

# Вплив рефракційних технологій Femto Lasik та ReLEx SMILE на розвиток синдрому сухого ока та якісний склад сльози на очах із міопією та міопічним астигматизмом

Н. Г. Завгородня<sup>1</sup> \*1.A,C,D,E,F, Ю. Ю. Дорошенко<sup>1,2</sup> 1,2.A,B,C,D,E, І. О. Поплавська<sup>1</sup> 1,C,E

<sup>1</sup>Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна, <sup>2</sup>ТОВ «Візуз», м. Запоріжжя, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

## Ключові слова:

міопія, міопічний астигматизм, синдром сухого ока, якісний склад сльози, рефракційна хірургія, Femto Lasik, ReLEx SMILE.

Патологія. 2024. Т. 21, № 3(62). С. 232-237

\*E-mail: nataliyamail1@gmail.com

**Мета роботи** – підвищення якості хірургічного лікування міопії та міопічного астигматизму шляхом уточнення показань до вибору методу корекції на основі вивчення кристалографії сльози.

**Матеріали і методи.** Наведено результати оперативного лікування 45 пацієнтів (90 очей) із міопією слабкого та середнього ступенів і міопічним астигматизмом. Пацієнтам здійснили корекцію зору методами ReLEx SMILE, Femto Lasik у клініці сучасної офтальмології «Візуз» (м. Запоріжжя), що є клінічною базою кафедри офтальмології Запорізького державного медико-фармацевтичного університету. Серед пацієнтів 20 (45 %) чоловіків і 25 (55 %) жінок віком від 19 до 38 років (середній вік – 27,28 ± 1,08 року). Хворих поділили на 2 групи: перша – 25 пацієнтів (50 очей), яким виконали корекцію зору методом ReLEx SMILE; друга – 15 осіб (30 очей), яким корекція зору здійснена методом Femto Lasik. Усім пацієнтам виконали стандартні офтальмологічні обстеження, рефракційну діагностику та кристалографію сльози.

**Результати.** У післяопераційному періоді дещо змінилися розташування та кількість кристалів солей центральної зони. У першій групі на 6 очах (12,0 %) проти 2 очей (4,0 %) до операції, а також у другій групі на 4 очах (13,3 %) виявили множинні хаотично розташовані чотирикутні кристали. Це може свідчити про незначні зміни в сольовому компоненті слізної рідини, дещо більш виражені в 2 групі очей.

**Висновки.** Дослідження показали незначний вплив рефракційних операцій Femto Lasik і ReLEx SMILE на білково-електролітний стан сльози. Протягом місяця після рефракційної хірургії білково-сольовий склад сльози, за результатами кристалографії, повністю відновлюється в 96,0 % пацієнтів, у котрих застосовано методику ReLEx SMILE, та в 86,7 % хворих, у яких використано методику Femto Lasik (різниця достовірна,  $p < 0,05$ ). Це дає підстави віддавати перевагу методиці ReLEx SMILE, обираючи метод корекції аномалій рефракції, особливо на очах, що мають ознаки синдрому сухого ока.

## Keywords:

myopia, myopic astigmatism, dry eye syndrome, quality composition of tears, refractive surgery, Femto Lasik, ReLEx SMILE.

Pathologia. 2024;21(3):232-237

## The impact of refractive technologies Femto Lasik and ReLEx SMILE on the development of dry eye syndrome and the quality composition of tears in eyes with myopia and myopic astigmatism

N. H. Zavorodnia, Yu. Yu. Doroshenko, I. O. Poplavska

**Aim.** To improve the quality of surgical treatment of myopia and myopic astigmatism by refining the indications for the selection of the correction method based on the study of tear crystallography.

**Materials and methods.** The article presents the results of the surgical treatment of 45 patients (90 eyes) with mild and moderate myopia and myopic astigmatism, who underwent vision correction using ReLEx SMILE and Femto Lasik methods at the Visus Clinic of Modern Ophthalmology (Zaporizhzhia). Among the patients, there were 20 (45 %) men and 25 (55 %) women aged between 19 and 38 years (mean age 27.28 ± 1.08 years). They were divided into two groups. The first group consisted of 25 patients (50 eyes) who underwent vision correction using the ReLEx SMILE method. The second group included 15 patients (30 eyes) who underwent vision correction using the Femto Lasik method. All patients underwent standard ophthalmological examinations, refractive diagnostics, and tear crystallography.

