректно зіставлялися з даними виміру слізного меніска. Як відомо, параметри слізного меніска найбільшою мірою залежать від рівня основної сльозопродукції. Для проведення проби Джонес попередньо в кон'юнктивальну порожнину кожного ока 2х-кратно закапували 1 краплю анестетика (Алкаїн 0,5%). Далі ми використовували тестові смужки з лакмусового паперу Dr Mann Pharma (Bausch&Lomb; Німеччина) жовтого забарвлення (просочені спеціальним індикатором), довжиною 3 см та шириною 0,5 см., на яких були відповідні позначки з кроком в 5 мм, які по одній розміщували одним краєм за нижню повіку кожного ока. Досліджуваний закривав очі і сидів так 5 хвилин, після чого ми оцінювали отриманий результат шляхом вимірювання довжини зволоження тестових смуг. За норму вважали показники сльозопродукції, що відповідали значенню не менше 10мм [21].

Проба Норна. При проведенні проби Норна пацієнта просили подивитися вниз і відтягнувши пальцем нижню повіку, зрошували область лімба на 12 годинах однією краплею 0,1% розчину флюоресцеїна натрію. Після цього його саджали за щілинну лампу і до її включення просили останній раз спокійно моргнути, а потім вже тримати очі відкритими. В кобальтовому світлі щілинної лампи сканували рогівку в горизонтальному напрямку. Завдяки здатності фарбника розчинятися у воді, слізна плівка в кобальтовому світлі щілинної лампи виглядала як смужка зеленого кольору. Так як слізна плівка є нестабільною структурою, то через деякий час на тлі зеленого світіння в ній з'являлися темні плями - місця, де вона рвалася. Відмічали часовий інтервал між попереднім миготінням і появою першої темної плями в слізній плівці. Найчастіше розрив слізної плівки виникав в нижньо-зовнішньому квадранті рогівки. Про клінічно значущі порушення стабільності прерогівкової слізної плівки говорили, коли час появи першого її розриву становив менше 10 с. Пробу Норна проводили в кінці всіх обстежень, через інвазивний вплив барвника на слізну плівку [28].

Тест LIPCOF (lid-parallel conjunctival folds). За допомогою щілинної лампи оцінювали наявність або відсутність складок в нижньому квадранті бульбарної кон'юнктиви, що розташовувалися паралельно краю нижньої повіки. Зафіксовані результати спів ставляли відповідно до вищенаведеної шкали [10].

Шкала Pult (2008 р.):

- немає складок кон'юнктиви – 0 стадія,
- одна постійна і чітка лінія – 1 стадія,
- дві постійних і чітких лінії – 2 стадія,
- більше 2-х постійних і чітких ліній – 3 стадія.

Для співставлення отриманих результатів функціональних тестів використовували класифікацію ступеня тяжкості ССО за функціональними тестами (табл. 2.2.)

Табл.2.2.

Класифікація ступені тяжкості ССО за функціональними тестами.

Симптоми	Ступінь тяжкості			
	1	2	3	4
Проба Норна	> 10 с	≤10 с	≤5 с	миттєвий розрив
Тест Ширмера	> 10 мм	≤10 мм за 5 хв	≤5 мм за 5 хв	≤2 мм за 5 хв
Тест LIPCOF	0	1	2	3

Оцінка частоти кліпання повік. Частоту кліпань у досліджуваних груп перевіряли під час роботи з цифровими пристроями, а у контрольної групи, під час заповнення анкети OSDI, без попередження. У пацієнтів, які помічали про проведення дослідження, під час вимірювань відбувалося підвищення частоти миготіння. З цієї причини для реєстрації кліпальної активності використовували приховане спостереження. Час спостереження складав 3 хвилини, засікали секундоміром. Мигальні рухи підраховувалися 2-3 рази і бралися середні показники. Дані клепальних рухів представлені за 1 хвилину.

Середня частота кліпань у здорової людини становить 14,3 миготіння за 1 хвилину.

2.2.2.2. Якісна оцінка стану слізної плівки

Для якісної діагностики стану усіх шарів слізної плівки був застосований апарат SBM ICP Tearscope (Італія) та iPad Pro (США). Їх поєднання дозволяли провести інтерферометрію з подальшою оцінкою товщини ліпідного шару слізної плівки, меніскометрію з подальшою оцінкою стану водного шару слізної плівки, неінвазивний час розриву слізної плівки Non-invasive break-up time (NIBUT) з подальшою оцінкою муцинового шару слізної плівки.

Інтерферометрія. Ліпідний шар слізної плівки єдиний візуалізація якого можлива тільки за допомогою даного методу. В результаті взаємодії світлових хвиль, відбитих від двох поверхонь, спостерігається характерний просторовий розподіл інтенсивності світла (інтерференційна картина). Колір інтерференційної картини в кожній точці визначається довжиною хвилі променя світла, що проходить через ліпідний шар і відбивається від його внутрішньої поверхні, а товщина ліпідного шару може бути обчислена, виходячи з кольору інтерференції в кожній точці досліджуваної зони.

Оцінити товщину ліпідного шару прекоorneальной слізної плівки можливо за допомогою методу тіаскопії заснованого на фотореєстрації колірного феномена інтерференції. Дослідження товщини ліпідного шару

(ТЛШ) здійснювали шляхом відео-аналізу ефектів інтерференції кольору преокулярної слізної плівки під час акту кліпання. Цифрові зображення інтерференційної картини ліпідного шару отримували за допомогою фотокамери в iPad Pro та спеціального освітлювача в SBM ICP Tearscope. Отриманні відеореzультати співставляли з установленою в прилад класифікацією, що включала шкалу з 7-ми короткометражних відео з різною якістю ліпідного шару слізної плівки відповідно до її товщини (160-120нм; 80-120нм; 80нм; 30-80нм; 30нм; 15нм; <15нм).

Лакримальна меніскометрія. Величина слізного меніска корелює із загальним обсягом сльозопродукції. Найбільш точно виміряти величину слізного меніска, без стимуляції основної сльозопродукції, дозволяє лакримальна меніскометрія. Забір слізного меніску здійснювали під збільшенням з попередньо відзнятого фото (відхиленням від норми вважався результат <0,22 мм).

NIBUT тест. При виконанні NIBUT тесту в інтерферометр була вставлена спеціальна плівка для формування кілець Пласідо. Пацієнта просили кліпнути 2 рази з подальшим униканням миготіння протягом максимального часу (мінімально протягом 15с), на око проектувався малюнок кілець Пласідо, а його деформація відслідковувалася і зберігалася у вигляді відео. Далі ми аналізували та вимірювали час між останнім кліпанням і появою першої ділянки розпаду та деформації малюнку. За норму вважали результат ≥ 10 с.

Усі оброблені відео та фото обстежених спостерігали в реальному часі на екрані iPad Pro через додаток ICP by SBM Sistemi та зберігали в архівну базу файлів на MacBook Air. Отримані результати інтерпретувалися в різний час двома незалежними експертами та було обчислено середнє значення для кожного статистичного випадку. Всі дані були зафіксовані у вигляді графіків з фіксацією отриманих показників та часу проведення дослідження.

2.3. Обладнання і апаратура.

В проведеному дослідженні було використано: апарат Рота з таблицями Сивцева – Головіна та набір пробних очкових лінз HC-277-01 – для проведення візометрії; роздруковані анкети OSDI – для визначення стану очної поверхні; набір фільтрувальних смужок Dr Mann Pharma (Bausch & Lomb; Німеччина) та 0,5% розчин Алкаїну – для проведення проби Джонес; 0,1% розчин флюоресцеїна – для проведення проби Норна; авто-рефрактокератометр KR 8000PA (TOPCON; Японія); щілинна лампа HIS 5000 (HUVITZ; Корея); секундомір; цифровий термогігрометр НМ16 (Beurer; Німеччина); ICP Tearscore (SBM, Італія) та iPad Pro (Apple, США) – для проведення інтерферометрії, меніскометрії та NIBUT тесту.

2.4. Статистична обробка

Отримані у процесі обстеження пацієнтів кількісні показники обробляли методами математичної статистики з розрахунком середніх вибірових значень (M), дисперсія позначається (D) та помилок середніх значень (m) у трьох групах обстежених осіб.

Вірогідність відмінностей отриманих результатів для різних груп визначалася за допомогою t-критерію надійності Стьюдента. Відмінності вважали статистично значимими при загальноприйнятій у медико-біологічних дослідженнях імовірності помилки $p < 0,05$. Ймовірність помилки оцінювали за таблицями Стьюдента з урахуванням розміру експериментальних груп.

Для вивчення кореляційної залежності розраховувалося значення показника кореляції Спірмена. За допомогою методу бінарної логістичної регресії досліджувалася залежність дихотомічних змінних від незалежних змінних.

Обчислення проводили на персональному комп'ютері із використанням програм «Microsoft Excel 2007» та прикладних програм «STATISTICS 17,0 (StatSoft. Inc., США)».

РОЗДІЛ 3

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ СЛІЗНОЇ ПЛІВКИ У КОРИСТУВАЧІВ ЕЛЕКТРОННИХ ГАДЖЕТІВ

У даному розділі наведено результати обстеження стану очної поверхні людей молодого віку, найбільш активних користувачів електронних гаджетів.

Розподіл обстежених за статтю та віком представлено у розділі 2.

3.1. Результати дослідження основних клінічних характеристик очної поверхні молоді.

Опитування про наявність суб'єктивних скарг у молодих людей, які увійшли в дослідження, не дало вагомого числа виявлення патології очної поверхні. Переважна більшість (87% пацієнтів) самостійно не відмічали скарг з боку органу зору.

Далі всім обстеженим проведено анкетування згідно з опитувальником Ocular Surface Disease Index (OSDI). За підсумками анкетування значна кількість молодих людей — 62% (151 особа) мали OSDI від 10,4 до 12,5, у середньому $11,4 \pm 0,63$, що характеризувало нормальний стан очної поверхні; OSDI 13,9 - 22,7, у середньому $16,8 \pm 1,92$, що характеризувало легкі прояви ХСО, було виявлено у 22% (54 особи); помірні прояви ХСО — у 16% (38 осіб), відповідно до OSDI 25 - 31,3, у середньому $27 \pm 1,84$; важкі прояви ХСО за даними анкетування в групі обстежених були відсутні.

Приклад заповнення опитувальника приведено в таблиці 3.1.1.

Таблиця 3.1.1.

Анкета Ocular Surface Disease Index обстежуваного А.Б.

Чи відчували ви за останній тиждень будь-	Весь час	Більшість часу	Приблизно половину	Іноді	Ніколи
---	----------	----------------	--------------------	-------	--------

який з наведених нижче симптомів?			вказаного часового періоду		
Підвищена світлочутливість	4	3	2	1	0 ×
Відчуття піску в очах	4	3	2	1 ×	0
Відчуття болю або запаленості ока	4	3	2	1	0 ×
Затуманений зір	4	3	2	1 ×	0
Погіршення зору	4	3	2 ×	1	0

Кількість балів (A) = 4

Чи з'явилися у вас за останній тиждень проблеми із зором, що ускладнюють виконання будь-який з нижче вказаних видів робіт?	Весь час	Більшість часу	Приблизно половину вказаного періоду часу	Іноді	Ніколи	Складно відповісти, позначте будь-яким чином
Читання	4	3	2 ×	1	0	
Водіння автомобіля вночі	4	3	2	1 ×	0	
Робота з комп'ютером	4	3	2 ×	1	0	
Перегляд телевізора	4	3	2	1	0 ×	

Кількість балів (B) = 5

Чи відчували ви за останній тиждень зоровий дискомфорт у наступних ситуаціях?	Весь час	Більшість часу	Приблизно половину вказаного періоду часу	Іноді	Ніколи	Складно відповісти, позначте будь-яким чином
У вітряну погоду	4	3	2	1 ×	0	
У місцях з низькою вологістю («сухе» повітря»)	4	3	2	1 ×	0	
У приміщеннях з кондиціонером	4	3	2	1	0 ×	

Кількість балів (С) = 2

$$D = A + C + B = 11$$

Після анкетування усім обстеженим проводилась інтерферометрія. Отримані інтерферометричні дані відрізнялися від суб'єктивного сприйняття. Перш за все, іноді у одного й того ж досліджуваного, хоч і не виражено, відрізнялися показники на різних очах. У більшості обстежених — 64% (310 очей) — виявлено порушення ТЛШ. При цьому, виражені зміни ТЛШ зафіксовано у 33% (218 очей), з них: у 10% (46 очей) отримана найменша можлива товщина — 15 нм; у 23% (112 ока) — 30 нм, тоді як помірне зменшення ТЛШ — у 31% (152 ока), від 30 до 80 нм. Нормальні показники товщини ліпідного шару були виявленні у 36% (176 очей), з них: у 22% (109 очей) — 80 нм; у 14% (67 очей) від 80 до 120 нм (рис. 3.1.1).

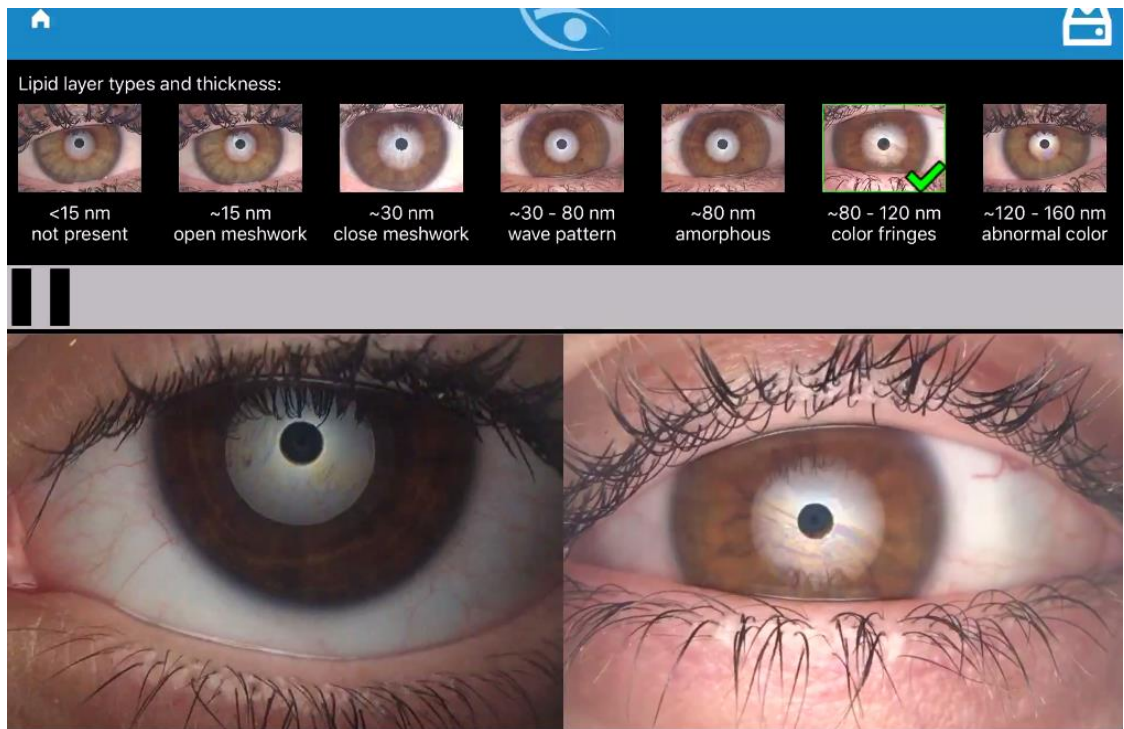


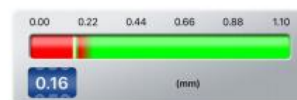
Рис. 3.1.1. Приклад інтерферометрії, товщина ліпідного шару 80-120 нм

Таким чином, при первинному огляді молодих людей, що брали участь у дослідженні, виявлено пошкодження ліпідного шару слізної плівки у більше ніж половини обстежених.

Визначена висота слізного меніска (ВСМ) характеризувала зміни водно-муцинового шару слізної плівки. У нашому дослідженні при первинному обстеженні учасників виявлено, що у 42% (203 ока) висота слізного меніска (ВСМ) складала $<0,22$ мм, у середньому $17 \pm 0,12$ мм (рис. 3.1.2); У 43% (211 очей) — $\geq 0,22$ -25 мм, у середньому $23 \pm 0,08$ мм, а у 15% (72 ока) складала $>0,25$ мм, у середньому $26,5 \pm 0,5$ мм.

SURNAME, NAME Sirko, Anna		ID
SEX F	BIRTH DATE 24/05/1994 (24)	ADDRESS
DESCRIPTION Tear Meniscus	DATE 28/01/2019 14:41	

Note:
Exam note



OS



Рис. 3.1.2. Меніскометрія. Висота слізного меніска 0,16 мм

Таким чином, при первинному огляді молодих людей, що брали участь у дослідженні, виявлено зниження висоти слізного меніска у 42% обстежуваних.

Стабільність слізної плівки визначалася шляхом неінвазивного NIBUT тесту. Таким чином виключався токсичний вплив барвників. Порушення стабільності було встановлено у 57% (277 очей). Неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT у 13% (65 очей) склав ≤ 5 с (рис. 3.1.3), у середньому $4,6 \pm 0,06$ с; у 44% (212 ока) < 10 с, у середньому $8,3 \pm 0,09$ с. Нормальні показники стабільності слізної плівки зафіксовано на 43% очей (209), з них: у 23% (114 очей) ≤ 15 с, у середньому $13,7 \pm 0,05$ с; у 20% (95 очей) ≤ 20 с, у середньому $17,9 \pm 0,1$ с.

