

# Рефракционная экстракция лентикулы роговицы методом CLEAR: Анализ собственных данных 700 пациентов

К.Б. Першин<sup>1,2</sup>Ю.С. Кудрявцева<sup>3</sup>Н.Ф. Пашинова<sup>1,2</sup>А.Ю. Цыганков<sup>1</sup>Е.А. Антонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Офтальмологический центр «Экспер»  
ул. Марксистская, 3, стр. 1, Москва, 109147, Российская Федерация

<sup>2</sup> Академия последилового образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр»  
Федерального медико-биологического агентства  
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

<sup>3</sup> Офтальмологический центр «Экспер»  
ул. Нулибина, 3, Нижний Новгород, 603022, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):47-53

**Цель:** анализ результатов применения методики CLEAR на значительной выборке пациентов с миопией различной степени. **Пациенты и методы.** Всего в работу вошли 700 пациентов, из них 518 женщин (74 %) и 182 мужчины (26 %) в возрасте от 18 до 50 ( $28,4 \pm 7,6$ ) лет. Пациентам выполнено хирургическое вмешательство CLEAR (удаление роговичной лентикулы для усовершенствованной коррекции рефракции) на обоих глазах на многофункциональной фемтосекундной лазерной системе FEMTO LDV Z8. Средний срок наблюдения за пациентами составил 6 месяцев. **Результаты.** Показано статистически значимое увеличение НКОЗд с  $0,21 \pm 0,14$  до операции до  $0,95 \pm 0,07$  в максимальном периоде наблюдения ( $p < 0,05$ ). Отмечали значимую положительную динамику сферического компонента рефракции ( $p < 0,05$ ), при этом в срок наблюдения 6 месяцев определены средние значения  $0,14 \pm 0,34$ , что соответствовало целевой эмметропии. При анализе динамики цилиндрического компонента рефракции показано его уменьшение с  $-0,82 \pm 0,39$  в предоперационном периоде до  $-0,40 \pm 0,40$  в максимальный период наблюдения ( $p > 0,05$ ). Для показателей кератометрии K1 и K2 также показано снижение через 1 день наблюдений с последующим увеличением в период наблюдения 6 месяцев. Наибольшее снижение толщины роговицы отмечено на следующий день после операции (с  $551,9 \pm 34,3$  до  $439,4 \pm 41,8$  мкм). Далее определили увеличение данного показателя до  $455,7 \pm 34,4$  мкм в максимальный период наблюдения. Из осложнений зарегистрировали потерю вакуума в двух случаях (0,28 %) на начальном этапе освоения методики, надрыв инцизии в 6 случаях (0,85 %), непрозрачный пузырьковый слой в 7 случаях (1 %), единичные субконъюнктивальные кровоизлияния. **Заключение.** Собственный опыт удаления роговичной лентикулы для усовершенствованной коррекции рефракции у 700 пациентов показал несложность в освоении, комфортность для хирурга и пациента, безопасность и эффективность данной методики в коррекции миопии и миопического астигматизма и уменьшение толщины роговицы, соответствующее величине корригируемой миопии в период наблюдения 6 месяцев.

**Ключевые слова:** миопия, лазерная коррекция, экстракция лентикулы, CLEAR

**Для цитирования:** Першин К.Б., Кудрявцева Ю.С., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А. Рефракционная экстракция лентикулы роговицы методом CLEAR: анализ собственных данных 700 пациентов. *Офтальмология*. 2025;22(1):47-53. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-47-53>

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**



# Refractive Corneal Lenticule Extraction by CLEAR: Analysis of our own Data 700 Patients

K.B. Pershin<sup>1,2</sup>, Yu.S. Kudryavtseva<sup>3</sup>, N.F. Pashinova<sup>1,2</sup>, A.Iu. Tsygankov<sup>1</sup>, E.A. Antonov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> "Eximer" Eye Center

Marksistskaya str. 3/1, Moscow, 109147, Russian Federation

<sup>2</sup> Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical-Biological Agency  
Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

<sup>3</sup> "Eximer" Eye Center

Kulibina str. 3, Nizhniy Novgorod, 603022, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):47–53**