**Results.** In the postoperative period, the location and number of salt crystals in the central zone slightly changed. In the first group, multiple randomly located quadrangular crystals appeared in 6 eyes (12.0 %) compared to 2 eyes (4.0 %) before surgery. In the second group, these crystals were observed in 4 eyes (13.3 %), indicating minor changes in the salt component of the tear fluid, slightly more pronounced in the second group.

**Conclusions.** The study showed a minor impact of Femto Lasik and ReLEx SMILE refractive surgeries on the protein-electrolyte state of the tear. Within a month after refractive surgery, the protein-salt composition of the tear, according to crystallography data, fully recovered in 96.0 % of cases where the ReLEx SMILE method was used and in 86.7 % of cases where the Femto Lasik method was used (statistically significant difference  $p < 0.05$ ). This allows for a preference for the ReLEx SMILE method when choosing a correction method for refractive anomalies, especially in eyes showing signs of dry eye syndrome.

Однією з найпоширеніших проблем після лазерної корекції зору є розвиток чи прогресування синдрому сухого ока, який, якщо не буде призначено адекватну терапію, може знижувати досягнутий рефракційний результат. Вважають, що ймовірною причиною сухого ока після Lasik чи Femto Lasik є руйнування нервових сплетень рогики під час формування рогикового клаптя та подальшої ексимерлазерної фотоабляції. Встановлено зниження щільності центральних нервових волокон на 90 % у перші кілька місяців після оперативних втручань за методом LASIK, що супроводжується зниженням секреторної функції слізозових залоз і зміною якості слізної плівки [1,2,3,4,5].

З появою технології ReLEx SMILE, за даними дослідників, зменшився вплив рефракційних втручань на поверхню оперованого ока внаслідок того, що більше не було необхідності у формуванні рогикового клаптя. Це дає змогу зберегти неушкодженими нервові сплетіння рогики. Ця технологія сприяє швидшому відновленню пацієнтів і поверненню до звичного ритму життя.

Однак дані про розвиток чи перебіг синдрому сухого ока у таких пацієнтів, а особливо про зміни білково-електролітного складу сльози, поодинокі та суперечливі [3,6,7]. Це обґрунтовує доцільність продовження досліджень у цьому напрямі.

## Мета роботи

Підвищення якості хірургічного лікування міопії та міопічного астигматизму шляхом уточнення показань до вибору методу корекції на основі вивчення кристалографії сльози.

## Матеріали і методи дослідження

Проаналізували результати оперативного лікування 45 пацієнтів (90 очей) із міопією слабкого та середнього ступенів і міопічним астигматизмом. Пацієнтам здійснили корекцію зору методами ReLEx SMILE чи Femto Lasik у клініці сучасної офтальмології «Візуус» (м. Запоріжжя), що є клінічною базою кафедри офтальмології Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

Критерії залучення до дослідження – наявність міопії до -6 дптр, міопічного астигматизму до -4,0 дптр; товщина рогики >500 мк; підписана інформована згода на лазерну корекцію зору та участь у дослідженні. Критерії виключення – мінімальна центральна товщина рогики менше ніж 500 мк; метаболічні порушення, захворювання щитоподібної залози; гострі та хронічні запальні захворювання ока, глаукома, катаракта; рефракційні операції в анамнезі.

Серед пацієнтів 20 (45 %) чоловіків і 25 (55 %) жінок віком від 19 до 38 років (середній вік –  $27,28 \pm 1,08$  року).

Хворих поділили на дві групи залежно від методу корекції аномалій рефракції. До першої групи залучили 25 пацієнтів (50 очей), яким виконали корекцію зору методом ReLEx SMILE. У прооперованих цієї групи на 25 очах (50 %) діагностовано міопію слабкого ступеня, на 25 очах (50 %) – середнього ступеня. До другої групи залучили 15 пацієнтів (30 очей), яким здійснили ко-

рекцію зору методом Femto Lasik. У цих хворих міопія слабкого ступеня виявлена 15 очах (50 %), середнього ступеня – також на 15 очах (50 %).

Групи дослідження зіставні за статтю, віком пацієнтів, некоригованою гостротою зору та рефракцією за вихідними даними. Всі обстежені очі мали кориговану гостроту зору 1,0, що відповідала показникам рефрактометрії. Стандартний післяопераційний супровід в обох групах передбачав місцеве застосування стероїдних протизапальних засобів, антибактеріальних препаратів і натрію гіалуронату (0,15 %) у формі очних крапель.