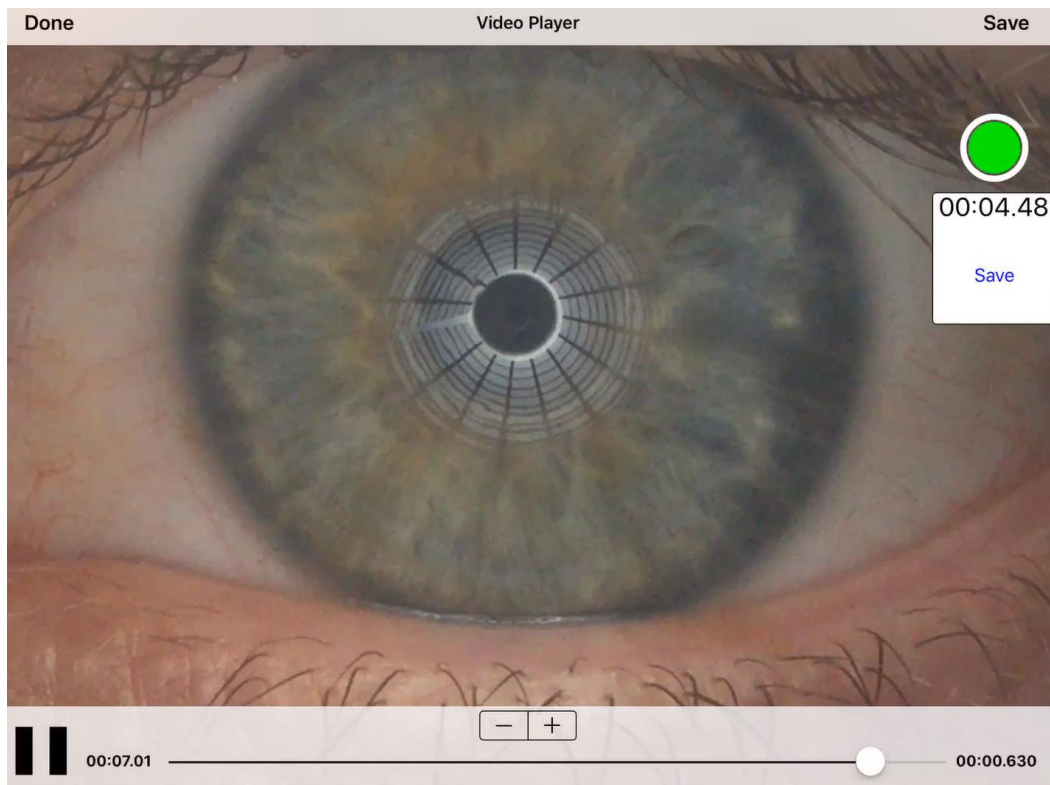


Рис. 3.1.3. Неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT. Поява першої ділянки розпаду та деформації малюнка кілець Пласідо через 4,5 с.

Таким чином, згідно з часом розриву слізної плівки, дані обстежуваних розділилися на 57 % із пришвидшеним розривом і 43 % з розривом слізної плівки за нормальний час.

При проведенні біомікроскопії оцінювали виразність складок нижнього латерального квадранта кон'юнктиви очного яблука обстежених добровольців, які розташовувалися паралельно нижнього краю повіки. У 25% (123 ока) виявлено ступінь LIPCOF-0, у 53% (259 ока) ступінь LIPCOF-1, у 21% (104 ока) ступінь LIPCOF-2, ступінь LIPCOF-3 не було виявлено в жодного досліджуваного.

Базальна слезопродукція перевірялась тестом Ширмера I і II, та була порушена у 53% (259 очей). З них: у 16% (75 очей) показники тесту Ширмер II коливалися від 2 до 5 мм, у середньому $4,13 \pm 0,02$; у 38% (184 ока) від 6 до

10 мм, у середньому $8,06 \pm 0,5$. Нормальні показники тесту Ширмер II виявлені у 47% (227 очей) — >10 мм, з них: у 38% (182 ока) від 10 до 15 мм, у середньому $14 \pm 1,08$, а у 9% (45 очей) — >15 мм, у середньому $18 \pm 1,02$.

Отримані результати продемонстрували хорошу кореляцію між тестами NIBUT, тестом Ширмера II та ТЛШ (табл. 3.1.1). Так, ТЛШ коливалася від 15 до 120 мкм, час першої деформації слізної плівки складав від 3 до 20 с, із середнім значенням $11,43 \pm 3,45$, тест Ширмера II від 2 до 21 мм/5 хв, з середнім показником $9,04 \pm 3,28$. Позитивні кореляції між вищеназваними тестами були сильними і мали високий статистично значимий зв'язок, що свідчить про можливість достовірної оцінки якісного стану поверхні ока при комбінуванні описаних методик дослідження.

Табл. 3.1.1.

Кореляція вимірювань товщини ліпідного шару з неінвазивним часом розриву слізної плівки та тестом Ширмера II у молоді.

Кореляційні параметри		Коефіцієнт кореляції	Достовірна наявність зв'язку
Ширмер II	NIBUT	0,68	$p < 0,01$
Ширмер II	ТЛШ	0,72	$p < 0,01$
NIBUT	ТЛШ	0,76	$p < 0,01$

3.2. Інтерферометричне дослідження ймовірності виникнення хвороби сухого ока у молоді

Встановлення кореляційних зв'язків між різноманітними показниками слізної плівки, дало можливість створення категорій та формування інтерферометричної класифікації ймовірності виникнення хвороби сухого ока у молоді (Патент на корисну модель № 140135 10.02.2020 «Спосіб комплексної діагностики хвороби сухого ока»). Згідно зі створеною класифікацією (табл.3.2.1.), існують високі рівні кореляції по дві сторони шкали оцінювання ТЛШ у приладі SBM ICP Tearscope. Коли показники ТЛШ були високими, тобто ≥ 80 нм у 36% (176 очей), показники NIBUT також були високими в цих очах, а тест Ширмера II був підвищеним у 35% (168 очей) з 176 очей (36%). Коли показники ТЛШ були низькими, тобто < 80 нм, що виявлено у 64% (310 очей), то показники NIBUT були нижче норми на 54% (264 ока), а показники тесту Ширмера II були нижче норми в 52% (251 око). Ці клінічні спостереження ґрунтуються на отриманих нами показниках якості слізної плівки очей молоді, що зазначені вище, та відповідають висновкам, отриманим з статистичного аналізу усього набору даних.

Табл. 3.2.1.

Класифікація ймовірності хвороби сухого ока на основі кореляційних вимірів товщини ліпідного шару з неінвазивним часом розриву слізної плівки та тестом Ширмера II у молоді

Категорії	NIBUT	Тест Ширмера II	ТЛШ
I	≥ 10	≥ 10	≥ 80
II	6- < 10	6- < 10	< 80
III	0- ≤ 5	0- ≤ 5	≤ 30

Примітка: I категорія — низька або нульова ймовірність наявності ознак і симптомів ХСО; II категорія — помірна ймовірність наявності ознак і

симптомів ХСО. III категорія — висока ймовірність наявності значних ознак і симптомів ХСО.

Також отримані нами результати продемонстрували високий ступінь кореляції між показниками ВСМ та тестом Ширмера II (табл. 3.2.2). Так, ВСМ коливалася від 0,13 до 0,27 мм із середнім значенням $0,20 \pm 0,02$, тест Ширмера II від 2 до 21 мм за 5 хв, з середнім показником $9,04 \pm 3,28$. Позитивні кореляції між вищеназваними тестами були сильними і мали високий достовірний зв'язок. Коли показники ВСМ були достатніми, тобто $\geq 0,22-0,25$ мм у 43% (211 очей), тест Ширмера II був у нормі в 37% (178 очей). Коли показники ВСМ були зниженими, тобто $< 0,22$ мм 42% (203 ока), тест Ширмера II був зниженим у 42% (203 ока). Однак коли показники ВСМ були підвищеними, тобто $> 0,25$ мм у 15% (72 ока), тест Ширмера II був підвищеним у 9% (45 очей) і був знижений у 6% (27 очей), що, очевидно, вказує на рефлекторне сльозовиділення, але клінічна значимість таких показників не є високою.

Табл. 3.2.2.

Кореляція вимірювань висоти слізного меніска та тесту Ширмера II у молоді

Кореляційні параметри		Коефіцієнт кореляції	Показник статистичної значимості
ВСМ	тест Ширмера II		
<22	<10	0,69	$p < 0,01$
22-25	10-15	0,63	$p < 0,01$
>25	>15	0,51	$p < 0,05$

Резюме.

Проведеним дослідженням встановлено, що слізну плівку молоді сьогодні характеризує зменшення товщини ліпідного шару, скорочення часу її розриву, зменшення базальної слезопродукції та зменшення висоти слізного меніска. Це свідчить про недостатню якість слізної плівки та знаходження у зоні ризику розвитку хвороби сухого ока 44% (217 очей) молоді, що потребує відповідної корекції.

Відповідно до запропонованої нами інтерферометричної класифікації, низька ймовірність наявності ознак і симптомів ХСО (І категорія) була виявлена у 35% (168 очей) обстеженої молоді. Помірна ймовірність наявності ознак і симптомів ХСО (ІІ категорія) спостерігалася у 31% (152 ока), а висока ймовірність (ІІІ категорія) — у 13% (130 очей) молодих людей. У 21 % (101 ока) обстежених отримані результати не узгоджувалися між собою відповідно до вищезапропонованої класифікації, що ще раз підтверджує відсутність єдиного еталонного стандарту для діагностики цього мультифакторного захворювання.

Даний розділ висвітлений в матеріалах наступних публікацій:

1. Безкоровайна І.М. Комплексна оцінка якісного складу слізної плівки у людей молодого віку. / І.М.Безкоровайна, Дун Фан Хуї, Д.О. Наконечний, А.О. Безкоровайна // Офтальмол. журн.—2019. —№3(488).—С.20-25.

2. Дун Фан Хуї. Вплив мультиекранного способу життя на стан слізної плівки./ Дун Фан Хуї, І.В.Троценко //«Актуальні питання клінічної медицини», тези доповідей всеукр. науково-практич. конф. лікарів-інтернів, 23 травня 2019 р.: Полтава, 2019. —С.37-38.

3. Безкоровайна І.М. Діагностика стану слізної плівки молоді м. Полтави / І.М.Безкоровайна, Дун Фан Хуї, Д.О. Наконечний // Програма науково-практичної конференції з міжнародною участю «Філатовські читання 2019», 23-24 травня 2019. — Одеса.

4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 89680 11.0602019 Науковий твір «Інтерферометрична класифікація ймовірності виникнення хвороби сухого ока за кореляційною залежністю кількісно-якісних показників слізної плівки молоді» Безкоровайна І.М., Дун Фан Хуї, Наконечний Д.О., Безкоровайна А.О.

5. Патент на корисну модель № 140135 10.02.2020 «Спосіб комплексної діагностики хвороби сухого ока» Безкоровайна І.М., Дун Фан Хуї, Наконечний Д.О., Безкоровайна А.О., Бюл.№3

РОЗДІЛ 4

СТАН СЛІЗНОЇ ПЛІВКИ У ОФІСНИХ ПРАЦІВНИКІВ ПРИ ТРИВАЛІЙ РОБОТІ ЗА КОМП'ЮТЕРОМ

Дослідження було проведено у банківських працівників, які використовують комп'ютерну техніку протягом 6-ти годинного робочого дня, з 1 годиною обідньою перервою.

До дослідження увійшли 68 пацієнтів 1-ї групи (136 очей).

На початку обстеження всім працівникам було запропоновано пройти анкетування визначення стану очної поверхні - Ocular Surface Disease Index (OSDI), згідно з рекомендаціями TFOS DEWS II [15].

Увесь спектр досліджень проводився на початку робочого дня і після його завершення, тобто після 6-годинної роботи з комп'ютером.

Згідно з проведеним опитуванням, відсутність суб'єктивних ознак пошкодження очної поверхні за скаргами та згідно опитувальника встановлено у 38 працівників (56%) – OSDI від 10,5 до 13,8 у середньому $12,1 \pm 1,68$; у 22 працівників (32%) виявлено легкі прояви ХСГ – OSDI від 14,0 до 23,6 у середньому $18,8 \pm 4,8$; у 12% (людина) мали місце помірні прояви ХСГ – OSDI 25,6 – 32,4 у середньому $29,0 \pm 3,4$; обстежувані з тяжкими проявами ХСГ були відсутні.

Об'єктивні дані стану слізної плівки досліджуваних 1-ї групи представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

**Показники стану слізної плівки обстежуваних 1-ї групи до початку
робочого дня**

Методика	Критерії оцінки	Шкала	Поширеність
Інтерферометрія ТЛШ	Норма	80-120 нм	15% (n =20)
		80 нм	23% (n =32)
	Зниження	30-80 нм	30% (n =40)
		30 нм	23% (n = 32)
		15 нм	9% (n =12)
Меніскометрія	Норма	$\geq 0,22$ мм	60% (n =82)
	Зниження	$< 0,22$ мм	40% (n = 54)
NIBUT	Норма	≥ 10 с	41% (n = 56)
	Зниження	< 10 с	45% (n = 62)
		< 5 с	14% (n = 20)
Тест Ширмера I-II	Норма	≥ 10 мм	47% (n = 64)
	Зниження	< 10 мм	53% (n = 72)
Тест LIPCOF	Норма	0	25% (n = 34)
		1	53 % (n = 72)
	Зниження	2	21% (n = 29)
		3	0% (n = 0)
Частота кліпання	Норма	10-20 р	94% (n = 128)
	Зниження	< 10 р	6% (n = 8)

Після завершення робочого дня з 6-ти годинним комп'ютерним навантаженням, проведено повторне обстеження та аналіз, який показав повний збій у характеристиках поверхні ока за результатами завершального обстеження.

Так, в жодного з обстежуваних не було виявлено нормальних показників ТЛШ слізної плівки - порушення ТЛШ діагностовано у 100% працюючих (136 очей). З них, помірні зміни ТЛШ виявлені в 25% випадків (34 ока) - від 30 до 80 нм, виражене стоншення ліпідного шару зафіксовано в 75% (102 ока). Серед останніх: в 51% (69 очей) - 30 нм, у 19% (26 ока) - 15 нм, а в 5% отримано найменшу можливу товщину <15 нм (7 очей) ($p < 0,05$). (рис. 4.1.)

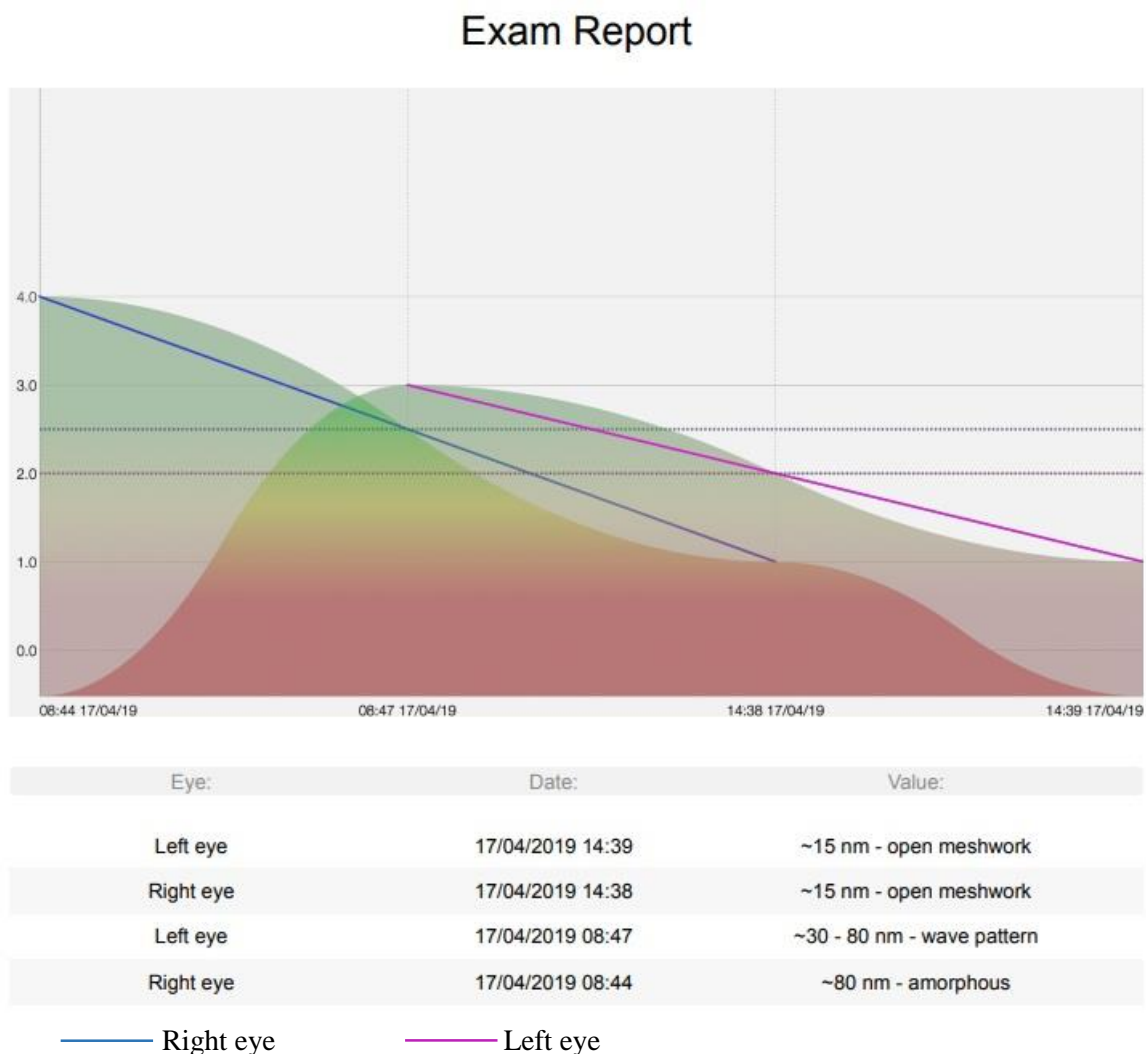


Рис. 4.1. Різке зменшення ТЛШ після закінчення робочого дня протягом 6-ти годинного комп'ютерного навантаження.

