

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-362-371

UDC 617.713+612.842.6]:617.753.2/.3-089.168]-07

Zavgorodnia N. G., Doroshenko Y. Y.

**FLUCTUATIONS IN INTRAOCULAR PRESSURE AND CHANGES IN THE BIOMECHANICAL PROPERTIES OF THE CORNEA IN THE LATE POSTOPERATIVE PERIOD AFTER REFRACTIVE SURGERY FOR MYOPIA AND MYOPIC ASTIGMATISM**

Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University (Zaporizhzhia, Ukraine)

Doroshenkovisus@gmail.com

*The study analyses changes in intraocular pressure (IOP) and corneal biomechanical properties in the late postoperative period after refractive surgery for myopia and myopic astigmatism. It also studied the relationship between IOP level, corneal structural changes, and long-term functional outcomes.*

*After operations such as FEMTO-LASIK and RELEX SMILE, corneal thickness significantly reduces, affecting its biomechanical stability. Reduced corneal thickness and changes in corneal stiffness can cause inaccuracies in IOP measurement by standard methods, which is an important factor in diagnosis. The study found that postoperative IOP fluctuations are associated with individual corneal characteristics, the degree of refractive correction, and the type of surgery performed.*

*The results emphasize the need to use adapted methods for assessing IOP and corneal biomechanical parameters after refractive interventions. This allows for increased efficiency before choosing a method of laser correction and monitoring the patients' condition. The study emphasizes the need for an individualized approach to patients, taking into account changes in corneal biomechanics, to ensure long-term successful results of surgical treatment.*

**Key words:** myopia, myopic astigmatism, intraocular pressure, biomechanical properties of the cornea, refractive surgery, FEMTO-LASIK, RELEX SMILE, LASEK.

**Connection of the publication with planned research work.**

This article is an integral part of the research work of the Department of Ophthalmology of the ZSMFU: "Psycho-emotional, functional and morphological changes in the body during conservative, surgical and laser treatment of pathology of the anterior and posterior eye" (state registration number 0119U100936).

**Introduction.**

In many countries of the world, there is a significant increase in the prevalence of myopia and myopic astigmatism, especially among young people. For example, in Europe, nearly 80-90% of adolescents have myopia, making laser vision correction increasingly relevant [1]. Many people seek ways to improve their quality of life without wearing glasses or contact lenses. This stimulates demand for effective vision correction methods, including laser technology. Laser vision correction is one of the most popular and effective methods of correcting refractive errors such as myopia and astigmatism. In recent decades, there have been significant changes in laser technology for refractive surgery using excimer and femtosecond lasers. New correction methods, such as SMILE (Small Incision Lenticule Extraction) and femtosecond LASIK (FEMTO-LASIK), provide more accurate and safer results with minimal risk of complications and a faster recovery period. However, these surgeries are performed using different vacuum parameters, which leads to a hydrodynamic response of the eye, and other surgical techniques on the cornea have different effects on changes in the corneal stiffness. These changes can be critical for the long-term prognosis of visual stability and minimizing the risk of complications.

Most authors recognize that changes in the biomechanical properties of the cornea, particularly a decrease in its strength and elasticity, are one of the key problems that arise after laser vision correction [2], so the relevance

of studying these changes has remained important for decades.

Current research is focused on improving methods for assessing biomechanical changes in the cornea after laser vision correction. One of the most commonly used tools for this purpose is a biomechanical analyzer, such as the Ocular Response Analyzer (ORA), which allows the assessment of the elastic properties of the cornea and other mechanical characteristics that are important for understanding changes after laser surgery. ORA provides information on the corneal hysteresis coefficient and corneal stiffness, which are key parameters for determining the biomechanical stability of the cornea [3, 4, 5]. Previous studies have shown that changes in key parameters characterizing corneal strength (CH) vary after refractive surgery depending on the chosen method of correction [6].

We have previously studied the dynamics of changes in IOP and corneal stiffness coefficient in the early postoperative period (within a month) after refractive interventions. One month after the operation, the CRF (corneal resistance factor) and corneal hysteresis (CH) changed more when using the RELEX SMILE technique. Their deficit in eyes operated with this method averaged 28.5% and 19.8%, respectively, compared to 17.4% and 9.1%, in eyes operated with the FEMTO-LASIK method (difference is significant,  $p < 0.05$ ) [7]. However, for a comprehensive assessment of the risks associated with a weakening of the strength characteristics of the corneoscleral membrane, it is of interest to further study changes in these parameters in the later postoperative period, which was the subject of this study.

**The aim of the study.**

To improve the quality of monitoring and management of the postoperative period in refractive surgery of myopia and myopic astigmatism by studying the dynamics of IOP fluctuations, corneal hysteresis and corneal resistance factor.

**Object and research methods.**

The results of surgical treatment of 60 patients (120 eyes) with mild to moderate myopia and myopic astigmatism who underwent vision correction with RELEX SMILE, FEMTO-LASIK and LASEK methods in the clinic of modern ophthalmology “VISUS” (Zaporizhzhia), which is the clinical base of the Department of Ophthalmology of Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, were analyzed. The study was conducted using the principles of the Helsinki Declaration of Human Rights, the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine, and the provisions of the relevant laws of Ukraine. The Local Ethics Committee approved the study protocol for all participants.

The study’s inclusion criteria were myopia up to -6 D, myopic astigmatism up to -4.0 D, corneal thickness >500 microns, informed consent to laser vision correction, and participation in the study.

The exclusion criteria were: minimum central corneal thickness of less than 500 microns; metabolic disorders, thyroid diseases; acute and chronic inflammatory eye diseases, glaucoma, cataracts; previous refractive surgery.

The patients included 26 men (44%) and 34 women (56%) aged 19 to 38 years (mean age 27.28±1.08). All patients underwent standard ophthalmologic examinations (visometry, autorefractometry, biomicroscopy, direct ophthalmoscopy, perimetry) and refractive diagnostics, which included assessment of corneal biomechanical properties and measurement of intraocular pressure (IOP), (Ocular Response Analyzer (ORA) manufactured by Reichert, USA), keratotopography with pachymetry using the Orbscan IIz diagnostic device, (Bausch & Lomb Incorporated, USA), optical coherence tomography of the anterior segment of the eye (Visante OCT, Karl Zeiss Mediatec, Germany), optical biometry with the IOL Master 700 optical biometer (Karl Zeiss Mediatec, Germany). Femtosecond interventions were performed using a Visumax laser (Carl Zeiss Mediatec, Germany). The excimer laser part of the FEMTO-LASIK and LASEK correction was performed using an Allegretto Wave Light EX 500 laser (Alcon, USA). The refractive outcome, intraocular pressure, corneal hysteresis (CH) and corneal resistance factor (CRF) were evaluated before surgery, 1 month, 6 months and 1 year after surgery.

The study patients were divided into 3 groups depending on the chosen method of refractive error correction. The first group consisted of 25 patients (50 eyes) who underwent vision correction using the RELEX SMILE method. Among them, 25 (50%) had mild myopia, and 25 (50%) had moderate myopia. The second group included 15 patients (30 eyes) who underwent vision correction using the FEMTO-LASIK method. Among them, 15 eyes (50%) had mild myopia, and 15 eyes (50%) had moderate myopia. The third group included 20 patients (40 eyes) who underwent LASIK vision correction. Among them, 20 eyes (50%) had mild myopia and 20 eyes (50%) had moderate myopia. All three groups were comparable in terms of age, gender and myopia.