Усім пацієнтам здійснили стандартні офтальмологічні обстеження (візометрія, авторефрактометрія, біомікроскопія, пряма офтальмоскопія, периметрія), рефракційну діагностику, яка включала оцінювання біомеханічних властивостей рогики і вимірювання внутрішньоочного тиску (BOT), що виконане, враховуючи індивідуальні властивості тканин рогики, на Ocular Response Analyzer (ORA) виробництва Reichert, США), кератотопографію з пахіметрією на діагностичному апараті Orbscan IIz (Bausch & Lomb Incorporated, США), оптичну когерентну томографію переднього відрізка ока (Visante OCT, Karl Zeiss Mediatec, Німеччина), оптичну біометрію оптичним біометром IOL Master 700 (Karl Zeiss Mediatec, Німеччина), а також кристалографію сльози. Фемтосекундні втручання виконали на лазері Visumax (Carl Zeiss Mediatec, Німеччина). Ексимерлазерна частина корекції за методом Femto Lasik виконана на лазері Allegretto Wave Light EX 500 (Alcon, США).

Досягнення рефракційного результату оцінювали через 10 днів і через 1 місяць після операції. Кристалографію сльози здійснили на етапі рефракційної діагностики, через 10 днів і через 1 місяць після операції.

Кристалографію сльози, що дає змогу оцінити її осмолярність [8], виконали за стандартною методикою. Так, слізну рідину забирали з нижнього кон'юнктивального склепіння за допомогою канюлі на інсуліновому шприці в об'ємі до 10 мкл (одна крапля) без стимуляції сльозопродукції, відразу переносили на попередньо знежирене в спирт-ефірному (1:1) розчині предметне скло. Кристалізація сльози відбувалася за кімнатної температури, зважаючи на постійну конверсію повітря. Після завершення процесу дегідратації краплі слізної рідини на покривному склі утворювалася фація (суха плівка). Надалі здійснили макро- та мікроскопічне оцінювання одержаних фацій з використанням світлового мікроскопа (Granum L 20, Китай) при збільшенні у 32 та 60 разів. Кристалограми описували, фотографували та протоколювали.

Описово результати кристалографії оцінювали за критеріями M. Rolando [9], за якими розрізняють чотири типи кристалізації слізної рідини: I тип – кристалограма складається з великих гомогенних кристалів, що подібні до папороті, розташовані упорядковано, розгалужуються як дерево; II тип – дрібніші й поодинокі кристали, схожі на папороть, із незначними розгалуженнями; III тип – маленькі кристали, подібні до папороті, майже не мають розгалужень, є чимало порожніх ділянок; IV тип – рисунку папороті тотально немає, подекуди виявляють глибоку муцину.

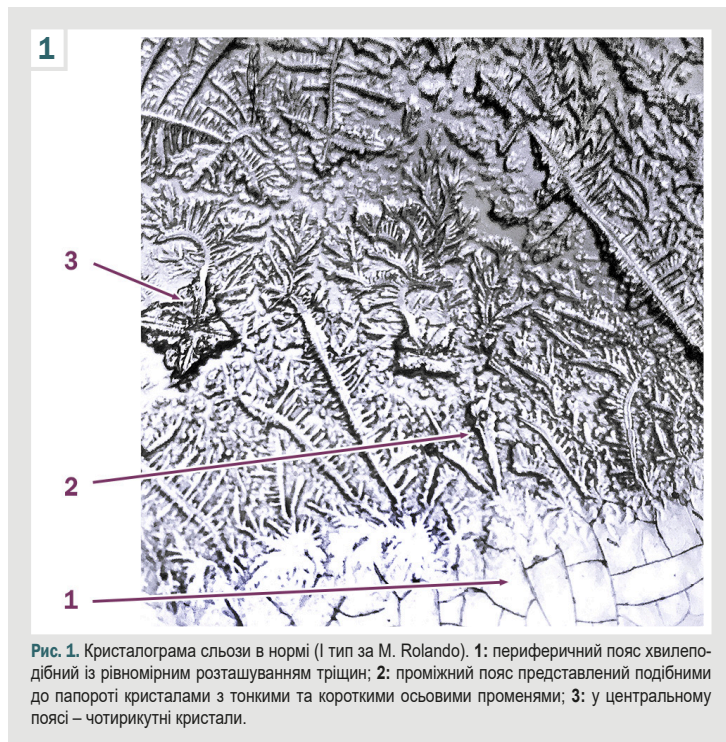


Рис. 1. Кристалограма сльози в нормі (I тип за М. Rolando). 1: периферичний пояс хвилеподібний із рівномірним розташуванням тріщин; 2: проміжний пояс представлений подібними до папороті кристаллами з тонкими та короткими осьовими променями; 3: у центральному поясі – чотирикутні кристали.