**Purpose:** analysis of the results of using CLEAR technique on a significant sample of patients with myopia of various degrees. **Patients and methods.** A total of 700 patients were included. There were 518 female (74%) and 182 male (26%) aged 18 to 50 ( $28.4 \pm 7.6$ ) years. Patients underwent CLEAR surgery (corneal lenticule removal for advanced refractive correction) in both eyes on the FEMTO LDV Z8 multifunctional femtosecond laser system. The average follow-up period for the patients was 6 months. **Results.** A statistically significant increase of UCDVA from  $0.21 \pm 0.14$  before surgery to  $0.95 \pm 0.07$  in the maximum follow-up period was shown ( $p < 0.05$ ). Significant positive dynamics of the spherical component of refraction was noted ( $p < 0.05$ ), with mean values of  $0.14 \pm 0.34$  at the 6-month follow-up period, which corresponded to the target emmetropia. When analyzing the dynamics of the cylindrical component of refraction, its decrease from  $-0.82 \pm 0.39$  in the preoperative period to  $-0.40 \pm 0.40$  in the maximum follow-up period was shown ( $p > 0.05$ ). Keratometry parameters K1 and K2 also showed a tendency to decrease after 1 day of observation with a subsequent increase in the observation period of 6 months. The greatest decrease in corneal thickness was noted on the next day after surgery (from  $551.9 \pm 34.3$  to  $439.4 \pm 41.8$   $\mu\text{m}$ ). Further, the increase of this index up to  $455.7 \pm 34.4$   $\mu\text{m}$  in the maximum observation period was noted. Among the complications we noted the loss of vacuum in two cases (0.28 %) at the initial stage of mastering the technique, incisional tear in 6 cases (0.85 %), opaque bubble layer in 7 cases (1 %), single subconjunctival hemorrhages. **Conclusion.** Our own experience of corneal lenticule removal for advanced refractive correction in 700 patients showed that the technique was easy to master, comfortable for surgeon and the patient, safe and effective in the correction of myopia and myopic astigmatism, and there were no significant decrease in corneal thickness during the follow-up period of 6 months.

**Keywords:** myopia, laser correction, lenticule extraction, CLEAR

**For citation:** Pershin K.B., Kudryavtseva Yu.S., Pashinova N.F., Tsygankov A.Yu., Antonov E.A. Refractive Corneal Lenticule Extraction by CLEAR: analysis of our own Data 700 Patients. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):47–53. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-47-53>