The standard postoperative care included topical administration of steroidal anti-inflammatory drugs, antibacterial drugs, and sodium hyaluronate (0.15%) as eye drops.

Statistical processing of the data was performed by calculating the arithmetic mean of the variation series (M) and its standard error (m). To compare quantitative values in paired series, the Student’s t-test was used with a preliminary assessment of the normality of the distribution in the variation series. The nonparametric Mann-Whitney test was used in the absence of a normal distribution of values in the studied samples. Differences were considered significant at p<0.05. The material was systematized, and the results of the calculations were presented using the statistical software package “Microsoft Excel 2017” and “Statistica® for Windows 10.0” (Stat Soft Inc.).

**Research results and their discussion.**

The analysis of the study results showed that the groups studied before the surgical intervention were comparable in gender and age, uncorrected and corrected visual acuity and refraction. After the refractive surgery, uncorrected visual acuity increased significantly and after 1 month was 0.96±0.01D in group 1 (RELEX SMILE), 0.96±0.010D in group 2 (FEMTO-LASIK) and 0.72±0.004D in group 3 (LASEK). The difference in uncorrected visual acuity was significantly different between the indices of the third group compared to those of groups 1 and 2, p<0.05. The groups 1 and 2 index did not differ significantly between them, p>0.05). During the year of observation, uncorrected visual acuity in all three groups remained at the same level (fig.).

Next, we studied changes in intraocular pressure and corneal biomechanical characteristics in the operated eyes. The results obtained with the help of the corneal biomechanical properties (ORA) analyser allowed us to assess the change in such parameters as corneal hysteresis and corneal resistance factor (table).

There was a significant decrease in Goldman IOP 1 month after surgery in group 1 by 35.6% (from 14.6±0.4 mmHg to 9.4±0.3 mmHg (p<0.05)). These indicators are almost restored after 6 months and after 1 year of follow-up (10.8±0.6 and 11.7±0.7 mmHg, respectively).

A slightly smaller decrease in IOP 1 month after surgery was observed in the eyes of the 2nd group, where the correction was performed using the FEMTO-LASIK

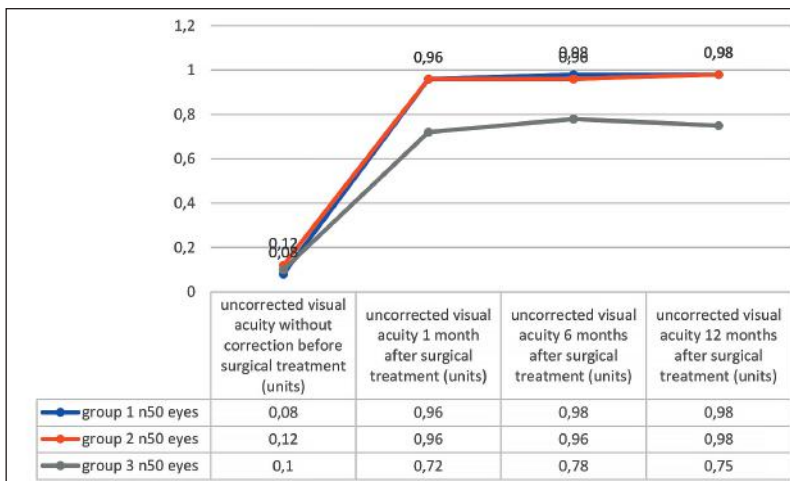


Figure – Uncorrected visual acuity in eyes with myopia and myopic astigmatism before and after refractive surgery with RELEX SMILE, FEMTO-LASIK and LASEK.

**Table – Dynamics of intraocular pressure, corneal hysteresis and corneal resistance factor in eyes with myopia and myopic astigmatism before and after refractive surgery using the RELEX SMILE, FEMTO-LASIK and LASEK methods (M±m)**

Observation groups, indicators		Period of observation			
		Before operation	1 month after surgery	6 months after surgery	12 months after surgery
IOP according to Goldman (mmHg)	1 group (ReLEx SMILE), n=50	14,6±0,4	9,4±0,6*	10,8±0,6*	11,7±0,7*
	2 group (FEMTO-LASIK), n=30	15,5±0,6	12,8±0,7*	12,4±0,3*	12,7±0,2*
	3 group (LASEK), n=30	14,5±0,3	13,8±0,3	13,9±0,2	14,1±0,5
Corneal-compensated IOP (mm Hg)	1 group (ReLEx SMILE), n=50	14,5±0,7	13,5±0,7	13,1±0,7	11,7±0,8
	2 group (FEMTO-LASIK), n=30	15,5±0,6	13,9±0,5	13,1±0,4	11,1±0,6*
	3 group (LASEK), n=30	14,9±0,3	13,9±0,8	14,5±0,4	14,5±0,3
CRP	1 group (ReLEx SMILE), n=50	11,05±0,3	7,8±0,3	8,1±0,2	8,89±0,4
	2 group (FEMTO-LASIK), n=30	11,6±0,2	8,5±0,4	8,8±0,8	9,1±0,6
	3 group (LASEK), n=30	10,6±1,12	9,7±0,4	10,3±0,1	9,8±0,3
CH (mmHg)	1 group (ReLEx SMILE), n=50	11,4±0,2	8,1±0,9	8,8±0,3	9,4±0,4
	2 group (FEMTO-LASIK), n=30	11,5±0,3	9,7±0,3	9,5±0,8	9,1±0,6
	3 group (LASEK), n=30	10,3±0,9	9,0±0,2	9,7±0,7	9,8±0,2

**Notes:** \*significant difference (p<0.05) between these indicators compared to the corresponding values before surgery.

method. Intraocular pressure in the eyes of this group decreased by 17.4% (from 15.5±0.6 mmHg to 12.8±0.8 mmHg (p<0.05)); after 6 months and 1 year of observation, these indicators remained stable at the same level – 12.4±0.3 mmHg and 12.7±0.2 mmHg, respectively. A somewhat different dynamics of IOP was observed in the 3rd observation group, where the correction was performed using the LASEK method. In the eyes of this group, a slight decrease in IOP was noted only in the first month of observation by 9.3% (from 14.5±0.3 mmHg to 13.8±0.3 mmHg (p>0.05)). After 6 months, IOP in these eyes almost recovered and amounted to 13.9±0.2 mmHg, and after a year – 14.1±0.5 mmHg (the difference is not significant compared to baseline, p>0.05).

The same dynamics is observed in the analysis of corneal-compensated intraocular pressure indicators (**table**). Against the background of a decrease in IOP in all operated eyes, regardless of the correction method, corneal strength indicators also decrease. Thus, the corneal resistance factor (CRF) index decreased by 29.4% (from 11.05±0.3 to 7.8±0.3) in group 1 after 1 month, and by 26.7% (from 11.6±0.2 to 8.5±0.4) in group 2. The smallest decrease in CRF index was observed in group 3 – by 9.2% (from 10.6±1.1 to 9.7±0.4, p>0.05). Subsequently, a moderate recovery of these indicators is observed, however, their deficit remains in the first and second observation groups 6 months and a year after surgery. Only in the 3rd group did the corneal resistance factor (CRF) index almost recover after 1 year and was 9.8±0.3 versus 10.6±0.5 before surgery (p>0.05 compared to baseline data).

The corneal hysteresis (CH) index, which most characterizes the influence of external factors on the change in the strength properties of the cornea, also tends to decrease after refractive surgery, especially in the 1st and 2nd observation groups. After 1 year, the CH index is 17.5% lower than its initial value in eyes operated by the RELEX SMILE method and 20.8% lower than its initial value in eyes operated by the FEMTO-LASIK method (p<0.05). In

eyes operated by the LASEK method, a decrease in CH was recorded by only 9.2% (P>0.05).