Оскільки ці критерії стосуються передусім проміжного поясу кристалограм, то математичний аналіз даних морфологічної структури фацій слізної рідини здійснили, враховуючи співвідношення поясів кристалізації за шириною та характером морфологічної структури кристалів у кожному з поясів; використали методику, що запропонована Н. Г. Завгородньою, О. А. Ісаковою [10].

Ступінь поширення поясів залежав від якісного складу та осмотичних властивостей слізної рідини. Під час рівномірного випаровування рідини з усієї поверхні краплі відбувається нерівномірна зміна концентрації розчинених у ній речовин за молекулярною масою та осмотичною активністю, що визначають наприкінці кристалізації як пояси чи зони.

Характерні структури кристалограми:

1. периферичний пояс, представлений кристалізацією високомолекулярних сполук (білків);
2. проміжний пояс, у якому відбувається одночасна кристалізація солей і білка;
3. центральна зона – місце кристалізації низькомолекулярних речовин (солей).

Результати кристалографії оцінювали за такими параметрами: кількість і співвідношення поясів кристалізації, ступінь чіткості їх поділу; характеристика периферичного поясу кристалізації; кристалічна структура проміжного поясу кристалізації (за його наявності); кристалічна структура центрального поясу.

Для наступного оцінювання якісного складу слізної рідини використали бальну систему оцінювання кристалограм [10], за якою кожній ознаці надавали певну кількість балів.

Зони кристалізації, їхня характеристика та відповідність кількості балів:

– крайова (білкова): чітка – 2 бали, нечітка – 1 бал, немає – 0 балів; рівномірне радіально-аркадне роз-

ташування тріщин – 2 бали, хаотичне розташування тріщин – 1 бал, немає тріщин – 0 балів;

– проміжна: чітка – 2 бали, нечітка – 1 бал, немає – 0 балів; наявність дендритних структур типу папороті з множинними розгалуженнями – 2 бали, наявність дендритних структур типу папороті з дихотомічними розгалуженнями – 1 бал;

– центральна (сольова): наявність множинних чотирикутних кристалів – 1 бал, кристали розташовані впорядковано – 2 бали, наявність одиничних чотирикутних кристалів – 2 бали, кристали розташовані хаотично – 1 бал.

Співвідношення поясів кристалізації 1,0:3,5:3,0 (норма) відповідало оцінці 1 бал; зміна співвідношення товщини поясів кристалізації порівняно з нормою – 0 балів.

Незважаючи на різноманітність кристалів, що формуються внаслідок висушування сльози, ці основні зони в нормі зберігають своє розташування (рис. 1), а кількість балів за шкалою в середньому становить 12 балів.

Статистично результати опрацювали з обрахунком середнього арифметичного варіаційного ряду ( $M$ ) та стандартної помилки ( $m$ ). Для порівняння кількісних величин у парних рядах використали  $t$ -критерій Стюдента з попереднім оцінюванням нормальності розподілу у варіаційному ряду. Якщо розподіл даних у вибірках не відповідав закону нормальності, застосували непараметричний критерій Манна-Вітні. Відмінності вважали статистично достовірними при  $p < 0,05$ . Систематизацію матеріалу і обрахунки даних виконали, використавши Microsoft Excel 2017 та Statistica for Windows 13 (StatSoft Inc., № JPZ8041382130ARCN10-J).

## Результати

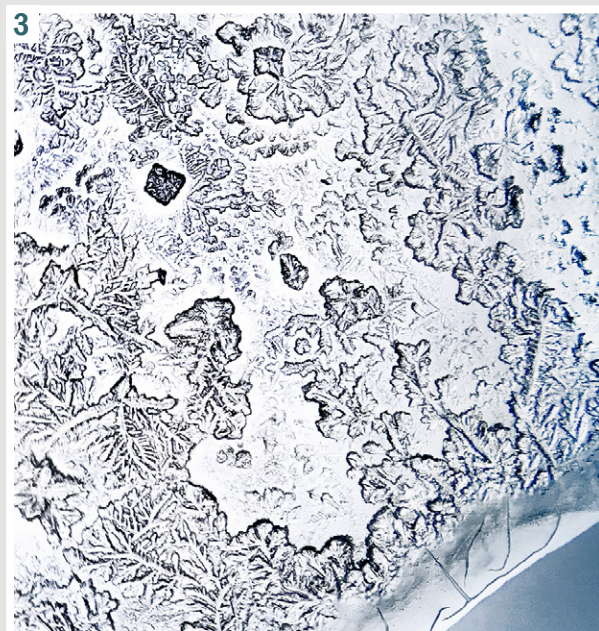
Аналіз результатів хірургічного лікування міопії та міопічного астигматизму показав: незалежно від обраного методу корекції на всіх прооперованих очах досягнуто значного підвищення гостроти зору без корекції. Через 1 місяць спостережень середні показники гостроти зору в першій групі, пацієнтам якої застосовано методику ReLEx SMILE, становили  $0,98 \pm 0,01$  Од ( $p < 0,05$  порівняно з вихідними даними) при міопії слабого ступеня та  $0,98 \pm 0,07$  Од ( $p < 0,05$  порівняно з вихідними даними) при міопії середнього ступеня. У другій групі, в якій хворим здійснили втручання за методом Femto Lasik, відповідні показники дорівнювали  $0,98 \pm 0,01$  Од при міопії слабого ступеня та  $0,95 \pm 0,02$  Од при міопії середнього ступеня (в обох випадках –  $p > 0,05$  порівняно з вихідними даними).