**Financial Disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

**There is no conflict of interests.**

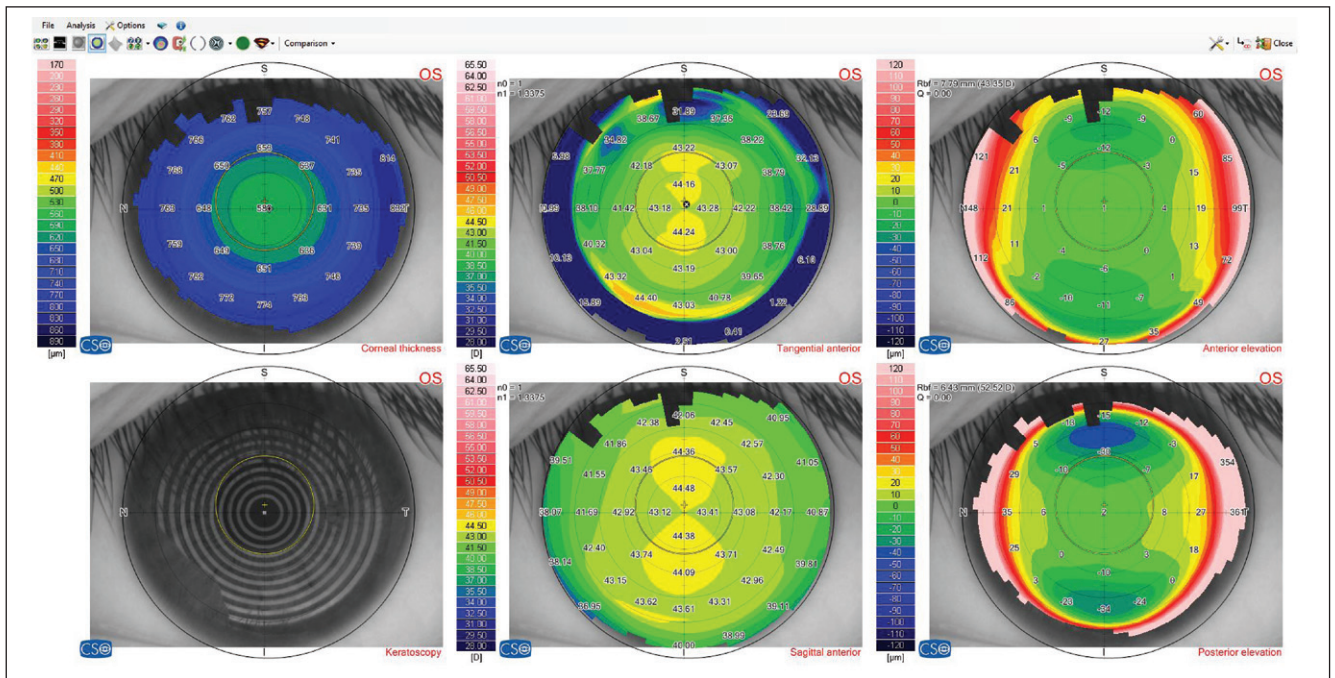
## АКТУАЛЬНОСТЬ

Кераторефракционная экстракция лентикулы (KLEx) быстро завоевала популярность в области рефракционной хирургии как минимально инвазивный метод коррекции близорукости и миопического астигматизма [1–3]. Эта инновационная методика обеспечивает результаты, сопоставимые с результатами фемтосекундного лазерного кератомилеза *in situ* (FS-LASIK) при близорукости [4, 5]. Кроме того, лоскутная процедура дает потенциальное преимущество в виде лучшей биомеханической стабильности роговицы и сохранения физиологической иннервации [6].

Первая версия процедуры удаления лентикулы с помощью фемтосекундного лазера VisuMax (Carl Zeiss Meditec) была представлена в 2011 году [7]. С тех пор различные производители активно занимаются разработкой специальных фемтосекундных лазерных модулей для дальнейшего совершенствования и оптимизации этого подхода. Низкоэнергетический фемтосекундный

лазер Z8 компании Ziemer Ophthalmic Systems представляет собой одну из таких платформ, а процедура KLEx, получившая название CLEAR (corneal lenticule extraction for advanced refractive correction), была представлена в апреле 2020 года. Основные преимущества методики включают минимальное нарушение биомеханических свойств роговицы, отсутствие осложнений, связанных с формированием роговичного клапана, высокую точность результатов, возможность центрации после докинга, компенсацию циклоторсии, гладкую и однородную поверхность лентикулы и легкое ее выделение, формирование газоотводных туннелей для снижения вероятности образования непрозрачного слоя [7, 8].

Результаты применения CLEAR представлены в многочисленных исследованиях, при этом в основном с использованием на относительно небольшой выборке [7–9]. Тем не менее эти ранние исследования продемонстрировали обнадеживающие рефракционные результаты, подчеркивающие потенциальную безопасность и эффективность этой процедуры [8, 10, 11]. Имеется мнение,



**Рис. 1.** Пахиметрия у пациента в дооперационном периоде

**Fig. 1.** Pachymetry in a patient in the preoperative period

что CLEAR — самая короткая по времени рефракционная операция [12, 13]. Несмотря на эти данные, на сегодняшний день исследования, в которых оценивали значительную выборку пациентов после CLEAR, единичны.

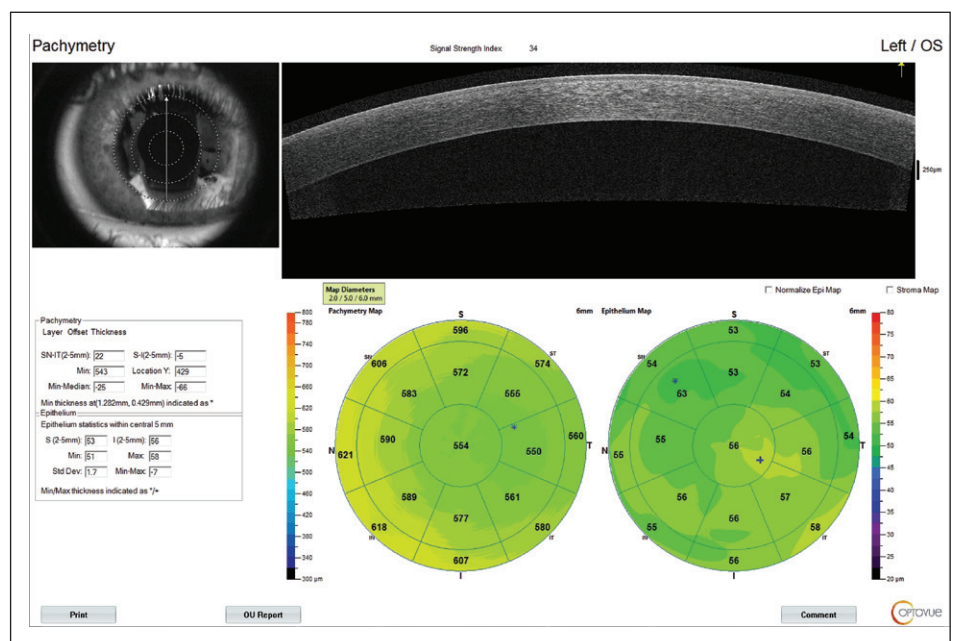
**Цель** — анализ результатов применения методики CLEAR на значительной выборке пациентов с миопией различной степени.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследование вошли 700 пациентов, из них 518 женщин (74 %) и 182 мужчины (26 %) в возрасте от 18 до 50 ( $28,4 \pm 7,6$ ) лет.