With the development of femtolasers refractive surgery, the RELEX SMILE method is gaining the greatest popularity, which is considered the least invasive procedure compared to other laser correction methods, since it does not require the formation of a corneal flap, which contributes to the maximum preservation of the innervation of the cornea. At the same time, refractive surgeons often use other methods, such as FEMTO-LASIK and LASEK. Many studies in the ophthalmological literature are devoted to these correction methods [8, 9], but they most often concern direct refractive results. At the same time, when using various methods to change the curvature of the cornea, its thinning always occurs, accompanied by changes in intraocular pressure indicators and a decrease in the elastic-elastic properties of the cornea. In addition, various physical factors are used in the process of performing refractive interventions, such as the effect of vacuum in RELEX SMILE and FEMTO-LASIK, heating and evaporation in FEMTO-LASIK and LASEK, which also affect IOP and the strength characteristics of the cornea.

Our studies have shown that the least impact on IOP occurs when using LASEK technology. In eyes operated on with this method, IOP reduction in the early postoperative period occurred only by 9.3%, while where femtolasers technologies were used, intraocular pressure decreased most significantly – by 35.6% with RELEX SMILE and 17.4% with FEMTO-LASIK technology. Comparing the results obtained, it can be assumed that IOP changes are most affected by the time when the eye is under vacuum, which can cause microcirculatory disorders that lead to a decrease in IOP. Thus, when the LASEK vacuum is not used and IOP changes are minimal, the FEMTO-LASIK vacuum is used only for the stage of corneal flap cutting, and the time of its application is approximately 2 times less than with RELEX SMILE technology. Accordingly, the IOP reduction rates are almost 2 times lower.

Analyzing the indicators of the strength properties of the cornea, it was found that they also suffer the least when using LASEK technology. Thus, the decrease in the corneal hysteresis and CRF indicators occurred by 9.2% in eyes operated on by this method. The use of RELEX SMILE and FEMTO-LASIK technologies is accompanied by a more significant decrease in these indicators. Thus, the value of corneal hysteresis (CH) decreased by 28.9% and even after a year of observation, its deficit was 17.5% in eyes operated on by the RELEX SMILE method and 20.8% in eyes operated on by the FEMTO-LASIK method ( $p < 0.05$ ). The same dynamics is observed in the corneal resistance factor (CRF) indicators – a decrease of 29.4% when using RELEX SMILE and 26.7% when using FEMTO-LASIK. Over the year, the deficit in CRF values decreases slightly and amounts to 19.5% and 21.6%, respectively, for RELEX SMILE and FEMTO-LASIK.

It should be noted that a meta-analysis published in BMC Ophthalmology [10] reported that CH scores remained relatively stable over 3 years after RELEX SMILE compared to LASEK and FEMTO-LASIK. The authors attributed this to the fact that SMILE preserves a more significant portion of the corneal stroma, which minimizes changes in its biomechanics. However, our data suggest substantial changes in corneal resistance scores with RELEX SMILE in the early postoperative period compared to FEMTO-LASIK and LASEK, but with a faster recovery than FEMTO-LASIK.

Thus, our study results are consistent with the data of Yu M., Chen M. and Dai J., published in Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. The authors showed that 3 months after FEMTO-LASIK, a significant decrease in both CH and CRF is observed. However, the indicators stabilize by the end of the 3-year observation period, although they remain lower than preoperative values [11]. At the same time, we obtained data on the slightest effect of LASEK technology on CH and CRF indicators, which contradicts the data of Guo H., Hosseini-Moghaddam S.M. and Hodge W., who claimed that LASEK also causes significant changes in corneal biomechanics, since this procedure removes part of the epithelium, which reduces the structural stability of the cornea [10]. Perhaps these contradictions are related to the observation period, since our study provides data that were measured one month after surgery, i.e. after the completion of corneal epithelialization.

Thus, our research and analysis of literature data indicate that the main refractive techniques used at the pres-

ent stage allow to achieve a significant improvement in visual functions without additional correction, however, methods performed using the effect of vacuum on the eye, such as FEMTO-LASIK and RELEX SMILE, can affect intraocular pressure in the early postoperative period. Also, all refractive interventions reduce the strength characteristics of the cornea due to the loss of part of its stroma. However, these disadvantages are not critical and achieving high visual functions contributes to the widespread implementation of these techniques in clinical practice.

#### Conclusions.

1. Refractive surgery using LASEK, FEMTO-LASIK and RELEX SMILE methods is accompanied by a decrease in intraocular pressure in the early postoperative period by 9.3%, 17.4% and 35.6%, respectively, which may be associated with corneal thinning. The most significant changes in IOP with FEMTO-LASIK and RELEX SMILE may be due to the additional effect of vacuum on the eye when using a vacuum ring.

2. Regardless of the method of refractive interventions used in the surgical treatment of myopia and myopic astigmatism, in the early postoperative period, there is a slight loss of corneal strength characteristics, which is manifested in a decrease in the indicators of corneal hysteresis (CH) and corneal resistance factor (CRF) by 9.2% with LASEK, by 28.9% with the RELEX SMILE technique and by 20.8% with FEMTO-LASIK.

3. Analysis of the long-term results of refractive interventions indicates a faster recovery of corneal hysteresis indicators with the RELEX SMILE technique compared to FEMTO-LASIK. Thus, after a year of observation, the deficit of this indicator with RELEX SMILE was 19.5% versus 21.6% with FEMTO-LASIK.

#### Prospects for further research.

A promising direction is to study the mechanisms of IOP fluctuations and their impact on the stability of the refractive effect many years after surgery. This will allow us to understand how long-term IOP changes can affect myopia progression.

Further research should establish a correlation between changes in corneal stiffness, its elasticity and the risk of developing complications such as keratectasia or regression of the refractive effect.

A promising direction is to study the impact of the initial biomechanical parameters of the cornea on the choice of refractive surgery technique (LASIK, FEMTO-LASIK, RELEX SMILE, etc.). This will allow us to personalize treatment and reduce the risks of undesirable consequences.

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-362-371

УДК 617.713+612.842.6]:617.753.2/.3-089.168]-07

Завгородня Н. Г., Дорошенко Ю. Ю.

## КОЛИВАННЯ ВНУТРІШНЬООЧНОГО ТИСКУ ТА ЗМІНИ БІОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОГІВКИ В ПІЗНЬОМУ ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОМУ ПЕРІОДІ ПІСЛЯ РЕФРАКЦІЙНОЇ ХІРУРГІЇ МІОПІЇ ТА МІОПІЧНОГО АСТИГМАТИЗМУ

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет (м. Запоріжжя, Україна)

[Doroshenkovisus@gmail.com](mailto:Doroshenkovisus@gmail.com)

*Дослідження присвячено аналізу змін внутрішньоочного тиску (ВОТ) та біомеханічних властивостей рогівки в пізньому післяопераційному періоді після рефракційної хірургії міопії та міопічного астигматизму. Вивчено залежність між рівнем ВОТ, структурними змінами рогівки та довготривалим функціональним результатом.*



Після операцій таких як FEMTO-LASIK і RELEX SMILE, відбувається значне зменшення товщини рогівки, що впливає на її біомеханічну стабільність. Зниження рогівкової товщини та зміни її жорсткості можуть спричинити неточності у вимірюванні ВОР стандартними методами, що є важливим фактором у діагностиці. В дослідженні встановлено, що післяопераційні коливання ВОР пов'язані з індивідуальними особливостями рогівки, ступенем виправлення рефракції та типом проведеної операції.