Результати вивчення закономірностей системної організації слізної рідини при кристалографії та їхня характеристика в балах наведені в таблиці 1.

Згідно з результатами дослідження, до оперативного втручання кристалограми сльози не відрізнялися в пацієнтів із двох груп, і загальна оцінка в балах становила  $12,4 \pm 0,2$  бала в першій групі та  $12,2 \pm 0,1$  бала в другій ( $p > 0,05$ ). На 4 очах (8,0 %) пацієнтів із першої групи та на 2 очах (6,6 %) хворих із другої групи визначили нечіткі контури крайової зони; це свідчить про незначні структурні зміни ще до рефракційного втручання.



**Рис. 2.** Кристалограма сльози пацієнта М. (2 група спостереження) через 1 місяць після рефракційної операції Femto Lasik: немає крайової та центральної зон, є дрібні розгалуження від кристалів, подібні до папороті (III тип за M. Rolando).



**Рис. 3.** Кристалограма сльози пацієнта Д. (2 група спостереження) через 1 місяць після рефракційної операції Femto Lasik: порушено співвідношення поясів кристалізації; зменшені розміри крайової зони з хаотичним розміщенням тріщин; немає чіткої диференціації проміжної та центральної зон, зменшена кількість дендритних структур, немає характерних множинних розгалужень за типом папороті; у центральній зоні хаотично розташовані множинні чотирикутні кристали (IV тип за M. Rolando).

**Таблиця 1.** Динаміка структурних параметрів кристалографічної фази сльозної рідини у балах до та після рефракційних втручань методами Femto Lasik та ReLEx SMILE у пацієнтів з міопією та міопічним астигматизмом, n (%)

Характеристика, кількість балів	1 група (ReLEx SMILE), n = 50			2 група (Femto Lasik), n = 30		
	До операції	Через 10 днів після операції	Через 1 місяць після операції	До операції	Через 10 днів після операції	Через 1 місяць після операції
<b>Крайова (білкова) зона</b>						
Чітка, 2 бали	46 (92,0 %)	46 (92,0 %)	46 (92,0 %)	28 (93,2 %)	22 (73,3 %)*#	24 (80,0 %)*
Нечітка, 1 бал	4 (8,0 %)	4 (8,0 %)	4 (8,0 %)	2 (6,6 %)	2 (6,6 %)	2 (6,6 %)##
Немає, 0 балів	–	–	–	–	6 (20,0 %)*#	4 (13,3 %)**##
Рівномірне радіально-аркадне розташування тріщин, 2 бали	50 (100,0 %)	50 (100,0 %)	50 (100,0 %)	30 (100,0 %)	24 (80,0 %)*	26 (86,7 %)
Хаотичне розташування тріщин, 1 бал	–	–	–	–	6 (20,0 %)*#	4 (13,3 %)**##
Немає тріщин, 0 балів	–	–	–	–	–	–
<b>Проміжна зона</b>						
Чітка, 2 бали	50 (100,0 %)	50 (100,0 %)	50 (100,0 %)	30 (100,0 %)	24 (80,0 %)	26 (86,7 %)
Нечітка, 1 бал	–	–	–	–	–	–
Немає, 0 балів	–	–	–	–	6 (20,0 %)*#	4 (13,3 %)**##
Наявність дендритних структур за типом папороті з множинними розгалуженнями, 2 бали	50 (100,0 %)	48 (96,0 %)	48 (96,0 %)	30 (100,0 %)	26 (86,6 %)*	26 (86,6 %)**
Наявність дендритних структур за типом папороті з дихотомічними розгалуженнями, 1 бал	–	2 (4,0 %)	2 (4,0 %)	–	4 (13,3 %)*#	4 (13,3 %)**##
<b>Центральна (сольова) зона</b>						
Наявність одиничних чотирикутних кристалів, 2 бали	48 (96,0 %)	44 (88,0 %)	48 (96,0 %)	30 (100,0 %)	26 (86,7 %)*	26 (86,7 %)**
Наявність множинних чотирикутних кристалів, 1 бал	2 (4,0 %)	6 (12,0 %)	2 (4,0 %)	–	4 (13,3 %)*	4 (13,3 %)**
Кристали розташовані впорядковано, 2 бали	48 (96,0 %)	44 (88,0 %)	48 (96,0 %)	30 (100,0 %)	26 (86,7 %)	26 (86,7 %)
Кристали розташовані хаотично, 1 бал	2 (4,0 %)	6 (12,0 %)	2 (4,0 %)	–	4 (13,3 %)*	4 (13,3 %)**
<b>Співвідношення поясів</b>						
1,0:3,5:3,0 (норма), 1 бал	48 (96,0 %)	46 (92,0 %)	48 (96,0 %)	28 (93,3 %)	26 (86,6 %)	26 (86,6 %)
Зміна співвідношення товщини поясів кристалізації порівняно з нормою, 0 балів	2 (4,0 %)	4 (8,0 %)	2 (4,0 %)	2 (6,7 %)	4 (13,3 %)*#	4 (13,3 %)**##
<b>Загальна характеристика, бали</b>	12,4 ± 0,2	11,5 ± 0,2	11,9 ± 0,2	12,2 ± 0,1	11,4 ± 0,1	11,7 ± 0,1