Результати змін ВСМ характеризували гіперсекрецію слізного меніска у більшості обстежених після закінчення робочого дня з 6-годинним навантаженням роботою за комп'ютером. Очевидно, це рефлекторно-захисна реакція ока на порушення якісного складу слізної плівки. Так, низькі показники ВСМ виявлені лише у 14% обстежених (19 очей) – $<0,22$ мм, у середньому $0,19 \pm 0,12$ мм; у 21% (29 очей) нормальні показники - $\geq 0,22-25$ мм, у середньому $0,23 \pm 0,98$ мм, а в 65% випадків (88 очей) показники хоч і були нормальними, за класифікацією, але різке збільшення кількості сльози, порівняно з вихідним рівнем, класифікувалося нами як захисна гіперсекреція - $ВСМ > 0,25-0,36$ мм, в середньому $0,29 \pm 0,4$ мм ($p < 0,05$). (Рис. 4.2. та 4.3.)

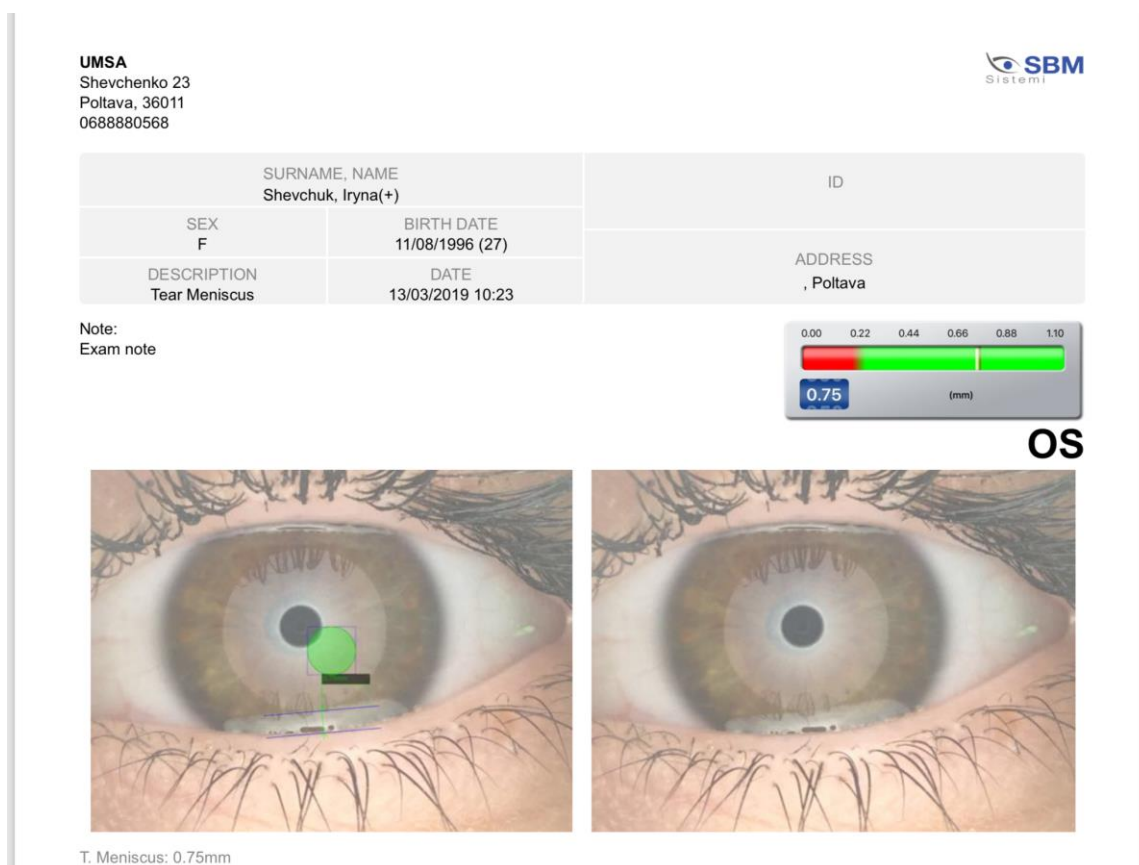


Рис. 4.2. Гіперсекреція слізного меніска після закінчення робочого дня протягом 6-годинного комп'ютерного навантаження

Exam Report

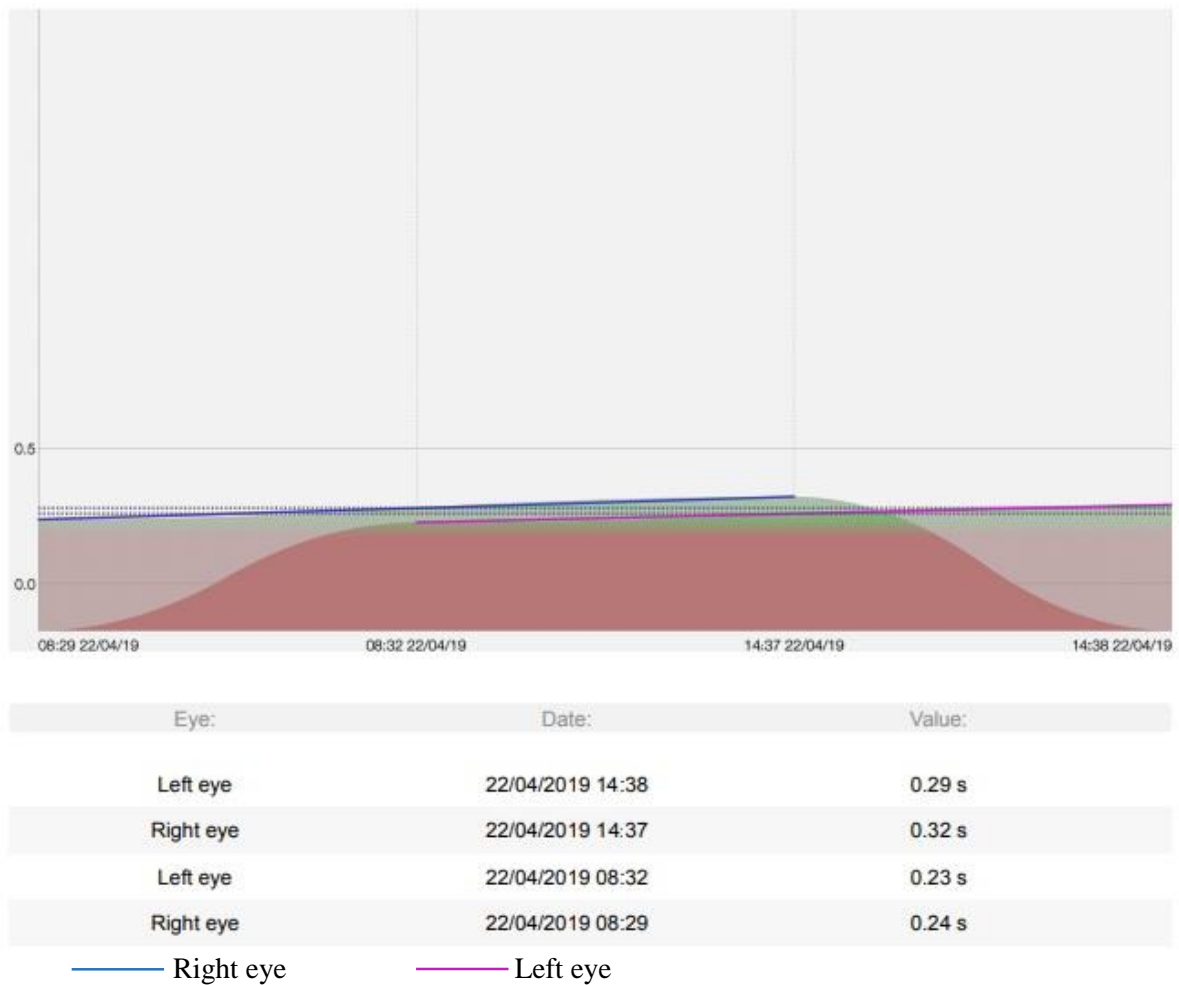


Рис. 4.3 Графік ВСМ після закінчення робочого дня протягом 6-годинного комп'ютерного навантаження

Нормальні показники часу розриву слізної плівки у обстежуваних (NIBUT) після закінчення робочого дня протягом 6-годинного комп'ютерного навантаження не були виявлені - скорочення часу розриву слізної плівки зафіксовано у 100% обстежених (136 очей). З них у 74% (101 очей) час розриву становив ≤ 5 с, в середньому $3,7 \pm 0,06$; у 26% (35 очей) < 10 с, у середньому $5,98 \pm 0,1$ с ($p < 0,05$) (рис. 4.4.).

Exam Report



Рис. 4.4. Різке скорочення розриву слізної плівки при NIBUT після закінчення робочого дня протягом 6-годинного навантаження комп'ютером

Показники тесту LIPCOF, обґрунтовано не змінювалися протягом робочого дня, так, як складка кон'юнктиви формується поступово, внаслідок хронічного пошкодження поверхні ока і може характеризувати лише початковий стан.

Показники базальної сльозопродукції спочатку були - від 9 до 14мм, в середньому $12,1 \pm 0,08$, і значно погіршилися після завершення робочого дня протягом 6 годинного навантаження комп'ютером: у 36% (48 очей) показники тесту Ширмера I-II коливалися від 2 до 5мм, у середньому $4,13 \pm 0,02$; у 64% (87 очей) від 6 до 10 мм, у середньому $8,06 \pm 0,5$ ($p < 0,05$).

Виявлені погіршення якісних показників при тривалій роботі за комп'ютером, частково обґрунтовуються зменшенням частоти кліпання в процесі роботи, яке спочатку було - від 12 до 29 разів на хвилину у 89% (120 очей), в середньому $18,04 \pm 4,9$, а під час роботи коливалися лише від 4 до 8 разів на хвилину у 89% (120 очей), у середньому $5,06 \pm 0,9$ ($p < 0,05$). Тільки у 7% обстежуваних (10 очей) частота кліпання була в межах норми від 10 до 15 разів на хвилину, в середньому $12,4 \pm 0,7$ ($p < 0,05$).

Для цих очей були характерними насупні показники ТЛШ, за інтерферометрією: у 51% (69 очей) 30 нм, у 19% (26 очей) 15 нм, у 5% (7 очей) встановлена найменш можлива товщина ліпідного шару < 15 нм, а у 21% (28 глаз) ліпідний шар був від 30 до 80 нм, що визначається як межа норми.

В протилежність зменшеній частоті кліпань, у 4% обстежуваних (6 очей) відзначалося різке збільшення частоти кліпання від 24 до 49 разів на хвилину, в середньому $35,08 \pm 4,6$. У цій групі розрив слізної плівки становив ≤ 2 с, в середньому $1,1 \pm 0,03$, тому прискорення моргання можна розцінити як захисну реакцію на миттєвий розрив слізної плівки. Після закінчення роботи з комп'ютером частота кліпань підвищилася у 87% випадків (118 очей).

Отримані нами результати продемонстрували високий рівень кореляції між тривалістю цифрового навантаження протягом робочого дня та змінами ТЛШ, ВСМ, NIBUT, тесту Ширмера I-II та частотою моргання (табл. 4.2).

Таблиця 4.2.

Кореляційна залежність між тривалістю цифрового навантаження протягом робочого дня та змінами показників діагностичних тестів, що характеризують стан слізної плівки

Параметри кореляції		Коефіцієнт кореляції, r	Достовірність наявності зв'язку
Діагностичні тести			
NIBUT	6 годин	0,83	p<0,01
ТЛШ	6 годин	0,81	p<0,01
ВСМ	6 годин	0,75	p<0,01
Ширмер I-II	6 годин	0,72	p<0,01
Частота кліпань	6 годин	0,72	p<0,01
LIPCOF	6 годин	0,32	p>0,05

Так, після 6-годинного комп'ютерного навантаження протягом робочого дня, кількість осіб з порушенням ТЛС слізної плівки збільшилася на 38% (52 очі), зі скороченням неінвазивного часу розриву слізної плівки збільшилася на 41% (56 очей), гіперсекреція виявлена у 65% випадків (88 очей), а гіпосекреція виявлена у 14% обстежених (19 очей), порушення базальної сльозопродукції (Шірмера I-II) збільшилося у 47% випадків (64 очі).

Позитивні кореляції між вищеназваними показниками були міцними та мали високий достовірний зв'язок, що свідчить про можливість достовірної оцінки якісного стану поверхні ока після повноцінного робочого дня протягом 6-ти годин при постійному комп'ютерному навантаженні. Отримані в дослідженні результати доповнюють дані, на підставі яких можна розробити безпечний режим глядачів роботи з комп'ютерною технікою

протягом робочого дня у працівників офісу, обґрунтовують оптимізацію вивчення показників кількісно-якісного складу сльози.

Резюме:

Таким чином, у обстежених офісних працівників, які цілий день працюють з комп'ютером, після закінчення робочого дня встановлено зниження товщини ліпідного шару слізної плівки у 100% випадків ($p < 0,01$), порушення висоти слізного меніска у 79% випадків ($p < 0,01$), скорочення часу розриву слізної плівки у 100% випадків ($p < 0,01$), порушення сльозопродукції у 100% випадків ($p < 0,01$) та порушення частоти кліпань при роботі за комп'ютером у 93% випадків ($p < 0,01$).

Виявлені зміни якісного складу слізної плівки у працюючих за комп'ютером вимагають проведення перерв у роботі та медикаментозної компенсації для захисту поверхні ока.

Даний розділ висвітлений в матеріалах наступних публікацій:

1. Безкоровайная И.Н. Изменения слезной пленки глаза под влиянием компьютерной нагрузки у офисных работников / И.Н.Безкоровайная, Дун Фан Хуи // Офтальмология. Восточная Европа. –2019.–Том.9.№4.–С.494-501.

2. Дун Фан Хуи. Диагностические возможности интерферометрии в выявлении и мониторинге развития болезни сухого глаза. / Дун Фан Хуи, И.Н.Безкоровайная, Г.Я.Павловская // Укр. журн.Офтальмологія. – 2020. – №1[11].–С.41-47.

3. Безкоровайная И.Н. Диагностические возможности интерферометрии в диагностике болезни сухого глаза. / И.Н.Безкоровайная, Дун Фан Хуи // Програма V ювілейної науково-практичної конференції з міжнародною участю Глаукома + 2020, 22-23 жовтня, 2020 р. — Київ.

РОЗДІЛ 5

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН СЛІЗНОЇ ПЛІВКИ ПРИ РІЗНІЙ ТРИВАЛОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРИСТРОЇВ ОБСТЕЖУВАНИХ

На початку дослідження кожному представникові 2-ї - 5-ї груп проводили визначення початкового рівня стану слізної плівки, з використанням методів описаних в розділі 2 та там же описаної кількості обстежуваних в кожній групі. Отримані результати описані в розділі 3 та представлені в таблиці 5.1.

Табл. 5.1.

Початкові показники стану слізної плівки обстежених до впливу
комп'ютерних пристроїв

Методика	Критерій оцінювання	Шкала	Поширеність
Інтерферометрія	Норма	80-120 нм	15% (n =100)
		80 нм	27% (n =179)
	Зниження	30-80 нм	29% (n =198)
		30 нм	22% (n = 146)
		15 нм	7% (n =47)
Меніскометрія	Норма	$\geq 0,22$ мм	57% (n = 382)
	Зниження	$< 0,22$ мм	43% (n = 288)
NIBUT	Норма	≥ 10 с	51% (n = 342)
	Зниження	< 10 с	45% (n = 300)
		< 5 с	4% (n = 28)
Тест LIPCOF	Норма	0	25% (n = 167)
		1	54% (n = 361)
	Зниження	2	21% (n = 142)
		3	0% (n = 0)
Частота кліпань	Норма	10-20 р	96% (n = 642)
	Зниження	< 10 р	4% (n = 28)

Після оцінки початкового стану, усім обстежуваним було запропоновано провести певний час за комп'ютерами, за виконанням будь якого типу роботи: читання тексту, комп'ютерна гра, складання таблиць, то що. Час роботи складав 60, 40, 30 і 20 хвилин. Обстежувані були розділені на групи, відповідно часу комп'ютерного навантаження: II група - 82 особи (164 ока) з тривалістю 1 година; III група - 67 осіб (20 очей) з тривалістю 40 хвилин; IV група – 56 осіб (122 очей) з тривалістю 30 хвилин; V група – 60 осіб (120 очей) з тривалістю 20 хвилин.