Отримані результати підкреслюють необхідність використання адаптованих методів оцінки ВОР і біомеханічних параметрів рогівки після рефракційних втручань. Це дозволяє підвищити ефективність до вибору методу лазерної корекції та моніторингу стану пацієнтів. Дослідження акцентує увагу на необхідності індивідуального підходу до пацієнтів, враховуючи зміни біомеханіки рогівки для забезпечення довготривалих успішних результатів хірургічного лікування.

**Ключові слова:** міопія, міопічний астигматизм, внутрішньоочний тиск, біомеханічні властивості рогівки, рефракційна хірургія, FEMTO-LASIK, RELEX SMILE, LASEK.

### **Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.**

Дана стаття є складовою частиною науково-дослідницької роботи кафедри офтальмології ЗДМФУ: «Психо-емоційні, функціональні та морфологічні зміни організму при консервативному, хірургічному та лазерному лікуванні патології переднього та заднього відділів ока» (номер держреєстрації 0119U100936).

#### **Вступ.**

У багатьох країнах світу спостерігається значне збільшення поширеності міопії та міопічного астигматизму, особливо серед молоді. Наприклад, у Європі майже 80-90% підлітків мають міопію, що робить лазерну корекцію зору все більш актуальною [1]. Багато людей шукають способи поліпшення якості життя без використання окулярів чи контактних лінз. Це стимулює попит на ефективні методи корекції зору, зокрема лазерні технології. Лазерна корекція зору є однією з найпопулярніших та найефективніших методів корекції рефракційних аномалій, таких як міопія та астигматизм. За останні десятиліття відбулися значні зміни в лазерних технологіях рефракційної хірургії з використанням ексимерних та фемтосекундних лазерів. Нові методи корекції, такі як SMILE (Small Incision Lenticule Extraction) та фемтосекундний LASIK (FEMTO-LASIK), забезпечують більш точні та безпечні результати з мінімальним ризиком ускладнень і швидшим періодом відновлення. Однак, виконання цих операцій протікає із застосуванням різних параметрів вакууму, що призводить до гідродинамічної відповіді ока, а різна техніка хірургічного впливу на рогівку по різному впливає на зміни показників ригідності корнеосклеральної оболонки ока. Ці зміни можуть бути критичними для довготривалого прогнозу стабільності зору та для мінімізації ризиків розвитку ускладнень.

Більшість авторів визнають, що зміна біомеханічних властивостей рогівки, зокрема зниження її міцності та еластичності є однією з ключових проблем, що виникає після лазерної корекції зору [2], тому актуальність вивчення цих змін залишається важливою вже протягом десятиліть.

Сучасні дослідження в цьому напрямку зосереджені на вдосконаленні методів оцінки біомеханічних змін рогівки після лазерної корекції зору. Одним з найбільш поширених інструментів для цього є біомеханічні аналізатори, такі як Ocular Response Analyzer (ORA), який дозволяє оцінити пружні властивості рогівки та інші механічні характеристики, які важливі для розуміння змін після лазерної хірургії. ORA надає інформацію про коефіцієнт гістерезису рогівки та

її ригідність, що є ключовими параметрами для визначення біомеханічної стабільності рогівки [3, 4, 5]. Проведені раніше дослідження показали, що зміни ключових параметрів, що характеризують міцність рогівки (КГ) різняться після рефракційних операцій в залежності від обраного способу корекції [6].

Нами раніше було вивчено динаміку змін ВОР та коефіцієнт ригідності рогівки в ранньому післяопераційному періоді (протягом місяця) після проведення рефракційних втручань. Було встановлено, що через місяць після операції показники ФРП (фактор резистентності рогівки) та корнеального гістерезису (КГ) більше змінюються при використанні методики RELEX SMILE. Їх дефіцит на очах, прооперованих даним методом в середньому склав 28,5% та 19,8% відповідно проти 17,4% та 9,1% відповідно на очах, прооперованих методом FEMTO-LASIK (різниця достовірна,  $p < 0,05$ ) [7]. Однак, для комплексної оцінки ризиків, пов'язаних із послабленням міцнісних характеристик корнеосклеральної оболонки ока, представляє інтерес подальше вивчення змін названих параметрів в більш пізньому післяопераційному періоді, що й стало предметом даного дослідження.

#### **Мета дослідження.**

Підвищення якості моніторингу та ведення післяопераційного періоду при рефракційній хірургії міопії та міопічного астигматизму на основі вивчення динаміки коливань ВОР, показників рогівкового гістерезису та фактору резистентності рогівки.

#### **Об'єкт і методи дослідження.**

Проаналізовано результати оперативного лікування 60 пацієнтів (120 очей) з міопією слабкого та середнього ступеня та міопічним астигматизмом, яким була виконана корекція зору методами RELEX SMILE, FEMTO-LASIK та LASEK у клініці сучасної офтальмології «ВІЗУС» (м. Запоріжжя), що є клінічною базою кафедри офтальмології Запорізького державного медико-фармацевтичного університету. Дослідження проводилося згідно з принципами Гельсінської декларації охорони прав людини, конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину та положенням відповідних законів України. Протокол дослідження погоджено Локальним етичним комітетом для всіх, хто брав участь.

Критеріями включення в дослідження були: наявність міопії до -6 дптр, міопічного астигматизму до -4.0 дптр; товщина рогівки  $>500$  мк, проінформована згода на проведення лазерної корекції зору та участь у дослідженні.

Критеріями виключення – мінімальна центральна товщина рогівки менше 500 мк; метаболічні порушення, захворювання щитоподібної залози; гострі та

хронічні запальні захворювання ока, глаукома, катаракта; перенесені раніше корекції порушень рефракції.

Серед пацієнтів було 26 чоловіків (44%) та 34 жінки (56%) у віці від 19 до 38 років (середній вік  $27,28 \pm 1,08$ ). Усім пацієнтам проводились стандартні офтальмологічні обстеження (візометрія, авторефрактометрія, біомікроскопія, пряма офтальмоскопія, периметрія) та рефракційна діагностика, яка включала оцінку біомеханічних властивостей рогівки і вимірювання внутрішньоочного тиску (ВОТ), проведеного з урахуванням індивідуальних властивостей тканин рогівки на Ocular Response Analyzer (ORA) виробництва Reichert, США), кератотопографію з пахіметрією на діагностичному приладі Orbscan IIz, (Bausch & Lomb Incorporated, США), оптичну корентну топографію переднього відрізка ока (Visante OCT, Karl Zeiss Mediatec, Німеччина), оптичну біометрію оптичним біометром IOL Master 700 (Karl Zeiss Mediatec, Німеччина). Фемтосекундні втручання виконувалися на лазері Visumax (Carl Zeiss Mediatec, Німеччина). Ексимерлазерна частина корекції за методом FEMTO-LASIK та LASEK виконувалися на лазері Allegretto Wave Light EX 500 (Alcon, США). Рефракційний результат, показників офтальмотонусу, корнеального гістерезису (КГ) та фактору резистентності рогівки (ФРР) оцінювалось до операції, через 1 місяць, 6 місяців та через 1 рік після операції.