У післяопераційному періоді крайова білкова зона на очах пацієнтів із 1 групи в 92,0 % випадків (46 очей) і в 73,3 % випадків (22 ока) 2 групи мала чіткі межі та представлена у формі кільця, розділеного безліччю радіальних аркадних тріщин. На 4 очах (8,0 %), на яких виконали операцію за методом ReLEx SMILE, та на 4 очах (13,3 %), на котрих втручання виконали за методикою Femto Lasik, виявили зміну співвідношення поясів кристалізації, хоча загальна характеристика кристалографії сльози в балах відповідала нормі. Крім того, у другій групі в післяопераційному періоді виявили кристалограми, що не мали білкової зони (6 очей, 20,0 %). Через 1 місяць після операції білкову зону на кристалограмі пацієнтів цієї групи не виявили на 4 очах (13,3 %) (рис. 2). Це свідчить про дерегуляцію обміну білкового компонента сльози. На цих самих очах у хворих 2 групи не виявлено проміжну зону, а кристалограми загалом не мали чіткої структурної організації. Зазначимо, що ці зміни зберігалися протягом місяця (рис. 3). Характерною ознакою крайової зони фації слізної рідини на очах пацієнтів із 2 групи, на кристалограмах яких зберігалася крайова зона, було хаотичне розташування тріщин.

У першій групі пацієнтів, яким оперативне втручання здійснили за методом ReLEx SMILE, в післяопераційному періоді не виявлено кристалограм сльози без крайової (білкової) зони. Проміжна зона, що характеризує одночасну кристалізацію білків і солей, на кристалограмах пацієнтів із цієї групи чітко виражена та представлена дендритними структурами, що подібні до папороті, з множинними розгалуженнями. Лише на 2 очах (4,0 %) виявлено дихотомічні розгалуження дендритних структур.

Проаналізувавши динаміку змін у центральній зоні кристалограм сльози до та після рефракційних втручань, зауважимо: на вихідному етапі, як правило, вона представлена масивними одиничними впорядковано розташованими чотирикутними кристалами (48 очей (96,0 %) пацієнтів із 1 групи та 30 очей (100 %) обстежених із 2 групи); це кристали солі хлориду натрію, концентрація якого у центрі фації найвища. У післяопераційному періоді дещо змінилися розташування та кількість кристалів солей центральної зони. В пацієнтів 1 групи на 6 очах (12,0 %) проти 2 очей (4,0 %) до операції та в хворих 2 групи на 4 очах (13,3 %) виявлено множинні хаотично розташовані чотирикутні кристали. Це може свідчити про незначні зміни в сольовому компоненті слізної рідини, дещо більш виражені в пацієнтів 2 групи.

## Обговорення

В останні роки у практичній офтальмології актуалізується проблема діагностики синдрому сухого ока. Наявність цього синдрому пов'язана з різними факторами: тривалим перебуванням у кондиціонованих приміщеннях, запальними станами кон'юнктиви та рогівки, застосуванням медикаментозних препаратів, носінням контактних лінз тощо [9, 11].