Після 60-хвилин впливу комп'ютерних пристроїв відмічалось зростання кількості обстежених з порушеннями ліпідного шару слізної плівки до 74% очей (n=121). Збільшилася кількість очей зі значним стоншенням ліпідного шару до 32% (n=53), з них: на 8% очей (n=14) стала найменша товщина 15 нм, а на 24% (160 очей) – 30 нм (рис. 5.1.). Помірне стоншення ліпідного шару до 30-80 нм після комп'ютерного навантаження виявлено на 42% очей (n=39). Товщина ліпідного шару, яка відповідає нормі була діагностована на 26% очей (n=43), проте, її якість прогресивно погіршувалася зі зменшенням кількості обстежених даної категорії оцінювальної шкали. Так, на 25% очей (n=41) ТЛШ складала 80 нм, а на 1% очей (n=2) ТЛШ складала від 80 до 120 нм. Меніскометричні дані засвідчили про приріст кількості обстежених з патологічними показниками висоти слізного меніску: на 59% очей (n=97) ВСМ була <0,22 мм, у середньому $0,17 \pm 0,02$ мм; на 41% очей (n=67) нормальні показники висоти слізного меніску $\geq 0,22-25$ мм, у середньому $0,23 \pm 0,01$ мм ($p < 0,05$). Також, збільшувалася кількість обстежених з порушення стабільності слізної плівки на 63% очей (n=103). З них: неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT ≤ 5 с – на 5% очей (n=8), у середньому $4,5 \pm 0,01$ с ($p < 0,05$); на 58% очей (n=95) <10 с, у середньому $8,7 \pm 0,01$ с ($p < 0,05$). Нормальні показники стабільності слізної плівки зафіксовано на 37% очей (n=61), проте її стабільність продовжувала зменшуватись зі збільшенням кількості обстежених з менш тривалими показниками часу розриву слізної плівки. Так,

на 37% очей (n=61) час склав від ≥ 10 до ≤ 15 с, у середньому $10,6 \pm 0,03$ с ($p < 0,05$); а показник від ≥ 15 до ≤ 20 с не виявлений у жодного обстеженого. На 23% очей (n=38) визначено ступінь LIPCOF-0, на 56% очей (n=92) – ступінь LIPCOF-1, на 21% очей (n=34) – ступінь LIPCOF-2, ступінь LIPCOF-3 не було виявлено. Частота кліпань різко зменшилася: на 46% очей (n=75) від 10-20 разів за хвилину, у середньому $10,4 \pm 0,01$ р/хв. ($p < 0,05$), на 54% очей (n=89) < 10 р/хв., у середньому $7,8 \pm 0,02$ р/хв ($p < 0,05$).

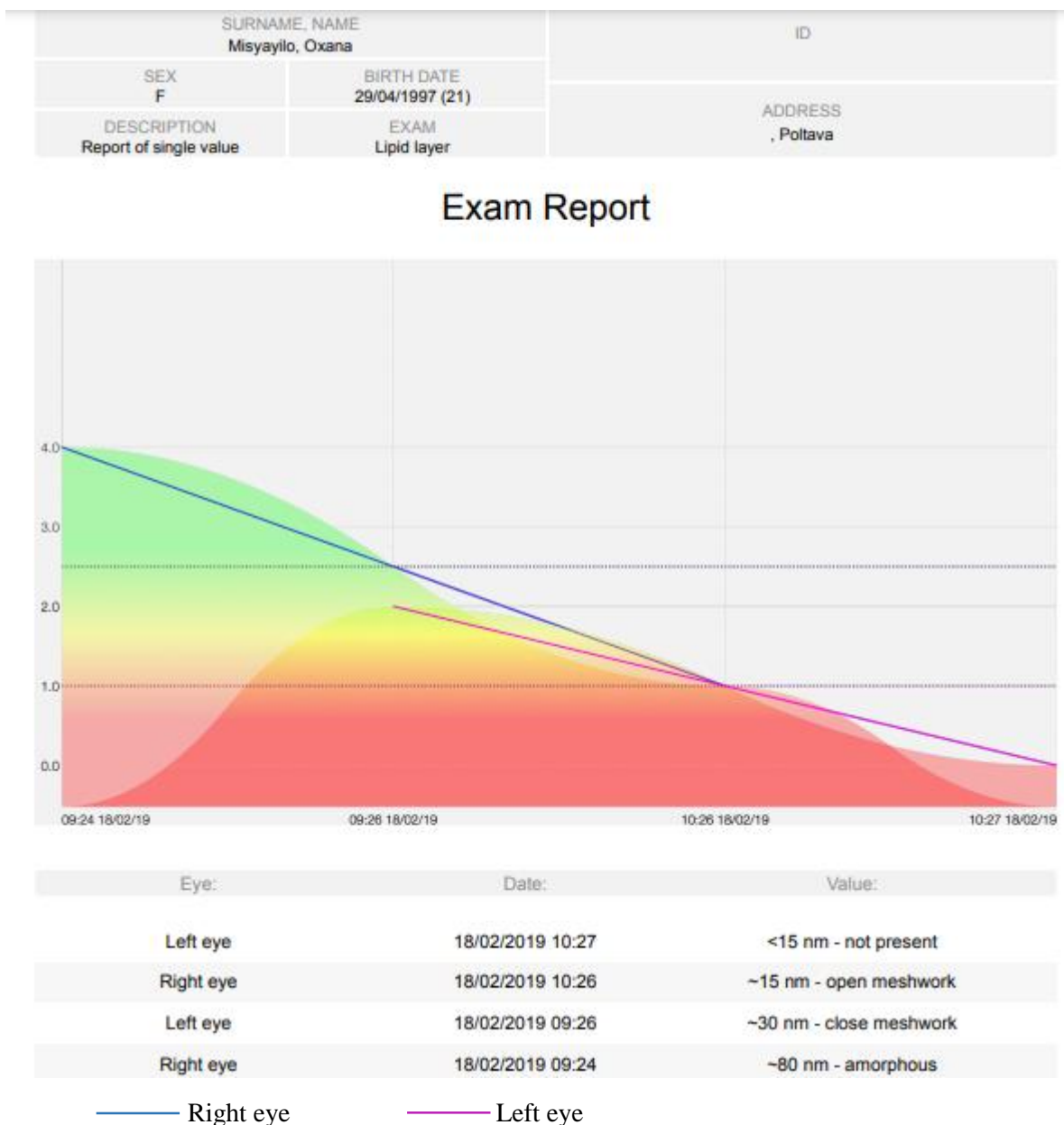
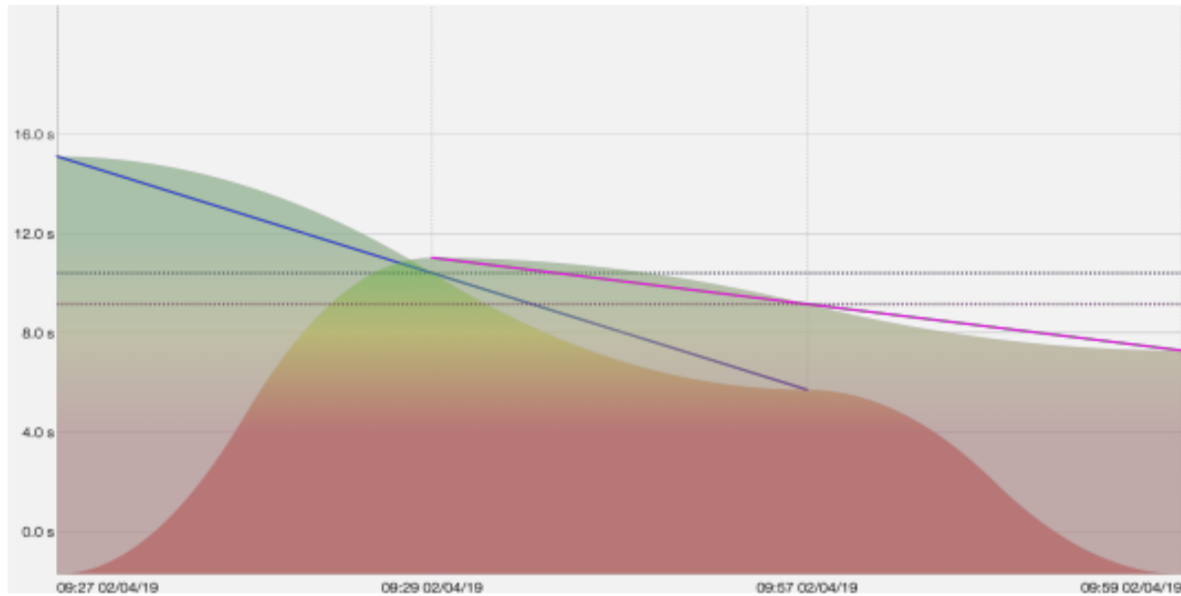


Рис. 5.1. Зміна товщини ліпідного шару слізної плівки після впливу комп'ютерних пристроїв впродовж 60 хвилин.

При 40-хвилинному впливу комп'ютерних пристроїв відмічалось (порівняно з початковим рівнем) значне зростання кількості обстежених з різноманітними порушеннями ліпідного шару слізної плівки – 71% (95 очей). Значне потоншення ліпідного шару не збільшилося від початкових даних і лишалося у 29% (39 очей), з них: у 7% (19 очей) – 15 нм; у 22% (29 очей) – 30 нм. Кількість досліджуваних із помірним стоншенням ліпідного шару до 30-80 нм збільшилася до 42% (56 очей). Товщина ліпідного шару, яка відповідає нормі була діагностована у 29% (39 очей), проте, її якість погіршувалася, що характеризувалося зменшенням кількості обстежених з показником найкращої товщини ліпідного шару слізної плівки. Так, на 27% (36 очей) товщина ліпідного шару склала 80 нм, а лише на 2% очей (n=3) – від 80 до 120 нм. Меніскометричні дані свідчили про приріст кількості обстежених з патологічними показниками висоти слізного меніску, їх стало 54% (72 ока) у середньому $0,17 \pm 0,01$ мм. У 46% обстежених (62 ока) визначені нормальні показники висоти слізного меніску, у середньому $24,0 \pm 0,19$ мм, однак сюди увійшли і 12 пацієнтів з гіперсекрецією, яка виникла після комп'ютерного навантаження. Також, збільшувалася кількість обстежених з порушенням стабільності слізної плівки – 57% (76 очей). З них: неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT ≤ 5 с – у 5% (7 очей), у середньому $4,7 \pm 0,02$ с; у 52% (70 очей) < 10 с, у середньому $8,9 \pm 0,01$ с (рис.5.2). Нормальні показники стабільності слізної плівки зафіксовано на 43% (58 очей) проте її стабільність зменшувалася зі збільшенням кількості обстежених з менш тривалими показниками часу розриву слізної плівки. Так, на 39% (52 ока) $\geq 10 - \leq 15$ с, у середньому $11,2 \pm 0,03$ с; на 4% (5 очей) $\geq 15 - \leq 20$ с, у середньому $15,4 \pm 0,01$ с. Частота кліпань значно зменшилася: у 70% (94 ока) від 10-20 р/хв., у середньому $11,2 \pm 0,1$ р/хв., на 30% (40 очей) < 10 р/хв., у середньому $8,3 \pm 0,02$ р/хв.

SURNAME, NAME Protasova, Valeria		ID
SEX F	BIRTH DATE 22/01/1997 (22)	ADDRESS , Poltava
DESCRIPTION Report of single value	EXAM NIBUT	

Exam Report



Eye:	Date:	Value:
Left eye	02/04/2019 09:59	7.3 s
Right eye	02/04/2019 09:57	5.7 s
Left eye	02/04/2019 09:19	11.0 s
Right eye	02/04/2019 09:17	15.1 s

— Right eye — Left eye

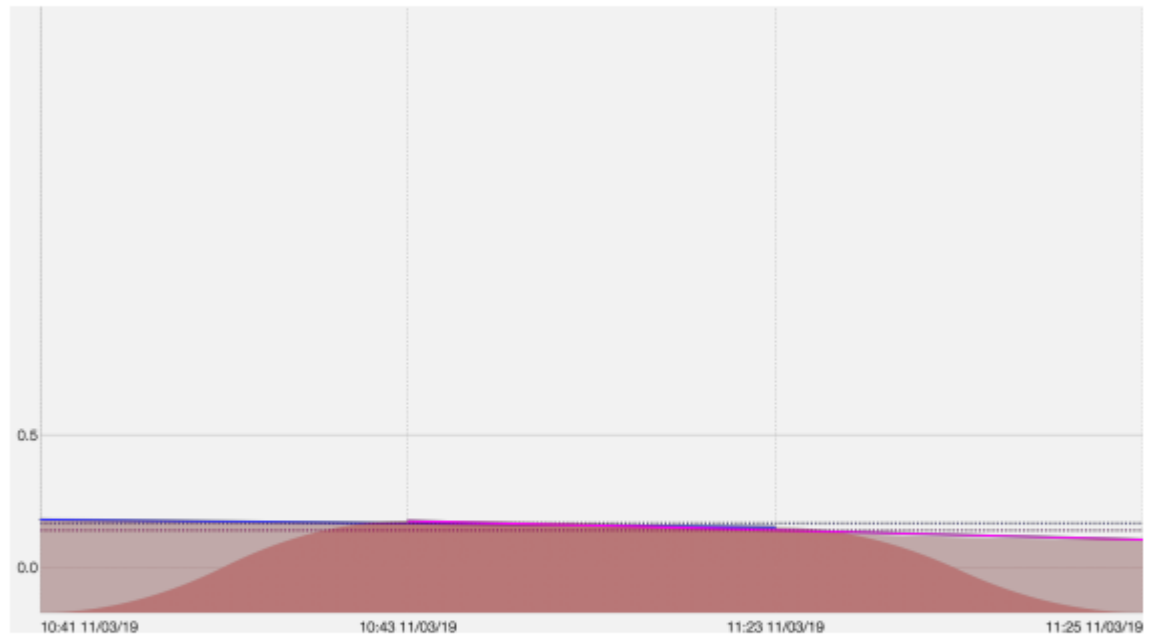
Рис. 5.2. Зміни NIBUT після впливу комп'ютерних пристроїв впродовж 40-хвилин.

Після 30-хвилин впливу комп'ютерних пристроїв відмічалось помірне збільшення кількості обстежених з порушеннями ліпідного шару слізної плівки – 63% (71 око). Кількість очей із значним стоншенням ліпідного шару не збільшилося від початкових даних і лишалося на 29% (32 ока), з них: на 7% (8 очей) – 15 нм; на 22% (25 очей) – 30 нм. Помірне стоншення ліпідного шару до 30-80 нм діагностовано на 34% (38 очей). Товщина ліпідного шару, яка відповідає нормі була діагностована у 37% (42 ока), з них: на 25% (28 очей) 80 нм; на 12% (14 очей) від 80 до 120 нм. Меніскометричні дані

свідчили про невелике збільшення кількості обстежених з патологічними показниками висоти слізного меніску. Так, на очах 47% досліджуваних (n=53) висота слізного меніску у середньому склала $0,17 \pm 0,01$ мм (рис.5.3), а на очах 53% обстежених (n=59) спостерігалися нормальні показники висоти слізного меніску, у середньому $0,24 \pm 0,19$ мм. Кількість обстежених з порушенням стабільності слізної плівки склала 53% (59 очей). З них: неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT ≤ 5 с – на 4% (5 очей), у середньому $4,9 \pm 0,08$ с; на 49% (55 очей) < 10 с, у середньому $9,6 \pm 0,06$ с. Нормальні показники стабільності слізної плівки зафіксовано на 47% (53 очей), з них: на 31% (35 очей) від 10 до 15 с, у середньому $11,9 \pm 0,03$ с; на 16% (18 очей) від 15 до 20 с, у середньому $16,2 \pm 0,1$ с. На 25% (28 очей) виявлено ступінь LIPCOF-0, на 54% (61 око) – ступінь LIPCOF-1, на 21% (25 очей) – ступінь LIPCOF-2, ступінь LIPCOF-3 не було виявлено. Частота кліпань під час роботи за комп'ютером продовжувала зменшуватися: на 84% (94 ока) від 10-20 р/хв., у середньому $14,2 \pm 0,1$ р/хв., на 15% (17 очей) < 10 р/хв., на 1% очей (1 око) у середньому $9,2 \pm 0,04$ р/хв.

SURNAME, NAME Korniyichuk, Vadim		ID
SEX M	BIRTH DATE 26/03/1995 (23)	ADDRESS , Poltava
DESCRIPTION Report of single value	EXAM T. Meniscus	

Exam Report



Eye:	Date:	Value:
Left eye	11/03/2019 11:25	0.10 s
Right eye	11/03/2019 11:23	0.15 s
Left eye	11/03/2019 10:43	0.17 s
Right eye	11/03/2019 10:41	0.18 s

— Right eye — Left eye

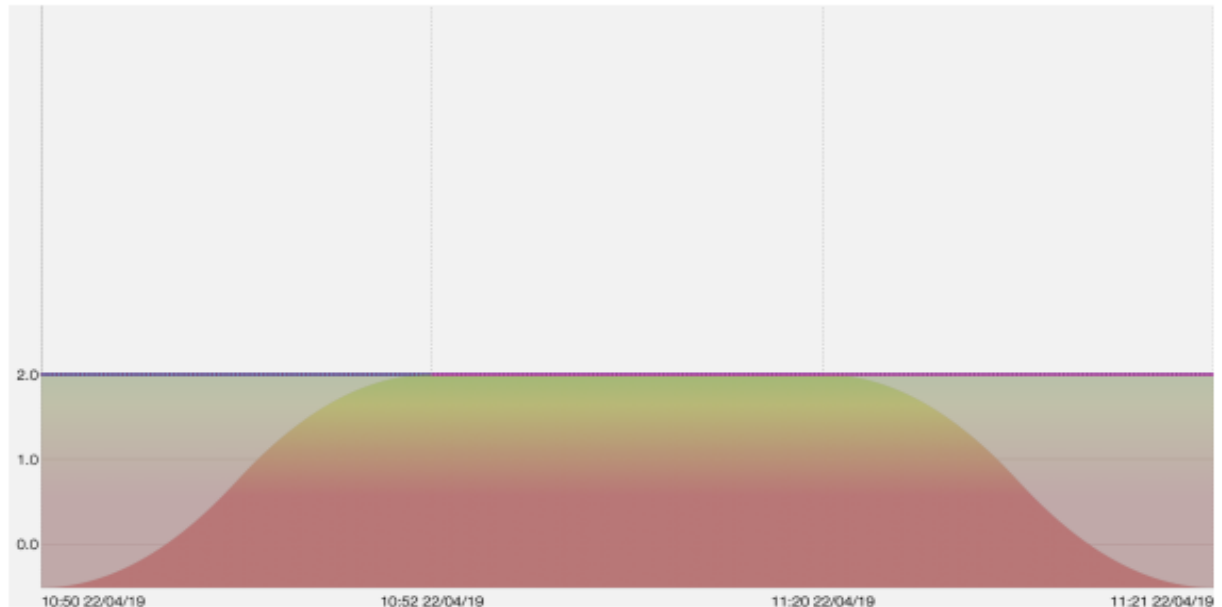
Рис. 5.3. Зміни висоти стояння слізного меніску після впливу комп'ютерних пристроїв впродовж 30-хвилин.