Досліджувані пацієнти були розподілені на 3 групи в залежності від обраного методу корекції аномалій рефракції. Першу групу склали 25 пацієнтів (50 очей), яким була виконана корекція зору методом RELEX SMILE. Серед них на 25 очах (50%) була міопія слабого ступеня, на 25 очах (50%) – середнього ступеня. До другої групи були віднесені 15 пацієнтів (30 очей), яким була проведена корекція зору методом FEMTO-LASIK. Серед них на 15 очах (50%) була міопія слабого ступеня, та на 15 очах (50%) міопія середнього ступеня. До третьої групи були віднесені 20 пацієнтів (40 очей), яким була проведена корекція зору методом LASEK. Серед них на 20 очах (50%) була міопія слабого ступеня, та на 20 очах (50%) міопія середнього ступеня. За віком, статтю та ступенем міопії всі три групи були співставимі між собою.

Стандартний післяопераційний супровід включав місцеве застосування стероїдних протизапальних засобів, антибактеріальних препаратів та натрію гіалуронат (0.15%) у вигляді очних крапель.

Статистична обробка отриманих даних проводилась із розрахунком середньої арифметичної варіаційного ряду (M) та її стандартної помилки (m). Для порівняння кількісних величин у парних рядах використовували t-критерій Стьюдента з попередньою оцінкою нормальності розподілу у варіаційному ряду. При відсутності нормального розподілу величин у досліджуваних вибірках застосовувався непараметричний критерій Манна-Уїтні. Відмінності вважалися достовірними при  $p < 0,05$ . Систематизація матеріалу і представлення результатів розрахунків виконували-

ся з використанням статистичного пакету електронних програм «Microsoft Excel 2017», «Statistica® for Windows 10.0» (Stat Soft Inc.).

#### Результати досліджень та їх обговорення.

Аналіз результатів дослідження показав, що досліджувані до проведення оперативного втручання групи були співставимі між собою за статтю та віком, некоригованою та коригованою гостротою зору та рефракцією. Після проведення рефракційної операції, некоригована гострота зору значно підвищилась та через 1 місяць складала  $0,96 \pm 0,01$  Од в 1 групі, (RELEX SMILE),  $0,96 \pm 0,010$  Од в 2 групі (FEMTO-LASIK) та  $0,72 \pm 0,004$  Од в третій групі (LASEK). Різниця показників некоригованої гостроти зору достовірно відрізнялася між показниками третьої групи в порівнянні з показниками 1 та 2 груп,  $p < 0,05$ . Показники 1 та 2 груп не мали достовірної різниці між собою,  $p > 0,05$ . Протягом року спостережень некоригована гострота зору у всіх трьох групах залишалася на тому ж рівні (рис.).

Далі було проведено дослідження змін внутрішньоочного тиску та біомеханічних характеристик рогівки на оперованих очах. Результати, отримані за допомогою аналізатора біомеханічних властивостей рогівки (ORA), дозволили оцінити зміну таких параметрів, як корнеальний гістерезис та фактор резистентності рогівки (табл.).

Відмічено достовірне зниження показників ВОТ за Гольдманом через 1 місяць після операції в 1 групі на  $35,6\%$  (з  $14,6 \pm 0,4$  мм.рт.ст. до  $9,4 \pm 0,3$  мм.рт.ст. ( $p < 0,05$ )). Вказані показники майже відновлюються через 6 місяців та через 1 рік спостереження ( $10,8 \pm 0,6$  та  $11,7 \pm 0,7$  мм.рт.ст. відповідно).

Декілька менше зниження показників ВОТ через 1 місяць після операції спостерігалось на очах 2-ї групи, де корекція виконувалась за методом FEMTO-LASIK. Внутрішньоочний тиск на очах даної групи знизився на  $17,4\%$  (з  $15,5 \pm 0,6$  мм.рт.ст. до  $12,8 \pm 0,8$  мм.рт.ст. ( $p < 0,05$ )), через 6 місяців та 1 рік спостереження вказані показники залишалися на тому ж рівні стабільними –  $12,4 \pm 0,3$  мм.рт.ст. та  $12,7 \pm 0,2$  мм.рт.ст. відповідно.

Дещо інша динаміка показників ВОТ спостерігалась в 3 групі спостереження, де корекція виконувалась методом LASEK. На очах цієї групи відмічено незначне зниження ВОТ лише в перший місяць спостережен-

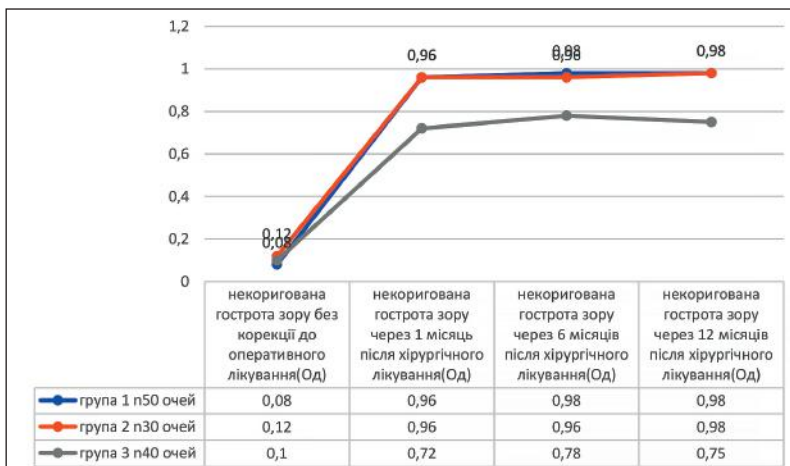


Рисунок – Некоригована гострота зору на очах з міопією та міопічним астигматизмом до та після рефракційної хірургії методами RELEX SMILE, FEMTO-LASIK та LASEK.

**Таблиця – Динаміка показників офтальмотонусу, рогівкового гістерезису та фактору резистентності рогівки на очах з міопією та міопічним астигматизмом до та після рефракційної хірургії методами RELEX SMILE, FEMTO-LASIK та LASEK (M±m)**

Період спостереження		До операції	Через 1 місяць після операції	Через 6 місяців після операції	Через 1 рік після операції
Групи спостереження, показники					
ВОТ за Гольдманом (мм рт. ст)	1 група (ReLEx SMILE), n=50	14,6±0,4	9,4±0,6*	10,8±0,6*	11,7±0,7*
	2 група (FEMTO-LASIK), n=30	15,5±0,6	12,8±0,7*	12,4±0,3*	12,7±0,2*
	3 група (LASEK), n=30	14,5±0,3	13,8±0,3	13,9±0,2	14,1±0,5
Рогівково-компенсований ВОТ (мм рт. ст)	1 група (ReLEx SMILE), n=50	14,5±0,7	13,5±0,7	13,1±0,7	11,7±0,8
	2 група (FEMTO-LASIK), n=30	15,5±0,6	13,9±0,5	13,1±0,4	11,1±0,6*
	3 група (LASEK), n=30	14,9±0,3	13,9±0,8	14,5±0,4	14,5±0,3
ФРР	1 група (ReLEx SMILE), n=50	11,05±0,3	7,8±0,3	8,1±0,2	8,89±0,4
	2 група (FEMTO-LASIK), n=30	11,6±0,2	8,5±0,4	8,8±0,8	9,1±0,6
	3 група (LASEK), n=30	10,6±1,12	9,7±0,4	10,3±0,1	9,8±0,3
КГ (мм рт. ст)	1 група (ReLEx SMILE), n=50	11,4±0,2	8,1±0,9	8,8±0,3	9,4±0,4
	2 група (FEMTO-LASIK), n=30	11,5±0,3	9,7±0,3	9,5±0,8	9,1±0,6
	3 група (LASEK), n=30	10,3±0,9	9,0±0,2	9,7±0,7	9,8±0,2

**Примітки:** \*достоверна різниця (p<0,05) між даними показниками в порівнянні з відповідними значеннями до операції.

ня на 9,3% (з 14,5±0,3мм.рт.ст. до 13,8±0,3 мм.рт.ст. (p>0,05)). Через 6 місяців показники ВОТ на цих очах майже відновлювались та становили 13,9±0,2 мм.рт.ст., а через рік – 14,1±0,5 мм.рт.ст. (різниця не достовірна в порівнянні з вихідними показниками, p>0,05).