Всем пациентам проведена визометрия с коррекцией и без нее вдаль, тонометрия, периметрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, определение переднезадней оси глаза и глубины передней камеры, характера зрения, дуохромный тест и тест на доминантный глаз, оценка состояния глазной поверхности, обследование на корнеальном топографе Sirius (CSO, Италия), оценка рефракции, показателей K1 и K2 и толщины роговицы (рис. 1), оптическая когерентная томография (рис. 2).

До операции некорригированная острота зрения вдаль (НКОЗд) составляла от 0,01 до 0,35 ( $0,21 \pm 0,14$ ), максимально корригированная острота зрения вдаль (МКОЗд) — от 0,2 до 1,0 ( $0,94 \pm 0,12$ ), диапазон сферического компонента рефракции — от  $-10,00$  до  $-2,25$  ( $-4,24 \pm 1,5$ ) дптр, цилиндрического — от  $-2,75$  до 0 ( $-0,82 \pm 0,39$ ) дптр. Показатели кератометрии до операции варьировали в следующем диапазоне: K1 от 40,0 до 47,75 ( $43,6 \pm 1,74$ ), K2 — от 40,0 до 48,5 ( $44,39 \pm 1,21$ ). Средние показатели толщины роговицы составили  $551,9 \pm 34,3$  (от



**Рис. 2.** ОКТ у пациента в дооперационном периоде

**Fig. 2.** OCT in a patient in the preoperative period

494 до 661) мкм. В предоперационном периоде исключали использование пациентами мягких контактных линз за 5–7 дней, жестких контактных линз — за 1 месяц до операции. Пациентам выполнено хирургическое вмешательство CLEAR (Corneal Lenticule Extraction for Advanced Refractive Correction) на обоих глазах на многофункциональной фемтосекундной лазерной системе FEMTO LDV Z8 (Ziemer, Швейцария) (рис. 3).

К основным преимуществам данной системы относятся возможность работы лазера на максимально низком уровне энергии с высокой частотой импульсов, мобильность системы и ее устойчивость к внешним факторам, наличие запатентованной схемы сканирования с перекрывающимися точками, интраоперационной ОКТ-визуализации и надежного вакуума. Инструменты для выполнения операции включали: шпатель для экстракции лентикулы, зубчатый пинцет-насадка 25Ga, канюля 23Ga, маркерная подушечка и краска для разметки (при наличии астигматизма).

Этапы операции: докинг, фемтодиссекция: формирование вначале нижней рефракционной, потом верхней поверхности лентикулы, формирование инцизии (1-я инцизия 1,6 мм на OD 155°, на OS 145°, угол входа инцизии 80°), затем механическое выделение и извлечение лентикулы. Резидуальная толщина стромы составляла не менее 300 мкм, CAP не менее 110 мкм, а оптическая зона — 6,5 мм. Разглаживание роговичной поверхности не использовали, а роговичный карман промывали раствором BSS. Средний срок наблюдения за пациентами составил 6 месяцев.

Статистическую обработку результатов проводили с расчетом *t*-критерия Стьюдента и точного критерия Фи-

шера на программах Microsoft Excel 2010 и Statistica10.1 («StatSoft», США). Различия между выборками считали достоверными при  $p < 0,05$ , доверительный интервал 95 %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика основных исследуемых параметров представлена в таблице.