Після 20-хвилин впливу комп'ютерних пристроїв кількість обстежених з порушенням ліпідного шару слізної плівки не змінилася – 58% (70 очей). Значне потоншення ліпідного шару виявлено на 29% (35 очей), з них: на 7% (8 очей) отримана найменша можлива товщина 15 нм; на 22 очей % (26) товщина ліпідного шару склала 30 нм, помірне стоншення ліпідного шару до 30-80 нм діагностовано на 29% (35 очей) (рис.5.4). Товщина ліпідного шару, яка відповідає нормі була діагностована на 42% (50 очей), з них: на 27% (32

ока) 80 нм, а на 15% очей (18) від 80 до 120 нм. Меніскометричні дані майже не піддавалися змінам: на 43% (52 ока) висота слізного меніску складала $<0,22$ мм, у середньому $0,18 \pm 0,03$ мм; на 57% (68 очей) $\geq 0,22-25$ мм, у середньому $0,24 \pm 0,19$ мм. Порушеною стабільність слізної плівки залишалась на рівні 49% (59 очей). З них: неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT ≤ 5 с виявився на 4% (5 очей) - у середньому $4,9 \pm 0,08$ с; на 45% (54 ока) < 10 с, у середньому $9,6 \pm 0,05$ с. Нормальні показники стабільності слізної плівки зафіксовано на 51% (61 око), з них: на 30% (36 очей) $\geq 10 - \leq 15$ с, у середньому $12,8 \pm 0,01$ с; на 21% (25 очей) $\geq 15 - \leq 20$ с, у середньому $16,5 \pm 0,08$ с. Частота кліпань, порівняно з попереднім часом навантаження суттєво не зменшилася і склала: на 93% (112 очей), від 10-20 р/хв., у середньому $15,5 \pm 0,2$ р/хв., на 7% (8 очей) < 10 р/хв., у середньому $9,5 \pm 0,1$ р/хв.

SURNAME, NAME Antonova, Sofia		ID
SEX F	BIRTH DATE 26/06/1996 (22)	ADDRESS , Poltava
DESCRIPTION Report of single value	EXAM Lipid layer	

Exam Report



Eye:	Date:	Value:
Left eye	22/04/2019 11:11	~30 nm - close meshwork
Right eye	22/04/2019 11:10	~30 nm - close meshwork
Left eye	22/04/2019 10:52	~30 nm - close meshwork
Right eye	22/04/2019 10:50	~30 nm - close meshwork

— Right eye — Left eye

Рис. 5.4. Показники товщини ліпідного шару слізної плівки, що не відрізнялися від початкових даних обстежених після 20 хвилин впливу комп'ютерних пристроїв.

Резюме.

Таким чином, вивчення якісних показників стану слізної плівки у користувачів комп'ютерними пристроями при різному часові навантаженні (до 1 години включно) продемонструвало, що із збільшення часового впливу електронних гаджетів на поверхню ока, стан слізної плівки погіршується. Значимі негативні зміни відмічені при 60 і 40 хвилинному комп'ютерному впливові. У випадку 30, а особливо 20 хвилин роботи за комп'ютером, зміни

ТЛШ, ВСМ і NIBUT виявлялися недостовірними, а отже негативних змін, практично, не відбувалося. При роботі 30 хвилин зменшувалась лише частота кліпань, що при тривалішій роботі призводило вже до достовірних відхилень показників слізної плівки.

Даний розділ висвітлений в матеріалах наступних публікацій:

1. Безкоровайна І.М. Аналіз слізної плівки при різній тривалості використання комп'ютерної техніки/ І.М.Безкоровайна, Дун Фан Хуї//Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії.- том 21, випуск 1(73), 2021. С.20-26

2. Безкоровайна І.М. Визначення безпечної тривалості використання компютерних пристроїв без впливу на слізну плівку/ І.М.Безкоровайна, Дун Фан Хуї//Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії.-том 22, №1, 2022, С.29-32

РОЗДІЛ 6

АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Аналіз даних літератури продемонстрував, що вплив роботи за комп'ютерами може приводити до погіршення стану слізної плівки, поверхні ока та розвиток хвороби сухого ока [57,58]. Проблема виникнення хвороби сухого ока у користувачів цифрової техніки активно вивчається в світі, але питання кількісно-якісних змін слізної плівки під дією випромінювання електронних гаджетів вивчено недостатньо і потребує подальшого дослідження. Визначення безпечного частового режиму роботи з комп'ютерною технікою з метою запобігання виникненню ХСО, є актуальною проблемою сучасної офтальмології. Тому, дослідження змін слізної плівки в залежності від часу проведеного за екраном комп'ютера є своєчасним та доцільним.

Літературні дані свідчать, що при кількості годин комп'ютерного впливу на день $5,96 \pm 2,5$, відбувається розвиток ХСО, порушується стабільність слізної плівки, яка в опублікованих даних була змінена у 97,2% обстежених суб'єктів, у 44,4% піддослідних були пошкодження очної поверхні, але водна слізна секреція була знижена лише у 26,9% досліджуваних [71]. Але автори описали лише загальний час проведений з цифровою технікою, а також не дали характеристики ліпідного шару слізної плівки, який захищає слізну плівку від висихання при низькій кількості кліпань у працюючих за комп'ютером. В групі офісних працівників, які увесь робочий день (6 годин) проводять за комп'ютерами, ми виявили, що всі вищенаведені показники набували найбільш вираженої різниці і порушувалися у 100% випадків. Товщина слізної плівки у обстежених офісних працівників стоншувалась за час робочого дня. Ми виявили помірні зміни (30-80 нм) ТЛШ виявлені в 25% випадків (34 ока), виражене стоншення ліпідного шару зафіксовано в 75% (102 ока), яке розподілилося на 30 нм у 51% (69 очей), 15 нм у 19% (26 ока), і найменш можлива товщин - <15 нм у 5% (7 очей) ($p < 0,05$). При цьому,

очна поверхня у переважної більшості обстежених демонструвала прояви та ознаки хвороби сухого ока різних ступенів. Останній факт підтвердив вище наведені літературні дані.

Але постало питання визначення безпечного часу роботи за комп'ютером, яким змушена користуватися переважна більшість працездатного населення у повсякденному житті і, практично, усі діти. Відповіді на це питання ми не знайшли в літературних джерелах.

В ході нашого дослідження, при вивченні впливу на поверхню ока роботи різної тривалості часу проведеного за комп'ютерними пристроями, була встановлена статистично достовірна залежність змін показників слізної плівки обстежених від часу проведеного за комп'ютерами (табл. 6.1.).

Табл.6.1.

Залежність змін показників слізної плівки від тривалості використання комп'ютерних пристроїв.

Тривалість	Показник	Частота збільшення порушень слізної плівки	Коефіцієнт кореляції, R
20 хвилин	Інтерферометрія	0% (n=0)	0 (p>0,05)
	Меніскометрія	0% (n=3)	0 (p>0,05)
	NIBUT	0% (n=2)	0 (p>0,05)
	LIPCOF	0% (n=0)	0 (p>0,05)
	Частота кліпань	3% (n=19)	0,11 (p>0,05)
30 хвилин	Інтерферометрія	5% (n=31)	0,21 (p>0,05)
	Меніскометрія	4% (n=25)	0,19 (p>0,05)

	NIBUT	4% (n=26)	0,19 (p>0,05)
	LIPCOF	0% (n=0)	0 (p>0,05)
	Частота кліпань	12% (n=78)	0,34 (p>0,05)
40 хвилин	Інтерферометрія	13% (n=83)	0,37 (p<0,05)
	Меніскометрія	11% (n=72)	0,32 (p<0,05)
	NIBUT	8% (n=53)	0,26 (p>0,05)
	LIPCOF	0% (n=0)	0 (p>0,05)
	Частота кліпань	26% (n=170)	0,61 (p<0,01)
60 хвилин	Інтерферометрія	16% (n=102)	0,51 (p<0,01)
	Меніскометрія	16% (n=107)	0,52 (p<0,01)
	NIBUT	14% (n=97)	0,5 (p<0,05)
	LIPCOF	0% (n=0)	0 (p<0,05)
	Частота кліпань	50% (n=333)	0,84 (p<0,01)

Достовірні кореляції змін якісних показників досягнуті при 40- та 60-хвилинному комп'ютерному навантаженні. Відповідно цей час використання електронних гаджетів призводить до погіршення стану слізної плівки, а значить і очної поверхні.

В доступній літературі описані загальні характеристики стану слізної плівки ока у користувачів цифрових пристроїв [64], вказано, що в цій популяції хвороба сухого ока розвивається частіше, але відсутні дані змін якісних характеристик слізної плівки, тому ми їх самостійно вивчили при допомозі інтерферометрії, надаючи обстежуваним дозоване комп'ютерне навантаження, шляхом читання будь-якого тексту за допомогою електронних

гаджетів. За даними літератури [109] нормальною вважається товщина слізної плівки більше 70 нм. Так, як усі обстежені мали індивідуальні характеристики якісних показників слізної плівки, у тому числі й товщини ліпідного шару, статистично доцільним було визначення відсотка погіршення конкретного показника після проведеного за екраном часу. В ході нашого дослідження було виявлено, що показники слізної плівки досліджуваних не змінювалися під впливом комп'ютерних пристроїв при роботі з ними 20 і 30 хвилин. Про це свідчить те, що через 20 хвилин цифрового навантаження, товщина ліпідного шару слізної плівки не відрізнялася від початкових даних обстежених ($p > 0,05$), не збільшилася ні кількість досліджуваних з порушеннями товщини ліпідного шару, ні ступені цих порушень. Також, виявлені після 20-хвилинної роботи за комп'ютерами меніскометричні зміни були статистично не достовірними ($p > 0,05$). Так, висота слізного меніску у середньому $0,18 \pm 0,03$ мм виявлена у 43% досліджуваних (52 ока), а у 57% (68 очей) залишилася в межах норми - у середньому $0,24 \pm 0,09$ мм. Неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT також, практично, не піддавався змінам і був аналогічним початковим показникам обстежених ($p > 0,05$). Візуальна оцінка тесту LIPCOF не змінювалася ($p > 0,05$), але й не могла характеризувати короткочасні впливи, так як означає дистрофічні зміни кон'юнктиви, що набуваються з часом.

Стабільність слізної плівки залишалась, як і при початковому обстеженні, виявлена у 49% обстежуваних (59 очей). З них: неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT ≤ 5 с виявився на 4% (5 очей) - у середньому $4,9 \pm 0,08$ с; на 45% (54 ока) < 10 с, у середньому $9,6 \pm 0,05$ с. Нормальні показники стабільності слізної плівки зафіксовано на 51% (61 око), з них: на 30% (36 очей) від 10 до 15 с, у середньому $12,8 \pm 0,01$ с; на 21% (25 очей) $\geq 15 - \leq 20$ с, у середньому $16,5 \pm 0,08$ с. Частота кліпань, порівняно з попереднім часом навантаження суттєво не зменшилася і склала: на 93% (112 очей), від 10-20 р/хв., у середньому $15,5 \pm 0,2$ р/хв., на 7% (8 очей) < 10 р/хв., у середньому $9,5 \pm 0,1$ р/хв.

І хоча, після 30 хвилинного впливу комп'ютерних пристроїв загальна кількість обстежених з помірним стоншенням ліпідного шару слізної плівки збільшилася на 5% від початкових даних, середньоарифметичні показники, практично, не відрізнялися від початкового рівня ($p > 0,05$), тому можна вважати, що 30 хвилин роботи з електронними гаджетами не впливають на товщину слізної плівки. Так само, кількість обстежених з патологічним показником слізного меніску збільшилися на 4% від початкових даних, але в загальній кількості обстежених достовірних змін виявлено не було ($p > 0,05$). Кількість обстежених з порушенням стабільності слізної плівки NIBUT збільшилася на 4% від початкових даних, але загальна популяція обстежених знову продемонструвала відсутність змін ($p > 0,05$). Також, в даній групі помірно збільшилася кількість обстежених з порушенням стабільності слізної плівки – 53% (59 очей). З них: неінвазивний час розриву слізної плівки NIBUT ≤ 5 с – на 4% (5 очей), у середньому $4,9 \pm 0,08$ с; на 49% (55 очей) < 10 с, у середньому $9,6 \pm 0,06$ с. Нормальні показники стабільності слізної плівки зафіксовано на 47% (53 очей), з них: на 31% (35 очей) $\geq 10 - \leq 15$ с, у середньому $11,9 \pm 0,03$ с; на 16% (18 очей) $\geq 15 - \leq 20$ с, у середньому $16,2 \pm 0,1$ с. На 25% (28 очей) виявлено ступінь LIPCOF-0, на 54% (61 око) – ступінь LIPCOF-1, на 21% (25 очей) – ступінь LIPCOF-2, ступінь LIPCOF-3 не було виявлено. Частота кліпань під час роботи за комп'ютером продовжувала зменшуватися: на 84% (94 ока) від 10-20 р/хв., у середньому $14,2 \pm 0,1$ р/хв., на 15% (17 очей) < 10 р/хв., на 1% очей (1 око) у середньому $9,2 \pm 0,04$ р/хв.

Після 40 хвилин впливу комп'ютерних пристроїв стала виявлятися достовірна різниця в товщині ліпідного шару слізної плівки до та після навантаження, зросла і кількість обстежених (71%, 95 очей) із виявленим стоншенням ліпідного шару. За ступенем стоншення - збільшилась кількість досліджуваних з помірним (30-80 нм) стоншенням ліпідного шару, їх стало 42% (56 очей). Кількість обстежених з патологічним показником слізного меніску збільшилися на 11% від початкових даних і середньоарифметичні показники продемонстрували достовірність змін ($p < 0,05$). Так, у 54%

обстежених (72 ока) висота слізного меніску склала у середньому $0,17 \pm 0,01$ мм. Також, збільшувалася кількість обстежених з порушенням стабільності слізної плівки – 57% (76 очей). Причому, $NIBUT \leq 5$ с (у середньому $4,7 \pm 0,02$ с) був виявлений у 5% досліджуваних (7 очей); у 52% (70 очей) < 10 с (у середньому $8,9 \pm 0,01$ с). Частота кліпань значно зменшилася: у 70% (94 ока) нараховувалося від 10-20 р/хв, у середньому $11,2 \pm 0,1$ р/хв, на 30% (40 очей) – < 10 р/хв, у середньому $8,3 \pm 0,02$ р/хв. Таким чином, 40-хвилинне комп'ютерне навантаження порушує гомеостаз слізної плівки.

Після 60 хвилин впливу комп'ютерних пристроїв кількість обстежених із стоншенням ліпідного шару слізної плівки зросла до 74% очей ($n=121$), причому найбільше – із значним ступенем потоншенням (30 нм і нижче) – до 32% ($n=53$) з достовірною зміною показників ($p < 0,01$). Кількість обстежених з патологічним показником слізного меніску збільшилась на 59% очей ($n=97$), де ВСМ середньому склала $0,17 \pm 0,02$ мм, на 41% очей ($n=67$) збереглися нормальні показники висоти слізного меніску $\geq 0,22$ мм, у середньому $0,23 \pm 0,01$ мм ($p < 0,05$). При дослідженні стабільності слізної плівки неінвазивний час розриву слізної плівки був ≤ 5 с – на 5% очей ($n=8$), у середньому $4,5 \pm 0,01$ с ($p < 0,05$); на 58% очей ($n=95$) < 10 с, у середньому $8,7 \pm 0,01$ с ($p < 0,05$), при цьому кількість обстежених з порушенням збільшилася на 14% від початкових даних. Частота кліпань зменшилася і на 46% очей ($n=75$), де була від 10 до 16 разів за хвилину, у середньому $10,4 \pm 0,01$ р/хв. ($p < 0,05$), а на 54% очей ($n=89$) нарахована < 10 р/хв., у середньому $7,8 \pm 0,02$ р/хв ($p < 0,05$). Всі ці дані свідчили про те, що 60-хвилинне комп'ютерне навантаження погіршує стан слізної плівки.

Дослідження часу розриву слізної плівки, що проводилося нами неінвазивно за даними кілець Пласідо в межах інтерферометрії, дало можливість більш точно, без токсичного впливу флуоресцеїну, встановити достовірний показник стабільності слізної плівки. За норму, згідно даних літератури, вважали результат ≥ 10 с [110]. Однак, після комп'ютерного навантаження з'являлись і досліджувані з часом розриву слізної плівки < 5 с.