Така ж динаміка спостерігається і при аналізі показників рогівково-компенсованого внутрішньоочного тиску (табл.).

На тлі зниження ВОТ на всіх прооперованих очах, незалежно від методу корекції, знижуються і міцнісні показники рогової оболонки. Так, показник фактору резистентності рогівки (ФРР) через 1 місяць в 1 групі зменшився на 29,4% (з 11,05±0,3 до 7,8±0,3), в 2групі – на 26,7% (з 11,6±0,2 до 8,5±0,4). В 3 групі відмічено найменше зниження показника ФРР – на 9,2 % (з 10,6±1,1 до 9,7±0,4, p>0,05). В подальшому спостерігається помірне відновлення даних показників, однак і через 6 місяців та рік після хірургічного втручання зберігається їх дефіцит в першій та другій групах спостереження. Лише в 3-й групі показник фактору резистентності рогівки (ФРР) через 1 рік майже відновлюється та становить 9,8±0,3 проти 10,6±0,5 до оперативного втручання (p>0,05 в порівнянні з висхідними даними).

Показник корнеального гістерезису (КГ), який найбільше характеризує вплив зовнішніх факторів на зміну міцнісних властивостей рогової оболонки також має тенденцію до зниження після проведення рефракційних операцій, особливо в 1-й та 2-й групах спостереження. Через 1 рік показник КГ на 17,5% менший за його висхідні значення на очах прооперованих методом RELEX SMILE та на 20,8% менший від висхідного на очах, прооперованих методом FEMTO-LASIK, (p<0,05). На очах, прооперованих методом LASEK зменшення КГ зафіксовано лише на 9,2% (P>0,05).

З розвитком фемтолазерної рефракційної хірургії, найбільшу популярність набуває метод RELEX SMILE, який вважається найменш інвазивною процедурою

порівняно з іншими методами лазерної корекції, оскільки не вимагає формування рогівкового клаптя, що сприяє максимальному збереженню іннервації рогової оболонки. В той же час рефракційні хірурги досить часто використовують і інші методи, такі як FEMTO-LASIK та LASEK. В офтальмологічній літературі досить багато досліджень, присвячених цим методам корекції [8, 9], однак вони, найчастіше, стосуються безпосередніх рефракційних результатів. В той же час при використанні різних методів, направлених на зміну кривизни рогової оболонки, завжди відбувається її витончення, що супроводжується змінами показників внутрішньоочного тиску та зменшенням пружно-еластичних властивостей рогової оболонки. Крім того в процесі виконання рефракційних втручань застосовуються різні фізичні фактори, такі як вплив вакууму при RELEX SMILE та FEMTO-LASIK, нагрівання та випарювання при FEMTO-LASIK та LASEK, які також впливають на ВОТ та міцнісні характеристики рогівки.

Проведені нами дослідження показали, що найменший вплив на показники ВОТ відбувається при використанні технології LASEK. На очах, прооперованих цим методом зниження ВОТ в ранньому післяопераційному періоді відбувалося лише на 9,3%, в той час як, де використовувалися фемтолазерні технології внутрішньоочний тиск знижувався найбільш значимо – на 35,6% при RELEX SMILE та 17,4% при застосуванні технології FEMTO-LASIK. Порівнюючи отримані результати, можливо припустити, що на зміни ВОТ найбільшим чином впливає час, коли око знаходиться під вакуумом, що може викликати мікроциркуляторні порушення, які призводять до зниження ВОТ. Так, при LASEK вакуум не застосовується і зміни ВОТ мінімальні, при FEMTO-LASIK вакуум використовуються лише для етапу викрування рогівкового клаптя і час його застосування приблизно в 2 рази менший, ніж при технології RELEX SMILE. Відповідно і показники зниження ВОТ майже в 2 рази нижчі.



Аналізуючи показники міцнісних властивостей рогівки, встановлено, що вони також найменше страждають при застосуванні технології LASEK. Так зниження показників кореального гістерезису та ФРР відбувалося на 9,2% на очах, прооперованих цим методом. Використання технологій RELEX SMILE та FEMTO-LASIK супроводжується більш значимим зниженням даних показників. Так значення кореального гістерезису (КГ) зменшилось на 28,9% і навіть через рік спостереження його дефіцит становив 17,5% на очах прооперованих методом ReLEx SMILE та 20,8% на очах, прооперованих методом FEMTO-LASIK, ( $p < 0,05$ ). Така ж динаміка спостерігається і в показниках фактору резистентності рогівки (ФРР) – зниження на 29,4% при застосуванні RELEX SMILE та на 26,7% при FEMTO-LASIK. Протягом року дефіцит значень ФРР дещо зменшується і становить 19,5% та 21,6% відповідно до RELEX SMILE та FEMTO-LASIK.

Слід зауважити, що мета аналіз, опублікований у BMC Ophthalmology [10], зазначається, що протягом 3 років після RELEX SMILE показники КГ залишаються відносно стабільними порівняно з LASEK та FEMTO-LASIK. Автори пов'язують це з тим, що технологія SMILE зберігає більшу частину строми рогівки, що мінімізує зміни її біомеханіки. Однак, одержані нами дані свідчать про значні зміни в показниках резистентності рогівки при використанні технології RELEX SMILE в ранньому післяопераційному періоді порівнянні з технологією FEMTO-LASIK та LASEK, однак більш швидке їх відновлення в порівнянні з технологією FEMTO-LASIK.

Таким чином, отримані нами результати дослідження узгоджуються з даними Yu M., Chen M. та Dai J., опублікованими в Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. Автори показали, що через 3 місяці після FEMTO-LASIK спостерігається значне зниження як КГ, так і ФРР. Однак до кінця 3-річного періоду спостереження показники стабілізуються, хоча й залишаються нижчими від передопераційних значень [11]. В той же час нами отримані дані про найменший вплив на показники КГ та ФРР технології LASEK, що вступає в протиріччя з даними Guo H., Hosseini-Moghaddam S.M. та Hodge W., які стверджували, що LASEK також викликає значні зміни у біомеханіці рогівки, оскільки при цій процедурі видаляється частина епітелію, що знижує структурну стабільність рогівки [10]. Можливо ці протиріччя пов'язані із строками спостереження так як в нашому дослідженні наведено дані, що вимірювалися через місяць після операції, тобто вже після завершення епітелізації рогової оболонки.

Таким чином, проведені нами дослідження та аналіз даних літератури свідчать про те, що основні рефракційні методики, що застосовуються на сучас-

ному етапі дозволяють досягти значного покращення зорових функцій без додаткової корекції, однак методи, що виконуються з використанням впливу вакууму на око, такі як FEMTO-LASIK та RELEX SMILE можуть впливати на внутрішньо очний тиск в ранньому післяопераційному періоді. Також всі рефракційні втручання зменшують міцнісні характеристики рогівки за рахунок втрати частини її строми. Однак вказані недоліки не є критичними, а досягнення високих зорових функцій сприяє широкому впровадженню даних методик в клінічну практику.