Особливо гостро ця проблема постає, коли пацієнти для виправлення вад рефракції схильються до застосування рефракційної хірургії. Розвиток синдрому

сухого ока в післяопераційному періоді може погіршити рефракційний результат і знизити психологічну задоволеність пацієнта. Як правило, синдром сухого ока у таких хворих пов'язаний із порушенням якісного складу сльози, що вже є до виконання лазерної корекції. Втім, він може виникати і безпосередньо на тлі післяопераційних змін, особливо в разі використання методик, що передбачають деепітелізацію рогівки або формування флепа.

Останнім часом розроблено багато методів діагностики синдрому сухого ока, що ґрунтуються на дослідженні слізної рідини. Сльоза має складний, багатокомпонентний біохімічний склад, зміни якого впливають на стан поверхні ока, розвиток і перебіг синдрому сухого ока. Кристалографія – один з об'єктивних неінвазивних методів діагностики білково-електролітного стану.

На кристалограмах, що одержані до та після рефракційних втручань із використанням енергії фемтосекундного лазера, виявлено незначні зміни білково-електролітного складу сльози, більш виражені в разі використання технології Femto Lasik. Ці дані збігаються з результатами, які отримали інші автори, котрі зробили висновок про частіший розвиток синдрому сухого ока при використанні технологій Lasik чи Femto Lasik порівняно з методикою ReLEx SMILE [3,7,8]. Разом із тим, показано, що розвиток синдрому сухого ока можливий і після корекції міопії чи міопічного астигматизму за методом ReLEx SMILE [2,12]. Втім, зміни білково-електролітного складу слізної рідини на основі кристалографічної картини фацій сльози детально не вивчали.

Результати аналізу якісного складу сльози рефракційних пацієнтів за методом кристалографії у передопераційному періоді свідчать про незначні зміни у білково-електролітному складі сльози у пацієнтів з міопією та міопічним астигматизмом до рефракційної хірургії. Так, сумарна оцінка кристалограм у балах становила  $12,4 \pm 0,2$  у першій групі та  $12,2 \pm 0,1$  у другій ( $p > 0,05$ ). У післяопераційному періоді загальна характеристика кристалографії в балах в обох групах спостереження майже не зазнала змін, що свідчить про ідентичність впливу лазерного випромінювання та техніки оперативного втручання на динаміку змін у нативних фаціях сльози. Втім, певні порушення архітекtonіки кристалів переважають у групі пацієнтів, яким була виконана комбінована корекція Femto Lasik. Зокрема, крайова білкова зона мала чіткі межі в 73 % випадків у другій групі проти 92 % випадків у першій. Зауважимо, що у 20 % хворих 2 групи виявили кристалограми без білкової зони, що свідчить про порушення кристалізації, а отже і вмісту білків. Після фемтолазерної корекції ReLEx SMILE у всіх випадках не було порушень архітекtonіки проміжної зони кристалограм, а зміни центральної зони в обох групах визначали як хаотично розташовані чотирикутні кристали.

Результати, що отримали під час цього дослідження, відповідають даним інших авторів, котрі також зробили висновок про істотніший вплив корекції Lasik чи Femto Lasik на стан слізної плівки, оскільки ці методики передбачають формування рогівкового клаптя (флепа), що призводить до пошкодження нервових

структур роگیвки ока [2,3,7,9]. Отже, у результаті дослідження виявили незначний вплив рефракційних операцій Femto Lasik і ReLEx SMILE на білково-електролітний стан сльози.

## Висновки

1. У хворих на міопію та міопічний астигматизм переважно визначають нормальний білково-електролітний стан сльози. Це підтверджено за даними кристалографії, де гармонійні зв'язки елементів рідини як єдиного функціонально активного середовища виявлено на 95,55 % очей.

2. Після рефракційних оперативних втручань за методикою Femto Lasik або ReLEx SMILE змінюється якісний склад слізної рідини. На 10 день після операції це виявляють за зменшенням загальної оцінки кристалограм у балах в середньому на 7,64 % незалежно від методу корекції.

3. Найбільш значущі зміни в кристалограмах сльози в післяопераційному періоді відбуваються в крайовій зоні: її зовсім немає або вона нечітка, розташування тріщин хаотичне. Ці зміни свідчать про істотне порушення білкової складової сльози та виявлені тільки на очах (n = 6, 20 %), що оперовані за методом Femto Lasik.