Це було при 40-хвилинному (7 очей) та при 60-хвилинному (8 очей). Такий показник виник у обстежуваних, які вже на початковому етапі мали деякі порушення якості слізної плівки. Подібні спостереження викликали необхідність створення класифікації ймовірності виникнення хвороби сухого ока у користувачів комп'ютерної техніки (Авторське право на науковий твір №89680 від 06.09.2019). Згідно даної класифікації, існують високі рівні кореляції по дві сторони шкали оцінювання ТЛШ у приладі SBM ICP Tearscore. Ці клінічні спостереження ґрунтувалися на отриманих нами характеристиках слізної плівки і відповідають статистичним висновкам, розрахованим з усього набору даних. Згідно класифікації, до першої категорії увійшли особи з товщиною ліпідного шару слізної плівки вище 80 нм, неінвазивним часом розриву слізної плівки > 10 с і висотою слізного меніску $> 0,22$ мм. В такому випадку, при використанні електронних гаджетів у представників такої групи низька вірогідність виникнення хвороби сухого ока. У випадку, якщо встановлена товщина слізної плівки 30 -80 нм, а час розриву слізної плівки від 6 до 10 с – ці особи входять в другу категорію і при перевищенні часу перебування за гаджетами, мають помірну можливість виникнення у них хвороби сухого ока. Якщо ж товщина ліпідного шару слізної плівки особи складає < 30 нм, а час розриву слізної плівки ≤ 5 с, то ймовірність виникнення у неї хвороби сухого ока висока і такі пацієнти повинні отримувати медикаментозну підтримку при користуванні комп'ютерною технікою, навіть при відсутності у них ознак дегенеративних змін поверхні ока.

Стосовно висоти слізного меніску досліджувані розділились. Нормальні показники висоти слізного меніску біли лише при користуванні електронними гаджетами 20 і 30 хвилин. При 40-хвилинному навантаженні висота слізного меніску більше ніж у половини досліджуваних зменшилася у середньому до $0,17 \pm 0,01$, а при 60-хвилинному навантаженні виявлені очі з гіперсекрецією у відповідь на роботу за екраном комп'ютера. Тому в 47% із середнім показником ВСМ $0,23 \pm 0,02$ мм увійшли і досліджувані з

гіперсекрецією. У випадку ж обстеження офісних працівників після закінчення робочого дня, у 65% обстежених висота слізного меніску була від 0,25 - до 0,36 мм, в середньому $0,29 \pm 0,4$ мм, так само за рахунок наявності гіперсекреторних даних.

Проведені кореляційні дослідження між даними загальної слъозопродукції (шляхом проби Джонес) та ТЛШ продемонстрували сильний позитивний зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,72 з $p < 0,01$, а між даними NIBUT та ТЛШ сильний позитивний зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,72 при $p < 0,01$, що позитивно свідчило про оцінку якісного стану поверхні ока шляхом проведених досліджень.

Все вищевикладене дає можливість визначити безпечним, для стану слізної плівки, час безперервної роботи з електронними пристроями до 30 хвилин, після чого виникає необхідність у перерві, або використанні слъозозамінних засобів для продовження подальшої роботи, так як викликає зменшення частоти кліпань, стоншення ліпідного шару слізної плівки, порушення стабільності слізної плівки, негативні зміни слъозопродукції (зменшення висоти слізного меніску, а при тривалій роботі – гіперсекрецію), що в подальшому веде до дистрофічних змін очної поверхні з розвитком хвороби сухого ока.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і розв'язання наукового завдання, що полягає у з'ясуванні ролі кількісних та якісних показників слізної плівки у користувачів цифровими пристроями і встановленні безпечного зорового режиму роботи з цифровими пристроями

1. У обстежених працездатного віку (18 – 38 років) встановлено зниження товщини ліпідного шару слізної плівки від 15 до 80 нм у 58% випадків, зменшення висоти слізного меніску в 43% випадків, скорочення часу розриву слізної плівки в 49% випадків, порівняно з літературними даними.
2. У працівників, які проводять за комп'ютерами 6 годин протягом робочого дня, виявлено зниження товщини ліпідного шару слізної плівки у 100% випадків ($p < 0,01$), порушення висоти слізного меніска у 79% випадків ($p < 0,01$), скорочення часу розриву слізної плівки у 100% випадків ($p < 0,01$), порушення загальної сльозопродукції у 100% випадків ($p < 0,01$) та порушення частоти кліпань при роботі за комп'ютером у 93% випадків ($p < 0,01$), що свідчить про розвиток хвороби сухого ока та потребує медикаментозної корекції.
3. Вплив комп'ютерних пристроїв тривалістю до 30 хвилин не погіршує якісного складу слізної плівки, що є безпечним для роботи за комп'ютерними пристроями.
4. Вплив комп'ютерних пристроїв тривалістю більше 30 хвилин викликає стоншення ліпідного шару слізної плівки у 71% обстежених в діапазоні 15 – 70 нм ($p < 0,01$) та порушення стабільності слізної плівки у 57% обстежених, у середньому $8,9 \pm 0,01$ с ($p < 0,05$) за рахунок безпосереднього випромінювання електронних гаджетів і зменшення частоти кліпань ($p < 0,01$), що потребує перерви в роботі для відновлення нормального стану очної поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chang SW, Wu WL. Association between Dry Eye Parameters Depends on Tear Components. *J Clin Med*. 2022 May 28;11(11):3056. doi: 10.3390/jcm11113056.
2. Dor M, Eperon S, Lalive PH, Guex-Crosier Y, Hamedani M, Salvisberg C, Turck N. Investigation of the global protein content from healthy human tears. *Exp Eye Res*. 2019 Feb;179:64-74. doi: 10.1016/j.exer.2018.10.006.
3. Masoudi S. Biochemistry of human tear film: A review. *Exp Eye Res*. 2022 Jul;220:109101. doi: 10.1016/j.exer.2022.109101.
4. Yazdani M, Elgstøen KBP, Rootwelt H, Shahdadfar A, Utheim ØA, Utheim TP. Tear Metabolomics in Dry Eye Disease: A Review. *Int J Mol Sci*. 2019 Aug 1;20(15):3755. doi: 10.3390/ijms20153755.
5. Pflugfelder SC, Stern ME. Biological functions of tear film. *Exp Eye Res*. 2020 Aug;197:108115. doi: 10.1016/j.exer.2020.108115.
6. Weng HY, Ho WT, Chiu CY, Tsai TY, Chang SW. Characteristics of tear film lipid layer in young dry eye patients. *J Formos Med Assoc*. 2021 Jul;120(7):1478-1484. doi: 10.1016/j.jfma.2020.10.028.
7. Nagar S, Ajouz L, Nichols KK, Kumar S, Zhao C, Naidoo KK, Robinson MR. Relationship Between Human Meibum Lipid Composition and the Severity of Meibomian Gland Dysfunction: A Spectroscopic Analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2023 Jul 3;64(10):22. doi: 10.1167/iovs.64.10.22.
8. Shamloo K, Mistry P, Barbarino A, Ross C, Jhanji V, Sharma A. Differential Effect of Proinflammatory Cytokines on Corneal and Conjunctival Epithelial Cell Mucins and Glycocalyx. *Transl Vis Sci Technol*. 2021 Jun 1;10(7):17. doi: 10.1167/tvst.10.7.17.
9. Ablamowicz AF, Nichols JJ. Ocular Surface Membrane-Associated Mucins. *Ocul Surf*. 2016 Jul;14(3):331-41. doi: 10.1016/j.jtos.2016.03.003.
10. Doctor MB, Basu S. Lacrimal Gland Insufficiency in Aqueous Deficiency Dry Eye Disease: Recent Advances in Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment.

- Semin Ophthalmol. 2022 Oct-Nov;37(7-8):801-812. doi: 10.1080/08820538.2022.2075706.
11. Cwiklik L. Tear film lipid layer: A molecular level view. *Biochim Biophys Acta*. 2016 Oct;1858(10):2421-2430. doi: 10.1016/j.bbamem.2016.02.020.
 12. Millar TJ, Schuett BS. The real reason for having a meibomian lipid layer covering the outer surface of the tear film - A review. *Exp Eye Res*. 2015 Aug;137:125-38. doi: 10.1016/j.exer.2015.05.002.
 13. Yokoi N, Georgiev GA. Tear-film-oriented diagnosis for dry eye. *Jpn J Ophthalmol*. 2019 Mar;63(2):127-136. doi: 10.1007/s10384-018-00645-4.
 14. King-Smith PE, Fink BA, Nichols JJ, Nichols KK, Braun RJ, McFadden GB. The contribution of lipid layer movement to tear film thinning and breakup. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009 Jun;50(6):2747-56. doi: 10.1167/iovs.08-2459.
 15. Sabeti S, Kheirkhah A, Yin J, Dana R. Management of meibomian gland dysfunction: a review. *Surv Ophthalmol*. 2020 Mar-Apr;65(2):205-217. doi: 10.1016/j.survophthal.2019.08.007.
 16. Rolando M, Merayo-Llodes J. Management Strategies for Evaporative Dry Eye Disease and Future Perspective. *Curr Eye Res*. 2022 Jun;47(6):813-823. doi: 10.1080/02713683.2022.2039205.
 17. Khanna RK, Catanese S, Emond P, Corcia P, Blasco H, Pisella PJ. Metabolomics and lipidomics approaches in human tears: A systematic review. *Surv Ophthalmol*. 2022 Jul-Aug;67(4):1229-1243. doi: 10.1016/j.survophthal.2022.01.010.
 18. Butovich IA. Meibomian glands, meibum, and meibogenesis. *Exp Eye Res*. 2017 Oct;163:2-16. doi: 10.1016/j.exer.2017.06.020.
 19. Kumar NR, Praveen M, Narasimhan R, Khamar P, D'Souza S, Sinha-Roy A, Sethu S, Shetty R, Ghosh A. Tear biomarkers in dry eye disease: Progress in the last decade. *Indian J Ophthalmol*. 2023 Apr;71(4):1190-1202. doi: 10.4103/IJO.IJO_2981_22.

20. Narang P, Donthineni PR, D'Souza S, Basu S. Evaporative dry eye disease due to meibomian gland dysfunction: Preferred practice pattern guidelines for diagnosis and treatment. *Indian J Ophthalmol*. 2023 Apr;71(4):1348-1356. doi: 10.4103/IJO.IJO_2841_22.
21. Schmidl D, Schlatter A, Chua J, Tan B, Garhöfer G, Schmetterer L. Novel Approaches for Imaging-Based Diagnosis of Ocular Surface Disease. *Diagnostics (Basel)*. 2020 Aug 13;10(8):589. doi: 10.3390/diagnostics10080589.
22. Green-Church KB, Butovich I, Willcox M, Borchman D, Paulsen F, Barabino S, Glasgow BJ. The international workshop on meibomian gland dysfunction: report of the subcommittee on tear film lipids and lipid-protein interactions in health and disease. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011 Mar 30;52(4):1979-1993. doi: 10.1167/iovs.10-6997d.
23. Amano S, Shimazaki J, Yokoi N, Hori Y, Arita R; Committee for Meibomian Gland Dysfunction Clinical Practice Guidelines. Meibomian Gland Dysfunction Clinical Practice Guidelines. *Jpn J Ophthalmol*. 2023 Jul;67(4):448-539. doi: 10.1007/s10384-023-00995-8.
24. Rolando M, Zierhut M, Barabino S. Should We Reconsider the Classification of Patients with Dry Eye Disease. *Ocul Immunol Inflamm*. 2021 Apr 3;29(3):521-523. doi: 10.1080/09273948.2019.1682618.
25. Greiner JV, Ying GS, Pistilli M, Maguire MG, Asbell PA. Association of Tear Osmolarity With Signs and Symptoms of Dry Eye Disease in the Dry Eye Assessment and Management (DREAM) Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2023 Jan 3;64(1):5. doi: 10.1167/iovs.64.1.5.
26. Lam SM, Tong L, Reux B, Duan X, Petznick A, Yong SS, Khee CB, Lear MJ, Wenk MR, Shui G. Lipidomic analysis of human tear fluid reveals structure-specific lipid alterations in dry eye syndrome. *J Lipid Res*. 2014 Feb;55(2):299-306. doi: 10.1194/jlr.P041780.

27. Rantamäki AH, Seppänen-Laakso T, Oresic M, Jauhiainen M, Holopainen JM. Human tear fluid lipidome: from composition to function. *PLoS One*. 2011 May 5;6(5):e19553. doi: 10.1371/journal.pone.0019553.
28. Zemanová M. Dry eye disease .A review. *Cesk Slov Oftalmol*. 2021 Winter; 77(3):107–119. English. doi: 10.31348/2020/29. PMID: 34107689.
29. Willcox MDP, Argüeso P, Georgiev GA, Holopainen JM, Laurie GW, Millar TJ, Papas EB, Rolland JP, Schmidt TA, Stahl U, Suarez T, Subbaraman LN, Uçakhan OÖ, Jones L. TFOS DEWS II Tear Film Report. *Ocul Surf*. 2017 Jul; 15(3): 366-403. doi: 10.1016/j.jtos.2017.03.006.
30. Rolando M, Valente C. Establishing the tolerability and performance of tamarind seed polysaccharide (TSP) in treating dry eye syndrome: results of a clinical study. *BMC Ophthalmol*. 2007 Mar 29;7:5. doi: 10.1186/1471-2415-7-5.
31. Cai Y, Wei J, Zhou J, Zou W. Prevalence and Incidence of Dry Eye Disease in Asia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmic Res*. 2022;65(6):647-658. doi: 10.1159/000525696.
32. Kuo YK, Lin IC, Chien LN, Lin TY, How YT, Chen KH, Dusting GJ, Tseng CL. Dry Eye Disease: A Review of Epidemiology in Taiwan, and its Clinical Treatment and Merits. *J Clin Med*. 2019 Aug 15;8(8):1227. doi: 10.3390/jcm8081227.
33. Han SB, Liu YC, Mohamed-Noriega K, Tong L, Mehta JS. Objective Imaging Diagnostics for Dry Eye Disease. *J Ophthalmol*. 2020 Jul 22;2020:3509064. doi: 10.1155/2020/3509064. eCollection 2020.
34. Stapleton F, Alves M, Bunya VY, Jalbert I, Lekhanont K, Malet F, Na KS, Schaumberg D, Uchino M, Vehof J, Viso E, Vitale S, Jones L. TFOS DEWS II Epidemiology Report. *Ocul Surf*. 2017 Jul;15(3):334-365. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.003.
35. Mai ELC, Lin CC, Lian I, Liao R, Chen M, Chang C. Population-based study on the epidemiology of dry eye disease and its association with presbyopia and

- other risk factors. *Int Ophthalmol.* 2019 Dec;39 (12):2731-2739. doi: 10.1007/s10792-019-01117-5.
36. Vidal-Rohr M, Craig JP, Davies LN, Wolffsohn JS. The epidemiology of dry eye disease in the UK: The Aston dry eye study. *Cont Lens Anterior Eye.* 2023 Jun; 46 (3):101837. doi: 10.1016/j.clae.2023.101837.
37. Nelson JD, Craig JP, Akpek EK, Azar DT, Belmonte C, Bron AJ, Clayton JA, Dogru M, Dua HS, Foulks GN, Gomes JAP, Hammitt KM, Holopainen J, Jones L, Joo CK, Liu Z, Nichols JJ, Nichols KK, Novack GD, Sangwan V, Stapleton F, Tomlinson A, Tsubota K, Willcox MDP, Wolffsohn JS, Sullivan DA. TFOS DEWS II Introduction. *Ocul Surf.* 2017 Jul; 15 (3):269-2 doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.005.
38. McCann P, Abraham AG, Mukhopadhyay A, Panagiotopoulou K, Chen H, Rittiphairoj T, Gregory DG, Hauswirth SG, Ifantides C, Qureshi R, Liu SH, Saldanha IJ, Li T. Prevalence and Incidence of Dry Eye and Meibomian Gland Dysfunction in the United States: A Systematic Review and Meta-analysis. *AMA Ophthalmol.* 2022 Dec 1; 140 (12):1181-1192. doi: 10.1001/jamaophthalmol.
39. Paulsen AJ, Cruickshanks KJ, Fischer ME, Huang GH, Klein BE, Klein R, Dalton DS. Dry eye in the beaver dam offspring study: prevalence, risk factors, and health-related quality of life. *Am J Ophthalmol.* 2014 Apr;157(4):799-806. doi: 10.1016/j.ajo.2013.12.023.
40. Tan LL, Morgan P, Cai ZQ, Straughan RA. Prevalence of and risk factors for symptomatic dry eye disease in Singapore. *Clin Exp Optom.* 2015 Jan;98(1):45-53. doi: 10.1111/cxo.12210.
41. Papas EB. The global prevalence of dry eye disease: A Bayesian view. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2021 Nov;41(6):1254-1266. doi: 10.1111/opo.12888.