#### Висновки.

1. Виконання рефракційних оперативних втручань методами LASEK, FEMTO-LASIK та RELEX SMILE супроводжуються зниженням внутрішньо очного тиску в ранньому післяопераційному періоді на 9,3%, 17,4% та 35,6% відповідно, що може бути пов'язано з витонченням рогової оболонки. Найбільші зміни BOT при FEMTO-LASIK та RELEX SMILE можуть бути зумовлені додатковим впливом вакууму на око при застосуванні вакуумного кільця.

2. Незалежно від застосування методу рефракційних втручань при хірургічному лікуванні міопії та міопічного астигматизму, в ранньому післяопераційному періоді спостерігається незначна втрата міцнісних характеристик рогової оболонки, що проявляється в зменшенні показників кореального гістерезису (КГ) та фактору резистентності рогівки (ФРР) на 9,2% при LASEK, на 28,9% при застосуванні методики RELEX SMILE та на 20,8% при застосуванні FEMTO-LASIK.

3. Аналіз віддалених результатів рефракційних втручань свідчить про більш швидке відновлення показників кореального гістерезису при застосуванні методики RELEX SMILE в порівнянні з FEMTO-LASIK. Так, через рік спостереження дефіцит даного показника при RELEX SMILE становив 19,5% проти 21,6% при FEMTO-LASIK.

#### Перспективи подальших досліджень.

Перспективним напрямом є дослідження механізмів коливань BOT та їх впливу на стабільність рефракційного ефекту через багато років після операції. Це дозволить зрозуміти, як довготривалі зміни BOT можуть впливати на прогресування міопії.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на встановлення кореляції між змінами жорсткості рогівки, її еластичності та ризиком розвитку таких ускладнень, як кератектазія або регресія рефракційного ефекту.

Перспективним є дослідження впливу вихідних біомеханічних параметрів рогівки на вибір методики рефракційної хірургії (LASIK, FEMTO-LASIK, RELEX SMILE, тощо). Це дозволить персоналізувати лікування і знизити ризики небажаних наслідків.

### References / Література

- Li H, Wang Y, Dou R, Wei P, Zhang J, Zhao W, et al. Intraocular pressure changes and relationship with corneal biomechanics after SMILE and FS-LASIK. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016;57(8):4180-4186. DOI: [10.1167/iov.16-19615](https://doi.org/10.1167/iov.16-19615).
- Roberts CJ. Biomechanics of the cornea and wavefront-guided LASIK. J Refract Surg. 2000;16(5):587-592. DOI: [10.3928/1081-597X-20020901-18](https://doi.org/10.3928/1081-597X-20020901-18).
- Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an Ocular Response Analyzer. J Cataract Refract Surg. 2005;31(1):156-162. DOI: [10.1016/j.jcrs.2004.10.044](https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.10.044).
- Shah S, Laiquzzaman M, Bhojwani R, Garway-Heath D, McLeod D. Assessment of the biomechanical properties of the cornea with the Ocular Response Analyzer in normal and keratoconic eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006;47(3):491-495. DOI: [10.1167/iov.04-0694](https://doi.org/10.1167/iov.04-0694).
- Pepose JS, Feigenbaum SK, Qazi MA, Sanderson JP, Roberts CJ. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using the Ocular Response Analyzer. J Refract Surg. 2007;23(7):697-704. DOI: [10.1016/j.ajo.2006.09.036](https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.09.036).



- Chen M, Yu M, Dai J. Comparison of biomechanical effects of small incision lenticule extraction and laser-assisted subepithelial keratomileusis. *Acta Ophthalmol.* 2016;94(6):586-591. DOI: [10.1111/aos.13035](https://doi.org/10.1111/aos.13035).
- Zavgorodnia NH, Doroshenko YY. Dynamika pokaznykiv oftal'motonusu, rohivkovoho histerezu ta faktora rezystentnosti rohivky na ochakh z miopiyeu ta miopichnym astyhmatozom pry refraktsiyniy khirurhiyi metodamy FEMTO-LASIK ta ReLEx SMILE v rann'omu pislyooperatsiynomu periodi. *Arkhiv oftal'mologiyi Ukrayiny.* 2022;10(3):65-71. DOI: <https://doi.org/10.22141/2309-8147.10.3.2022.309>. [in Ukrainian].
- Demirok A, Agca A, Ozgurhan EB, Bozkurt E, Celik U, Demircan A, et al. Femtosecond lenticule extraction for correction of myopia: a 6-month follow-up study. *Clin Ophthalmol.* 2013;7:1041-1047. DOI: [10.2147/OPTH.S45225](https://doi.org/10.2147/OPTH.S45225).
- El-Mayah E, Anis M, Salem M, Pinero D, Hosny M. Comparison between Q-adjusted LASIK and small-incision lenticule extraction for correction of myopia and myopic astigmatism. *Eye Contact Lens.* 2018;44(2):S426-S432. DOI: [10.1097/ICL.0000000000000532](https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000532).
- Guo H, Hosseini-Moghaddam SM, Hodge W. Corneal biomechanical properties after SMILE versus FLEX, LASIK, LASEK, or PRK: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol.* 2019;19(1):167. DOI: [10.1186/s12886-019-1165-3](https://doi.org/10.1186/s12886-019-1165-3).
- Yu M, Chen M, Dai J. Comparison of the posterior corneal elevation and biomechanics after SMILE and LASEK for myopia: a short- and long-term observation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2019;257(3):601-606. DOI: [10.1007/s00417-018-04227-5](https://doi.org/10.1007/s00417-018-04227-5).

## КОЛИВАННЯ ВНУТРІШНЬООЧНОГО ТИСКУ ТА ЗМІНИ БІОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОГІВКИ В ПІЗНЬОМУ ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОМУ ПЕРІОДІ ПІСЛЯ РЕФРАКЦІЙНОЇ ХІРУРГІЇ МІОПІЇ ТА МІОПІЧНОГО АСТИГМАТИЗМУ

Завгородня Н. Г., Дорошенко Ю. Ю.

**Резюме.** Метою дослідження було підвищення якості моніторингу та ведення післяопераційного періоду при рефракційній хірургії міопії та міопічного астигматизму на основі вивчення динаміки коливань ВОР, показників рогівкового гістерезису та фактору резистентності рогівки.

**Об'єкт і методи дослідження.** Проаналізовано результати оперативного лікування 60 пацієнтів (120 очей) з міопією слабкого та середнього ступеня та міопічним астигматизмом, яким була виконана корекція зору методами Relex SMILE, Femto-LASIK та LASEK у клініці сучасної офтальмології «ВІЗУС» (м. Запоріжжя), що є клінічною базою кафедри офтальмології Запорізького державного медико-фармацевтичного університету. Серед пацієнтів було 26 чоловіків (44%) та 34 жінки (56%) у віці від 19 до 38 років (середній вік 27,28±1,08), які були розподілені на 3 групи в залежності від обраного методу корекції аномалій рефракції. Першу групу склали 25 пацієнтів (50 очей), яким була виконана корекція зору методом ReLEx SMILE, другу групу – 15 пацієнтів (30 очей), яким була проведена корекція зору методом FEMTO-LASIK, до третьої групи були віднесені 20 пацієнтів (40 очей), яким була проведена корекція зору методом LASEK. Усім пацієнтам проводились стандартні офтальмологічні обстеження, рефракційна діагностика яка включала оцінку біомеханічних властивостей рогівки і вимірювання внутрішньоочного тиску (ВОТ), проведеного з урахуванням індивідуальних властивостей тканин рогівки на Ocular Response Analyzer (ORA).