4. Протягом місяця після рефракційної хірургії білково-сольовий склад сльози, за результатами кристалографії, повністю відновлюється в 96,0 % пацієнтів, у котрих застосовано методику ReLEx SMILE, та в 86,7 % хворих, у яких використано методику Femto Lasik (різниця достовірна, p < 0,05). Це дає підстави віддавати перевагу методиці ReLEx SMILE, обираючи метод корекції аномалій рефракції, особливо на очах, що мають ознаки синдрому сухого ока.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 03.07.2024

Після доопрацювання / Revised: 09.09.2024

Схвалено до друку / Accepted: 17.09.2024

## Відомості про авторів:

Завгородня Н. Г., д-р мед. наук, професор, зав. каф. офтальмології, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.  
ORCID ID: 0000-0002-5678-4196

Дорошенко Ю. Ю., магістр медицини, лікар-офтальмолог, ТОВ «Візус», м. Запоріжжя; аспірант каф. офтальмології, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-7565-5314

Поплавська І. О., канд. мед. наук, доцент каф. офтальмології, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0001-8989-7456

## Information about the authors:

Zavhorodnia N. H., MD, PhD, Professor, Head of the Department of Ophthalmology, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Doroshenko Yu. Yu., MD, Visus LTD, Zaporizhzhia; PhD-student of the Department of Ophthalmology, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Poplavskaya I. O., MD, PhD, Associate Professor of the Department of Ophthalmology, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

## References

- Sharma B, Soni D, Saxena H, Stevenson LJ, Karkhur S, Takkar B, et al. Impact of corneal refractive surgery on the precorneal tear film. *Indian J Ophthalmol.* 2020;68(12):2804-12. doi: 10.4103/ijo.IJO\_2296\_19
- Shen Z, Zhu Y, Song X, Yan J, Yao K. Dry Eye after Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) versus Femtosecond Laser-Assisted in Situ Keratomileusis (FS-LASIK) for Myopia: A Meta-Analysis. *PLoS One.* 2016;11(12):e0168081. doi: 10.1371/journal.pone.0168081
- Eydelman M, Hilmantel G, Tarver ME, Hofmeister EM, May J, Hammel K, et al. Symptoms and Satisfaction of Patients in the Patient-Reported Outcomes With Laser In Situ Keratomileusis (PROWL) Studies. *JAMA Ophthalmol.* 2017;135(1):13-22. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2016.4587
- Bower KS, Sia RK, Ryan DS, Mines MJ, Dartt DA. Chronic dry eye in photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis: Manifestations, incidence, and predictive factors. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(12):2624-34. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.06.037
- Bilalov EN, Yusupov AF, Nozimov AE, Oripov OI. Estimation of lacrimal dysfunction indices in patients with recurrent pterygium. *Ophthalmology Journal.* 2020;13(1):11-6.
- Bezkorovayna IM, Nakonechnyi DO, Bezkorovayna AO. [Characteristics of crystallographic changes in tear in different stages of diabetic retinopathy]. *J Ophthalmol (Ukraine).* 2018;(6):35-9. Ukrainian. doi: <http://doi.org/10.31288/oftalmolzh201863539>
- Nair S, Kaur M, Sharma N, Titiyal JS. Refractive surgery and dry eye – An update. *Indian J Ophthalmol.* 2023;71(4):1105-14. doi: 10.4103/IJO.IJO\_3406\_22
- Rolando M, Baldi F, Calabria G. Tear mucus crystallization in children with cystic fibrosis. *Ophthalmologica.* 1988;197(4):202-6. doi: 10.1159/000309944
- 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;5(2):75-92. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70081-2
- Zavhorodnia NH, Isakova OA. Rannia diahnozyka syndromu "sukhooho oka" shchodo otsynky yakisnoho skladu slozy [Early diagnosis of dry eye syndrome by assessing the qualitative composition of tears]. *J Ophthalmol (Ukraine).* 2005;(5):18-20. Ukrainian.
- Drozhhina GI, Gaidamaka TB, Troichenko LF. [Effect of tear substitutes with various sodium hyaluronate levels on the condition of eye anterior segment in dry eye syndrome patients]. *J Ophthalmol (Ukraine).* 2016;(6):6-11. doi: 10.31288/oftalmolzh20166611
- Palme C, Mulrine F, McNeely RN, Steger B, Naroo SA, Moore JE. Assessment of the correlation of the tear breakup time with quality of vision and dry eye symptoms after SMILE surgery. *Int Ophthalmol.* 2022;42(3):1013-20. doi: 10.1007/s10792-021-02086-4