42. Sheppard AL, Wolffsohn JS. Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmol*. 2018 Apr 16;3(1):e000146. doi: 10.1136/bmjophth-2018-000146.
43. Vehof J, Kozareva D, Hysi PG, Hammond CJ. Prevalence and risk factors of dry eye disease in a British female cohort. *Br J Ophthalmol*. 2014 Dec;98(12):1712-1717. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305201.
44. Tsubota K, Yokoi N, Shimazaki J, Watanabe H, Dogru M, Yamada M, Kinoshita S, Kim HM, Tchah HW, Hyon JY, Yoon KC, Seo KY, Sun X, Chen W, Liang L, Li M, Liu Z; Asia Dry Eye Society. New Perspectives on Dry Eye Definition and Diagnosis: A Consensus Report by the Asia Dry Eye Society. *Ocul Surf*. 2017 Jan; 15(1):65-76. doi: 10.1016/j.jtos.2016.09.003.
45. Abdulmannan DM, Naser AY, Ibrahim OK, Mahmood AS, Alyoussef Alkrad J, Sweiss K, Alrawashdeh HM, Kautsar AP. Visual health and prevalence of dry eye syndrome among university students in Iraq and Jordan. *BMC Ophthalmol*. 2022 Jun 14;22(1):265. doi: 10.1186/s12886-022-02485-w.
46. Reddy P, Grad O, Rajagopalan K. The economic burden of dry eye: a conceptual framework and preliminary assessment. *Cornea*. 2004 Nov; 23(8):751-61. doi: 10.1097/01.ico.0000134183.47687.
47. Yang W, Luo Y, Wu S, Niu X, Yan Y, Qiao C, Ming W, Zhang Y, Wang H, Chen D, Qi M, Ke L, Wang Y, Li L, Li S, Zeng Q. Estimated Annual Economic Burden of Dry Eye Disease Based on a Multi-Center Analysis in China: A Retrospective Study. *Front Med (Lausanne)*. 2021 Dec 1; 8:771352. doi: 10.3389/fmed.2021.771352.
48. Uchino M. What We Know About the Epidemiology of Dry Eye Disease in Japan. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018 Nov 1; 59(14):DES1-DES6. doi: 10.1167/iovs.17-23491.
49. Uchino M, Uchino Y, Dogru M, Kawashima M, Yokoi N, Komuro A, Sonomura Y, Kato H, Kinoshita S, Schaumberg DA, Tsubota K. Dry eye disease and work productivity loss in visual display users: the Osaka study. *Am J Ophthalmol*. 2014 Feb;157(2):294-300. doi: 10.1016/j.ajo.2013.10.014.

50. Wolffsohn JS, Lingham G, Downie LE, Huntjens B, Inomata T, Jivraj S, Kobia-Acquah E, Muntz A, Mohamed-Noriega K, Plainis S, Read M, Sayegh RR, Singh S, Utheim TP, Craig JP. TFOS Lifestyle: Impact of the digital environment on the ocular surface. *Ocul Surf.* 2023 Apr; 28:213-252. doi: 10.1016/j.jtos.2023.04.004.
51. Um SB, Kim NH, Lee HK, Song JS, Kim HC. Spatial epidemiology of dry eye disease: findings from South Korea. *Int J Health Geogr.* 2014 Aug 15;13:31. doi: 10.1186/1476-072X-13-31.
52. Hashemi H, Khabazkhoob M, Kheirikhah A, Emamian MH, Mehravaran S, Shariati M, Fotouhi A. Prevalence of dry eye syndrome in an adult population. *Clin Exp Ophthalmol.* 2014 Apr;42(3): 242-248. doi: 10.1111/ceo.12183.
53. Malet F, Le Goff M, Colin J, Schweitzer C, Delyfer MN, Korobelnik JF, Rougier MB, Radeau T, Dartigues JF, Delcourt C. Dry eye disease in French elderly subjects: the Alienor Study. *Acta Ophthalmol.* 2014 Sep; 92(6):e429-436. doi: 10.1111/aos.12174.
54. Vehof J, Utheim TP, Bootsma H, Hammond CJ. Advances, limitations and future perspectives in the diagnosis and management of dry eye in Sjögren's syndrome. *Clin Exp Rheumatol.* 2020 Jul-Aug;38 Suppl 126(4): 301-309.
55. Rodríguez LJ, Vargas Rodríguez LJ, Espitia Lozano N, de la Peña Triana HM, Vargas Vargas JL, Mogollón Botía DM, Pobre Vinasco AM, Tristancho Rincón MA, Acosta Pérez CA, Sarria Carreño MC, Contento Suescun G. Computer visual syndrome in university students in times of pandemic. *Arch Soc Esp Ophthalmol (Engl Ed).* 2023 Feb; 98(2): 72-77. doi: 10.1016/j.oftale.2022.08.009.
56. Ketil F. Fjaervoll K, Fjaervoll H, Magno M, Nøland ST, Dartt DA, Vehof J, Utheim TP. Review on the possible pathophysiological mechanisms underlying visual display terminal-associated dry eye disease. *Acta Ophthalmol.* 2022 Dec; 100(8): 861-877. doi: 10.1111/aos.15150.
57. Auffret E, Mielcarek M, Bourcier T, Delhommais A, Speeg-Schatz C, Sauer A. Digital eye strain. Functional symptoms and binocular balance analysis in

- intensive digital users. *J Fr Ophthalmol.* 2022 Apr; 45(4):438-445. doi: 10.1016/j.jfo.2020.10.026.
58. Hongyu D, Duan H, Yang T, Zhou Y, Ma B, Zhao L, Chen J, Qi H. Comparison of mucin levels at the ocular surface of visual display terminal users with and without dry eye disease. *BMC Ophthalmol.* 2023 Apr 28;23(1): 189. doi: 10.1186/s12886-023-02931-3.
59. Ahmet AB, Bilgic AA, Kocabeyoglu S, Dikmetas O, Tan C, Karakaya J, Irkec M. Influence of video display terminal use and meibomian gland dysfunction on the ocular surface and tear neuromediators. *Int Ophthalmol.* 2023 May; 43(5):1537-1544. doi: 10.1007/s10792-022-02549-2.
60. Talens-Estarellles C, García-Marqués JV, Cerviño A, García-Lázaro S. Determining the Best Management Strategy for Preventing Short-Term Effects of Digital Display Use on Dry Eyes. *Eye Contact Lens.* 2022 Oct 1;48(10):416-423. doi: 10.1097/ICL.0000000000000921.
61. Kamøy B, Magno M, Nøland ST, Moe MC, Petrovski G, Vehof J, Utheim TP. Video display terminal use and dry eye: preventive measures and future perspectives. *Acta Ophthalmol.* 2022 Nov; 100(7):723-739. doi: 10.1111/aos.15105.
62. Golebiowski B, Long J, Harrison K, Lee A, Chidi-Egboka N, Asper L. Smartphone Use and Effects on Tear Film, Blinking and Binocular Vision. *Curr Eye Res.* 2020 Apr; 45(4):428-434. doi: 10.1080/02713683.2019.1663542.
63. Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, Caffery B, Dua HS, Joo CK, Liu Z, Nelson JD, Nichols JJ, Tsubota K, Stapleton F. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *Ocul Surf.* 2017 Jul; 15(3):276-283. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.008.
64. Al-Mohtaseb Z, Schachter S, Shen Lee B, Garlich J, Trattler W. The Relationship Between Dry Eye Disease and Digital Screen Use. *Clin Ophthalmol.* 2021 Sep 10; 15:3811-3820. doi: 10.2147/OPTH.S321591.

65. Mehra D, Galor A. Digital Screen Use and Dry Eye: A Review. *Asia Pac J Ophthalmol* (Phila). 2020 Dec; 9(6):491-497. doi: 10.1097/APO.0000000000000328.
66. Jaiswal S, Asper L, Long J, Lee A, Harrison K, Golebiowski B. Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: what we do and do not know. *Clin Exp Optom*. 2019 Sep; 102(5):463-477. doi: 10.1111/cxo.12851.
67. Kim DJ, Lim CY, Gu N, Park CY. Visual Fatigue Induced by Viewing a Tablet Computer with a High-resolution Display. *Korean J Ophthalmol*. 2017 Oct; 31(5):388-393. doi: 10.3341/kjo.2016.0095.
68. Tian YJ, Liu Y, Zou HD, Jiang YJ, Liang XQ, Sheng MJ, Li B, Xu X. Epidemiologic study of dry eye in populations equal or over 20 years old in Jiangning District of Shanghai. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2009 Jun; 45(6):486-91. Chinese.
69. Talens-Estarellles C, García-Marqués JV, Cerviño A, García-Lázaro S. Ocular surface predisposing factors for digital display-induced dry eye. *Clin Exp Optom*. 2023 May; 106(4):373-379. doi: 10.1080/08164622.2022.2048173.
70. Kim H, Yang HK, Seo JM, Lee S, Hwang JM. Effect of Ultra-high-definition Television on Ocular Surface and Fatigue. *Korean J Ophthalmol*. 2020 Oct; 34(5):367-374. doi: 10.3341/kjo.2020.0032.
71. Sánchez-Valerio MDR, Mohamed-Noriega K, Zamora-Ginez I, Baez Duarte BG, Vallejo-Ruiz V. Dry Eye Disease Association with Computer Exposure Time Among Subjects with Computer Vision Syndrome. *Clin Ophthalmol*. 2020 Dec 8; 14:4311-4317. doi: 10.2147/OPTH.S252889.
72. The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocul Surf*. 2007 Apr; 5(2):75-92. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70081-2.
73. Methodologies to diagnose and monitor dry eye disease: report of the Diagnostic Methodology Subcommittee of the International Dry Eye

- WorkShop (2007). *Ocul Surf.* 2007 Apr; 5(2):108-152. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70083-6.
74. McMonnies CW. Aqueous deficiency is a contributor to evaporation-related dry eye disease. *Eye Vis (Lond)*. 2020 Feb 1;7:6. doi: 10.1186/s40662-019-0172-z.
75. Ruopp MD, Perkins NJ, Whitcomb BW, Schisterman EF. Youden Index and optimal cut-point estimated from observations affected by a lower limit of detection. *Biom J.* 2008 Jun; 50(3):419-30. doi: 10.1002/bimj.200710415.
76. Köksoy Vayısoğlu S, Öncü E, Dursun Ö, Dinç E. Investigation of Dry Eye Symptoms in Lecturers by Ocular Surface Disease Index. *Turk J Ophthalmol.* 2019 Jun 27; 49(3): 142-148. doi: 10.4274/tjo.galenos.2018.67915.
77. Pena-Verdeal H, Garcia-Queiruga J, Sabucedo-Villamarin B, Giraldez MJ, García-Resúa C, Yebra-Pimentel E. Capability of the Inter-Eye Differences in Osmolarity, Break-Up Time and Corneal Staining on the Diagnostic of Dry Eye. *Ocul Immunol Inflamm.* 2023 Dec 5:1-8. doi: 10.1080/09273948.2023.2285449.
78. Kojima T, Dogru M, Kawashima M, Nakamura S, Tsubota K. Advances in the diagnosis and treatment of dry eye. *Prog Retin Eye Res.* 2020 Jan 29: 100842. doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100842.
79. Jung HH, Ji YS, Oh HJ, Yoon KC. Higher order aberrations of the corneal surface after laser subepithelial keratomileusis. *Korean J Ophthalmol.* 2014 Aug; 28(4):285-291. doi: 10.3341/kjo.2014.28.4.285.
80. Sánchez-Brau M, Seguí-Crespo M, Cantó-Sancho N, Tauste A, Ramada JM. What Are the Dry Eye Questionnaires Available in the Scientific Literature Used for? A Scoping Review. *Am J Ophthalmol.* 2023 Feb;246: 174-191. doi: 10.1016/j.ajo.2022.10.019.
81. Robin M, Liang H, Baudouin C, Labbé A. In vivo Meibomian gland imaging techniques: A review of the literature. *J Fr Ophtalmol.* 2020 Apr; 43(4):e123-e131. doi: 10.1016/j.jfo.2019.11.003.

82. Fatima A, Vadla P, Konda N. Changes in the tear film and meibomian gland morphology between preclinical dry eye and normal subjects represented by ocular surface disease index scores. *Exp Eye Res.* 2022 Sep; 222:109188. doi: 10.1016/j.exer.2022.109188.
83. Okumura Y, Inomata T, Iwata N, Sung J, Fujimoto K, Fujio K, Midorikawa-Inomata A, Miura M, Akasaki Y, Murakami A. A Review of Dry Eye Questionnaires: Measuring Patient-Reported Outcomes and Health-Related Quality of Life. *Diagnostics (Basel).* 2020 Aug 5; 10(8):559. doi: 10.3390/diagnostics10080559.
84. González-Pérez M, Susi R, Antona B, Barrio A, González E. The Computer-Vision Symptom Scale (CVSS17): development and initial validation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014 Jun 17; 55(7):4504-4511. doi: 10.1167/iovs.13-13818..
85. Al-Marri K, Al-Qashoti M, Al-Zoqari H, Elshaikh U, Naqadan A, Saeed R, Faraj J, Shraim M. The relationship between smartphone use and dry eye disease: A systematic review with a narrative synthesis. *Medicine (Baltimore).* 2021 Sep 24; 100(38): e27311. doi: 10.1097/MD.00000000000027311.
86. Tóth N, Szalai E, Rák T, Lillik V, Nagy A, Csutak A. Reliability and clinical applicability of a novel tear film imaging tool. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021 Jul; 259(7): 1935-1943. doi: 10.1007/s00417-021-05162-8.
87. Mooi JK, Wang MTM, Lim J, Müller A, Craig JP. Minimising instilled volume reduces the impact of fluorescein on clinical measurements of tear film stability. *Cont Lens Anterior Eye.* 2017 Jun; 40(3):170-174. doi: 10.1016/j.clae.2017.01.004.
88. Kim KT, Kim JH, Kong YT, Chae JB, Hyung S. Reliability of a new modified tear breakup time method: dry tear breakup time. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2015 Aug; 253(8): 1355-1361. doi: 10.1007/s00417-015-3080-5.
89. Valerio MRS. Current Diagnostic Tests for Dry Eye Disease in Sjögren's Syndrome. *Eye Diseases - Recent Advances, New Perspectives and Therapeutic Options.* 2022 Feb; 8:103671. doi: 10.5772/intechopen.103671.

90. Ramos L, Barreira N, Mosquera A, Penedo MG, Yebra-Pimentel E, García-Resúa C. Analysis of parameters for the automatic computation of the tear film break-up time test based on CCLRU standards. *Comput Methods Programs Biomed.* 2014 Mar; 113(3): 715-724. doi: 10.1016/j.cmpb.2013.12.003.
91. Brahim I, Lamard M, Benyoussef AA, Quellec G. Automation of dry eye disease quantitative assessment: A review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2022 Aug; 50(6): 653-666. doi: 10.1111/ceo.14119.
92. Wang MT, Murphy PJ, Blades KJ, Craig JP. Comparison of non-invasive tear film stability measurement techniques. *Clin Exp Optom.* 2018 Jan; 101(1): 13-17. doi: 10.1111/cxo.12546.
93. Doğan AŞ, Gürdal C, Köylü MT. Does Dry Eye Affect Repeatability of Corneal Topography Measurements? *Turk J Ophthalmol.* 2018 Apr; 48(2): 57-60. doi: 10.4274/tjo.10179.
94. Shimazaki J. Definition and Diagnostic Criteria of Dry Eye Disease: Historical Overview and Future Directions. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2018 Nov 1;59(14): DES7-DES12. doi: 10.1167/iovs.17-234
95. Heidari M, Noorizadeh F, Wu K, Inomata T, Mashaghi A. Dry Eye Disease: Emerging Approaches to Disease Analysis and Therapy. *J Clin Med.* 2019 Sep 11; 8(9): 1439. doi: 10.3390/jcm8091439.
96. Vidas Pauk S, Petriček I, Jukić T, Popović-Suić S, Tomić M, Kalauz M, Jandroković S, Masnec S. Noninvasive Tear Film Break-up Time Assessment Using Handheld Lipid Layer Examination Instrument. *Acta Clin Croat.* 2019 Mar;58(1): 63-71. doi: 10.20471/acc.2019.58.01.09.
97. Kusada N, Yokoi N, Kato H, Furusawa Y, Sakai R, Sotozono C. Evaluation of Dry Eye With Videokeratographer Using a Newly Developed Indicator. *Am J Ophthalmol.* 2023 Aug; 252:135-146. doi: 10.1016/j.ajo.2023.03.023.
98. Saboo US, Amparo F, Abud TB, Schaumberg DA, Dana R. Vision-Related Quality of Life in Patients with Ocular Graft-versus-Host Disease.

- Ophthalmology. 2015 Aug; 122(8):1669-1674. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.04.011.
99. Tavakoli A, Markoulli M, Flanagan J, Papas E. The validity of point of care tear film osmometers in the diagnosis of dry eye. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2022 Jan; 42(1):140-148. doi: 10.1111/opo.12901.
100. Wang Y, Xu Z, Gong Q, Ren W, Chen L, Lu F, Hu L. The Role of Different Tear Volume Detection Methods in the Evaluation and Diagnosis of Mild Dry Eye Disease. *Transl Vis Sci Technol.* 2022 Mar 2; 11(3):15. doi: 10.1167/tvst.11.3.15.
101. Niedernolte B, Trunk L, Wolffsohn JS, Pult H, Bandlitz S. Evaluation of tear meniscus height using different clinical methods. *Clin Exp Optom.* 2021 Jul; 104(5):583-588. doi: 10.1080/08164622.2021.1878854.
102. Imamura H, Tabuchi H, Nakakura S, Nagasato D, Baba H, Kiuchi Y. Usability and reproducibility of tear meniscus values generated via swept-source optical coherence tomography and the slit lamp with a graticule method. *Int Ophthalmol.* 2018 Apr; 38(2):679-686. doi: 10.1007/s10792-017-0517-3.
103. Wan C, Hua R, Guo P, Lin P, Wang J, Yang W, Hong X. Measurement method of tear meniscus height based on deep learning. *Front Med (Lausanne).* 2023 Feb 14; 10:1126754. doi: 10.3389/fmed.2023.1126754.
104. Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R, Djalilian A, Dogru M, Dumbleton K, Gupta PK, Karpecki P, Lazreg S, Pult H, Sullivan BD, Tomlinson A, Tong L, Villani E, Yoon KC, Jones L, Craig JP. TFOS DEWS II Diagnostic Methodology report. *Ocul Surf.* 2017 Jul; 15(3):539-574. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.001.
105. Yao YN, Di D, Yuan ZC, Wu L, Hu B. Schirmer Paper Noninvasive Microsampling for Direct Mass Spectrometry Analysis of Human Tears. *Anal Chem.* 2020 May 5; 92(9):6207-6212. doi: 10.1021/acs.analchem.9b05078.