**Результати.** Проведені нами дослідження показали, що найменший вплив на показники ВОТ відбувається при використанні технології LASEK. На очах, прооперованих цим методом зниження ВОТ в ранньому післяопераційному періоді відбувалося лише на 9,3%, в той час як, де використовувалися фемтолазерні технології внутрішньоочний тиск знижувався найбільш значимо – на 35,6% при ReLEx SMILE та 17,4% при застосуванні технології FEMTO-LASIK.

**Висновки.** Виконання рефракційних оперативних втручань методами LASEK, FEMTO-LASIK та ReLEx SMILE супроводжуються зниженням внутрішньо очного тиску в ранньому післяопераційному періоді на 9,3%, 17,4% та 35,6% відповідно, що може бути пов'язано з витонченням рогової оболонки. Найбільші зміни ВОТ при FEMTO-LASIK та ReLEx SMILE можуть бути зумовлені додатковим впливом вакууму на око при застосуванні вакуумного кільця.

**Ключові слова:** міопія, міопічний астигматизм, внутрішньоочний тиск, біомеханічні властивості рогівки, рефракційна хірургія, FEMTO-LASIK, RELEX SMILE, LASEK.

## FLUCTUATIONS IN INTRAOCULAR PRESSURE AND CHANGES IN THE BIOMECHANICAL PROPERTIES OF THE CORNEA IN THE LATE POSTOPERATIVE PERIOD AFTER REFRACTIVE SURGERY FOR MYOPIA AND MYOPIC ASTIGMATISM

Zavgorodnia N. G., Doroshenko Y. Y.

**Abstract.** The aim of the study is to improve the quality of monitoring and management of the postoperative period in refractive surgery for myopia and myopic astigmatism based on the study of the dynamics of IOP fluctuations, corneal hysteresis indicators and corneal resistance factor.

**Object and research methods.** The results of surgical treatment of 60 patients (120 eyes) with mild and moderate myopia and myopic astigmatism, who underwent vision correction using the Relex SMILE, Femto-LASIK and LASEK methods in the clinic of modern ophthalmology "VISUS" (Zaporizhzhya), which is the clinical base of the Department of Ophthalmology of the Zaporizhia State Medical and Pharmaceutical University, were analyzed. Among the patients, there were 26 men (44%) and 34 women (56%) aged 19 to 38 years (mean age 27.28±1.08), who were divided into 3 groups depending on the chosen method of correction of refractive errors. The first group consisted of 25 patients (50 eyes) who underwent vision correction using the ReLEx SMILE method, the second group consisted of 15 patients (30 eyes) who underwent vision correction using the FEMTO-LASIK method, and the third group consisted of 20 patients (40 eyes) who underwent vision correction using the LASEK method. All patients underwent standard ophthalmological examinations, refractive diagnostics, which included an assessment of the biomechanical properties of the cornea and measurement of intraocular pressure (IOP), performed taking into account the individual properties of corneal tissues using the Ocular Response Analyzer (ORA).

**Results.** Our studies have shown that the least impact on IOP occurs when using LASEK technology. In eyes operated on by this method, the IOP decrease in the early postoperative period occurred only by 9.3%, while in eyes

where femtolasers technology was used, the intraocular pressure decreased most significantly – by 35.6% with ReLEx SMILE and 17.4% with FEMTO-LASIK technology.

**Conclusions.** Refractive surgery using LASEK, FEMTO – LASIK and RELEX SMILE methods is accompanied by a decrease in intraocular pressure in the early postoperative period by 9.3%, 17.4% and 35.6%, respectively, which may be associated with corneal thinning. The largest changes in IOP with FEMTO – LASIK and ReLEx SMILE may be due to the additional effect of vacuum on the eye when using a vacuum ring.

**Key words:** myopia, myopic astigmatism, intraocular pressure, biomechanical properties of the cornea, refractive surgery, FEMTO-LASIK, RELEX SMILE, LASEK.

**ORCID and contributionship: / ORCID кожного автора та його внесок до статті:**

Zavgorodnia N.G.: <https://orcid.org/0000-0002-5678-4196><sup>AEF</sup>

Doroshenko Y.Y.: <https://orcid.org/0000-0002-7565-5314><sup>ABCD</sup>

**Conflict of interest / Конфлікт інтересів:**

The authors declare no conflict of interest. / Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

**Corresponding author / Адреса для кореспонденції**

Doroshenko Yuliya Yuriyivna / Дорошенко Юлія Юріївна  
Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University / Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Ukraine, 69000, Zaporizhzhia, 26 Mayakovsky Avenue / Адреса: Україна, 69000, м. Запоріжжя, проспект Маяковського 26

Tel.: +380665581791 / Тел.: +380665581791

E-mail: [Doroshenkovisus@gmail.com](mailto:Doroshenkovisus@gmail.com)

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 20.07.2024 / Стаття надійшла 20.07.2024 року

Accepted 19.11.2024 / Стаття прийнята до друку 19.11.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-371-380

UDC 616.36-003.826:616.34-008.87]-085.331

**Kvit K. B.**

## POSSIBILITIES OF USING OF RIFAXIMIN IN MANAGING SMALL INTESTINAL BACTERIAL OVERGROWTH IN PATIENTS WITH NONALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE

Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Lviv, Ukraine)

[akskris88@gmail.com](mailto:akskris88@gmail.com)

*Nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) is a common metabolic disorder frequently accompanied by small intestinal bacterial overgrowth (SIBO). SIBO exacerbates NAFLD progression through systemic inflammation, impaired intestinal barrier function, and metabolic disturbances. Rifaximin, an antibiotic with minimal systemic absorption, has proven effective in treating SIBO by improving microbiota composition and reducing inflammatory processes.*

*Aim is to determine the prevalence of SIBO in patients with NAFLD, assess the effect of rifaximin on clinical, biochemical, and metabolic parameters, and explore its potential use in treating this condition.*

*The study included 152 patients with NAFLD and 47 individuals in the control group. SIBO was diagnosed using the hydrogen breath test. All NAFLD patients received rifaximin (200 mg three times daily for 14 days). Clinical symptoms, biochemical indicators, lipid profile, and ultrasound parameters were evaluated before and after treatment.*

*SIBO was detected in 50% of NAFLD patients compared to 23.4% in the control group. After therapy, the prevalence of SIBO decreased to 32.4%, and clinical symptoms (abdominal pain, bloating, flatulence) significantly improved ( $p \leq 0.05$ ). Biochemical indicators such as ALT, AST, high-sensitivity CRP, alkaline phosphatase, and HOMA-IR index were significantly reduced. The lipid profile also improved, with reductions in total cholesterol and triglycerides and an increase in HDL-C levels.*

*Rifaximin effectively reduces SIBO prevalence, improves gastrointestinal symptoms, and positively impacts biochemical and metabolic parameters in NAFLD patients. Its use may represent a promising direction in the comprehensive treatment of NAFLD.*

**Key words:** small intestinal bacterial overgrowth, SIBO, NAFLD, steatosis, rifaximin.

**Connection of the publication with planned research works.**

The article is a fragment of the research topic “Features of the pathogenesis, diagnosis, and treatment of diseases of the cardiovascular, digestive, endocrine, and

respiratory systems in clinical and experimental settings” (state registration number 0120U002142).

**Introduction.**

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is one of the most common chronic liver pathologies worldwide,