106. Markoulli M, Gokhale M, You J. Substance P in Flush Tears and Schirmer Strips of Healthy Participants. *Optom Vis Sci*. 2017 Apr; 94(4):527-533. doi: 10.1097/OPX.0000000000001040.
107. Shrinkhal, Verma R, Singh A. Diagnosis of Dry Eye [Internet]. *Dry Eye Syndrome - Modern Diagnostic Techniques and Advanced Treatments*. Intech Open; 2022. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.98479>
108. Li N, Deng XG, He MF. Comparison of the Schirmer I test with and without topical anesthesia for diagnosing dry eye. *Int J Ophthalmol*. 2012; 5(4):478-81. doi: 10.3980/j.issn.2222-3959.2012.04.14.
109. Abdelfattah NS, Dastiridou A, Sadda SR, Lee OL. Noninvasive imaging of tear film dynamics in eyes with ocular surface disease. *Cornea*. 2015 Oct; 34 Suppl 10:S48-52. doi: 10.1097/ICO.0000000000000570.
110. Fuller D.G. Noninvasive tear breakup times and ocular surface disease / D. G. Fuller, K. Potts, J. Kim. // *Optom Vis Sci* [[PUBMED](#)] – 2018 – 90 – P. 1086 – 1091

ДОДАТКИ





УКРАЇНА

(19) UA (11) 140135 (13) U

(51) МПК (2020.01)

A61B 3/10 (2006.01)

A61B 3/14 (2006.01)

A61F 9/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2019 06854	(72) Визначення: Безкороваяна Ірина Миколаївна (UA), Дун Фан Хуї (UA), Наконечний Денис Олександрович (UA), Безкороваяна Анна Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.06.2019	(73) Власник(и): УКРАЇНСЬКА МЕДИЧНА СТОМАТОЛОПІЧНА АКАДЕМІЯ, вул. Шевченка, 23, м. Полтава, 36011 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2020	
(46) Публікація відомостей про видану патенту: 10.02.2020, Бюл.№ 3	

(54) СПОСІБ КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ ХВОРОБИ СУХОГО ОКА

(57) Реферат:

Спосіб комплексної діагностики хвороби сухого ока включає проведення тесту Ширмера I-II. Попередньо додатково проводять інтерферометричний вимір товщини ліпідного шару слізної плівки, під збільшенням з попередньо відзнятого фото здійснюють вимір слізного маніока з подальшим визначенням неінвазивного часу розриву слізної плівки Non-invasive break-up time (NIBUT).

UA 140135 U

Корисна модель належить до медицини, а саме до офтальмології, та може бути використана як спосіб діагностики хвороби сухого ока.

Хвороба сухого ока є хронічним станом, що вражає мільйони людей по всьому світу. Поширеність хвороби сухого ока становить від 5 до 50%. Широкий діапазон зумовлений відсутністю єдиного стандарту для діагностики цього захворювання. Автори частіше описують хворобу сухого ока, як стан, що розвивається у людей старшого віку, однак, останні роботи підкреслюють демографічний аспект хвороби сухого ока. Цьому сприяють мультигенеративний спосіб життя, носіння контактних лінз, наслідки рефракційних операцій, стреси та інше, що робить молодь також потенційними пацієнтами лікаря-офтальмолога. Крім цього, у визначенні істинного стану слізної плівки є значні труднощі, що призводять справлений стан поверхні ока. Вони полягають у компенсації біохімічних змін компонентів слізної плівки гіперсекрецією слюзи та впливом діалітичних бар'єрів на час розриву слізної плівки, що призводить до отримання збилюватиманих результатів стандартними методами дослідження. Одним із найсучасніших методів оцінки якості та товщини ліпідного шару слізної плівки в усьому світі вважається інтерферометрія. Однак, проведений аналіз по патентних і науково-технічних джерелах інформації показав відсутність даних комплексної діагностики хвороби сухого ока з урахуванням кореляційної залежності кількісно-якісних показників слізної плівки, отже запропонований спосіб їх встановлення – не відомий.

У світі відомі такі способи встановлення хвороби сухого ока: шляхом визначення рівня альбуміну в зразку слюзи, що дозволяє класифікувати тип хвороби сухого ока в залежності від демографічних даних особи з перерахунком результату в бальну шкалу та подальшим обчисленням оцінки ймовірності виникнення хвороби сухого ока. Згідно з даними авторів, хвороба сухого ока діагностується при оцінці ймовірності від 50 до 60% [Пат. 179083 A2 IL, МПК C12Q 1/37; G06F 19/20. METHOD FOR MEASURING TEAR CONSTITUENTS IN A TEAR SAMPLE / Sommer Astma, Faktor Oculi, Elst Eran; Заявник та патентовласник: DIAGNOSTEARS, LTD. (IL); заявл. 02.05.2016 р., опубл. 10.11.2016 р.]; шляхом проведення інтерферометрії слізної плівки для виявлення порушень товщини ліпідного шару і, таким чином, встановлення причини виникнення хвороби сухого ока [Пат. 008545017 B2 US, МПК A61B 3/14; A61B 3/10, OCULAR SURFACE INTERFEROMETRY (OSI) METHODS FOR IMAGING, PROCESSING, AND/OR DISPLAYING AN OCULAR TEAR FILM / D.R. Korb, W.L. Weber, R.B. Chinnock, B.T. Gravelly, S.M. Grillon; Заявник та патентовласник: TEARSCIENCE INC., MORRISVILLE, NC (US); заявл. 01.04.2010, опубл. 01.10.2013 р.]; шляхом кінетичного розриву слізної плівки з урахуванням часу та використанням бар'єрів, що дозволяє встановити причину хвороби сухого ока [Пат. 008733937B2 US, МПК A61B 3/00. METHODS AND DEVICES FOR MEASURING TEAR FILM AND DIAGNOSING TEAR DISORDERS / S. Huth; D. Tran; Заявник та патентовласник: ABBOTT MEDICAL OPTICS INC., SANTA ANA, CA (US); заявл. 23.09.2011, опубл. 27.05.2014 р.].

Найбільш близьким за сутністю ознак та технічним виконанням є попередній масаж повік з наступним проведенням тесту Ширмера (через 2 години) та діагностика хвороби сухого ока за стандартною оцінкою результатів проби, що, на думку авторів, підвищує точність діагностики хвороби сухого ока [Пат. UA 114141, МПК A61F 9/00, СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ СИНДРОМУ СУХОГО ОКА / Івченко Л.І. (UA); Бездітко П.А. (UA); Заявник і патентовласник: ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ - № 201610049, заявл. 03.10.2016; опубл. 27.02.2017 р., бюл. № 4].

До основних недоліків вищеперерахованих методик слід віднести:
 1) інвазивність методу та складність реалізації забору слюзи в рутинній клінічній практиці при визначенні рівня альбуміну;
 2) відсутність інтерпретації знижених показників товщини ліпідного шару слізної плівки відповідно до стадій хвороби сухого ока;
 3) використання діагностичних бар'єрів прищаджує час розриву слізної плівки;
 4) інтерпретація лише результатів тесту Ширмера без наступного їх порівняння з показниками інтерферометри, виміром слізного меніска та часом розриву слізної плівки, що є не достатнім для діагностики хвороби сухого ока.

У зв'язку з вищевикладеним, в основу корисної моделі поставлено завдання удосконалити діагностику хвороби сухого ока.

Поставлена задача вирішується шляхом створення способу комплексної діагностики хвороби сухого ока, який включас проведення тесту Ширмера І-ІІ, у якому, згідно з корисною моделлю, попередньо додатково проводять інтерферометричний вимір товщини ліпідного шару слізної плівки, під збільшенням з попередньо відзнятого фото здійснюють вимір слізного меніска з подальшим визначенням неважливого часу розриву слізної плівки Non-invasive break-up time (NIBUT).

Крім цього, згідно з формою моделлю, для оцінки категорій ймовірності виникнення хвороби сухого ока враховуються міцні кореляційні зв'язки між вищезгаданими методами, інтерферометричної класифікації ймовірності виникнення хвороби сухого ока, де: I категорія - низька або нульова ймовірність виникнення хвороби сухого ока: товщина ліпідного шару (≥ 80 нм), неінвазивний час розриву слізної плівки (≥ 10 с), тест Ширмера I-II (≥ 10 мм); II категорія - помірна ймовірність виникнення хвороби сухого ока: товщина ліпідного шару (< 80 нм), неінвазивний час розриву слізної плівки (6 - < 10 с), тест Ширмера I-II (6 - < 10 мм); III категорія - висока ймовірність наявності значних ознак і симптомів хвороби сухого ока: (≤ 30 нм) неінвазивний час розриву слізної плівки (1 - ≤ 5 с), тест Ширмера I-II (3 - ≤ 5 мм).

Технічний ефект корисної моделі, а саме удосконалення діагностики хвороби сухого ока, обумовлений комплексною оцінкою кількісно-якісного стану слізної плівки, правильною послідовністю діагностичних заходів та врахуванням кореляційних зв'язків між діагностичними методами, які використані в розробленому способі.

Спосіб виконують наступним чином:

Для проведення інтерферометричного виміру товщини ліпідного шару слізної плівки, виміру слізного меніска та неінвазивного часу розриву слізної плівки Non-invasive break-up time (NIBUT) необхідні апарат SBM ICP TearScore (Італія) та iPad Pro (США), для визначення сльозопродукції (тест Ширмера I-II) необхідні: смужки фільтрувального паперу, 0,5 % розчин Алкаліну. Попередньо проводять менш інвазивні тести, а саме: інтерферометричний вимір товщини ліпідного шару слізної плівки (проводять відео-аналіз ефектів інтерференції кольору преокулярної слізної плівки під час акту кліпання та співставляють результат відповідно до встановленої в приладі відео-шкали з різною товщиною ліпідного шару слізної плівки відповідно до її товщини (160-120 нм; 80-120 нм; 80 нм; 30-80 нм; 30 нм; 15 нм; < 15 нм)); потім під збільшенням з попередньо відзнятого фото здійснюють вимір слізного меніска (відхиленням від норми - $< 0,22$ мм); далі проводять визначення неінвазивного часу розриву слізної плівки Non-invasive break-up time (NIBUT) (в об'єктиві встановлюється спеціальна плівка для формування кільця Пласідо, пацієнт останній раз кліпає з подальшими униканнями миготіння протягом максимального часу, на око проєктується маленьок кільце Пласідо, а час появи першої деформації фіксується. За норму вважається результат ≥ 10 с); останнім проводиться тест Ширмера I-II, який оцінюється за стандартними результатами проби та діагностує хворобу сухого ока відповідно до розробленої інтерферометричної класифікації.

Далі враховуються міцні кореляційні зв'язки між вищезгаданими методами, що дало можливість створити інтерферометричну класифікацію ймовірності виникнення хвороби сухого ока. Так, I категорія - низька або нульова ймовірність виникнення хвороби сухого ока: товщина ліпідного шару (≥ 80 нм), неінвазивний час розриву слізної плівки (≥ 10 с), тест Ширмера I-II (≥ 10 мм); II категорія - помірна ймовірність виникнення хвороби сухого ока: товщина ліпідного шару (< 80 нм), неінвазивний час розриву слізної плівки (6 - < 10 с), тест Ширмера I-II (6 - < 10 мм); III категорія - висока ймовірність наявності значних ознак і симптомів хвороби сухого ока: (≤ 30 нм) неінвазивний час розриву слізної плівки (1 - ≤ 5 с), тест Ширмера I-II (3 - ≤ 5 мм).

Приклад використання: на базі кафедри оториноларингології з офтальмологією Української медичної стоматологічної академії, м. Полтава, проведено обстеження молоді у кількості 243 особи (486 очей) у віці від 18 до 30 років, у середньому ($23 \pm 0,56$) для визначення стану очної поверхні. Для визначення стану очної поверхні усім пацієнтам спочатку проводили інтерферометрію, вимір слізного меніска, неінвазивний час розриву слізної плівки Non-invasive break-up time (NIBUT) на апараті SBM ICP TearScore (Італія) та iPad Pro (США) та після вищезазначених методик провели тест Ширмера I-II.

Позитивні кореляції між товщиною ліпідного шару слізної плівки, неінвазивним часом розриву слізної плівки та тестом Ширмера I-II були міцними і мали високий достовірний зв'язок, що свідчить про можливість достовірної оцінки якісного стану поверхні ока, шляхом проведених досліджень. Вищезазначена залежність між тестом Ширмера I-II та неінвазивним часом розриву слізної плівки складала $r=0,68$ ($p<0,01$); між тестом Ширмера I-II та товщиною ліпідного шару - $r=0,72$ ($p<0,01$); між неінвазивним часом розриву слізної плівки та товщиною ліпідного шару - $r=0,76$ ($p<0,01$). Кореляційні зв'язки між висотою слізного меніска та іншими методами були слабкими. Виявлено можливість визначення ймовірності розвитку хвороби сухого ока в 79 % випадків.

Позитивний ефект даного способу полягає у комплексному обстеженні слізної плівки, що характеризує її кількісно-якісний стан та не впливає на зміни показників через послідовність проведення методик по мірі зростання їх інвазивності. Це дозволить підвищити точність оцінки кількісно-якісного стану слізної плівки та попередити розвиток хвороби сухого ока при виявленні ймовірних ознак її виникнення за наявності міцних, достовірних кореляційних зв'язків між

методами, показники яких характеризують кількісно-якісний стан слізної плівки та утворюють інтерферометричну класифікацію категорій ймовірності виникнення хвороби сухого ока.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5
1. Спосіб комплексної діагностики хвороби сухого ока, що влічає проведення тесту Шірмера I-II, який відрізняється тим, що попередньо додатково проводять інтерферометричний вимір товщини ліпідного шару слізної плівки, під збільшенням з попередньо відзнятого фото здійснюють вимір слізного моноста з подальшим визначенням невазивного часу розриву слізної плівки Non-Invasive break-up time (NIBUT).
- 10
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що для оцінки категорій ймовірності виникнення хвороби сухого ока враховуються тісні кореляційні зв'язки, між висхідними методами, інтерферометричної класифікації ймовірності виникнення хвороби сухого ока, де: I категорія - низька або нульова ймовірність виникнення хвороби сухого ока; товщина ліпідного шару (≥ 80 нм), невазивний час розриву слізної плівки (≥ 10 с), тест Шірмера I-II (≥ 10 мм); II категорія - помірна ймовірність виникнення хвороби сухого ока; товщина ліпідного шару (< 80 нм), невазивний час розриву слізної плівки ($6 - < 10$ с), тест Шірмера I-II ($6 - < 10$ мм); III категорія - висока ймовірність наявності значних ознак і симптомів хвороби сухого ока; (≤ 30 нм) невазивний час розриву слізної плівки ($1 - \leq 5$ с), тест Шірмера I-II ($3 - \leq 5$ мм).
- 20

Комп'ютерна версія М. Шаменка

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01000, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01001

(11) 140135

(19) UA

(51) МПК (2020.01)
A61B 3/10 (2006.01)
A61B 3/14 (2006.01)
A61F 9/00

(21) Номер заявки: **u 2019 06854**
(22) Дата подання заявки: **18.06.2019**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.02.2020**
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.02.2020, Бюл. № 3**

(72) Вихідники:
Безкоровайна Ірина
Миколаївна, UA,
Дун Фан Хуї, UA,
Наконечний Денис
Олександрович, UA,
Безкоровайна Анна
Олександрівна, UA
(73) Власник:
УКРАЇНЬСЬКА МЕДИЧНА
СТОМАТОЛОГІЧНА
АКАДЕМІЯ,
вул. Шевченка, 23, м. Полтава,
36011, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ ХВОРОБИ СУХОГО ОКА

(57) Формула корисної моделі:

1. Спосіб комплексної діагностики хвороби сухого ока, що включає проведення тесту Шірмера I-II, який відрізняється тим, що попередньо додатково проводять інтерферометричний вимір товщини ліпідного шару слізної плівки, під збільшенням з попередньо віднятого фото здійснюють вимір слізної меніски з подальшим визначенням невизначеного часу розриву слізної плівки Non-tearable break-up time (NBUT).
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що для оцінки категорій ймовірності виникнення хвороби сухого ока враховуються міжкореляційні зв'язки між випадковими методами, інтерферометричної класифікації ймовірності виникнення хвороби сухого ока, де: I категорія - нізко або нульова ймовірність виникнення хвороби сухого ока; товщина ліпідного шару (≥ 80 нм), невизначений час розриву слізної плівки (≥ 10 с), тест Шірмера I-II (≥ 10 мм); II категорія - середня ймовірність виникнення хвороби сухого ока; товщина ліпідного шару (< 80 нм), невизначений час розриву слізної плівки ($\beta - < 10$ с), тест Шірмера I-II ($\beta - < 10$ мм); III категорія - висока ймовірність наявності значних ознак і симптомів хвороби сухого ока; (≤ 30 нм) невизначений час розриву слізної плівки ($1 - \leq 5$ с), тест Шірмера I-II ($3 - \leq 5$ мм).

(11) 140135

Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України.

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 3455050220 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа Укрпатенту



I.S. Матусевич

10.02.2020

УКРАЇНА



СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 89680

Науковий твір "Інтерферометрична класифікація ймовірності виникнення хвороби сухого ока за кореляційною залежністю кількісно-якісних показників слізної плівки у молоді"

(вид, назва твору)

Автор(и) Безкоровайна Ірина Миколаївна, Дуи Фан Хуї, Наконечний Денис Олександрович, Безкоровайна Анна Олександрівна

(повне ім'я, повноним (за наявності))

Дата реєстрації

11.06.2019



Державний секретар Міністерства економічного розвитку і торгівлі України **О. Ю. Перевезенцев**