**Таблица.** Основные параметры в послеоперационном периоде в исследуемой группе пациентов

**Table.** Main parameters in the postoperative period in the studied group of patients

|                                                        | 1 день<br>1 day | 1 месяц<br>1 month | 6 месяцев<br>6 months |
|--------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| <b>НКОЗд<br/>UCDVA</b>                                 |                 |                    |                       |
| Min                                                    | 0,1             | 0,2                | 0,6                   |
| Max                                                    | 1               | 1                  | 1                     |
| M                                                      | 0,74            | 0,92               | 0,95                  |
| SD                                                     | 0,19            | 0,13               | 0,07                  |
| <b>МКОЗд<br/>BCDVA</b>                                 |                 |                    |                       |
| Min                                                    | 0,3             | 0,6                | 0,7                   |
| Max                                                    | 1               | 1                  | 1                     |
| M                                                      | 0,77            | 0,94               | 0,98                  |
| SD                                                     | 0,20            | 0,11               | 0,09                  |
| <b>Sph (дптр)<br/>Sph (D)</b>                          |                 |                    |                       |
| Min                                                    | -1,5            | -1,5               | -0,75                 |
| Max                                                    | 2,25            | 2                  | 1,5                   |
| M                                                      | 0,19            | 0,17               | 0,14                  |
| SD                                                     | 0,51            | 0,48               | 0,34                  |
| <b>Cyl (дптр)<br/>Cyl (D)</b>                          |                 |                    |                       |
| Min                                                    | -2,5            | -2,0               | -1,5                  |
| Max                                                    | 0,75            | 0,5                | 0                     |
| M                                                      | -0,30           | -0,42              | -0,40                 |
| SD                                                     | 0,89            | 0,47               | 0,40                  |
| <b>K1</b>                                              |                 |                    |                       |
| Min                                                    | 35              | 35                 | 35,75                 |
| Max                                                    | 45,25           | 45                 | 43,5                  |
| M                                                      | 39,9            | 40,6               | 42,7                  |
| SD                                                     | 1,59            | 1,54               | 1,58                  |
| <b>K2</b>                                              |                 |                    |                       |
| Min                                                    | 34,5            | 35,75              | 36,5                  |
| Max                                                    | 45,0            | 45,5               | 44,5                  |
| M                                                      | 40,2            | 40,5               | 40,9                  |
| SD                                                     | 1,54            | 1,48               | 1,51                  |
| <b>Толщина роговицы, мкм<br/>Corneal thickness, μm</b> |                 |                    |                       |
| Min                                                    | 391             | 396                | 404                   |
| Max                                                    | 512             | 524                | 518                   |
| M                                                      | 439,4           | 442,8              | 455,7                 |
| SD                                                     | 41,8            | 36,2               | 34,4                  |



**Рис. 3.** Внешний вид фемтосекундного лазера FEMTO LDV Z8

**Fig. 3.** External view of the femtosecond laser FEMTO LDV Z8

Показано статистически значимое увеличение НКОЗд с  $0,21 \pm 0,14$  до операции до  $0,95 \pm 0,07$  в максимальном периоде наблюдения ( $p < 0,05$ ) (рис. 4).

Помимо НКОЗд отмечали значимую положительную динамику сферического компонента рефракции ( $p < 0,05$ ), при этом в срок наблюдения 6 месяцев определены средние значения  $0,14 \pm 0,34$ , что соответствовало целевой эметропии (рис. 5).

При анализе динамики цилиндрического компонента рефракции показано его уменьшение с  $-0,82 \pm 0,39$  в предоперационном периоде до  $-0,40 \pm 0,40$  в максимальный период наблюдения ( $p > 0,05$ ). Для показателей кератометрии K1 и K2 также отмечена тенденция к снижению через 1 день наблюдений с последующим увеличением в период наблюдения 6 месяцев (табл.). Наибольшее снижение толщины роговицы зарегистрировано на следующий день после операции (с  $551,9 \pm 34,3$  до  $439,4 \pm 41,8$  мкм). Далее отмечали увеличение данного показателя до  $455,7 \pm 34,4$  мкм в максимальный период наблюдения.

Из осложнений отмечали потерю вакуума в двух случаях (0,28 %) на начальном этапе освоения методики, надрыв инцизии в 6 случаях (0,85 %), непрозрачный пузырьковый слой в 7 случаях (1 %), единичные субконъюнктивальные кровоизлияния. В случаях потери вакуума и неполного формирования лентиккулы благодаря наличию интраоперационной ОКТ-визуализации докинг проводили повторно с попаданием в зону первичного реза, не переходя на технологию ФемтоЛАСИК. Такие осложнения, как разрыв лентиккулы, диффузный ламеллярный кератит, дебрис и перфорацию CAP, не наблюдали.

Внедрение в клиническую практику новых, более совершенных методов лазерной коррекции миопии и миопического астигматизма остается одной из наиболее значимых задач в офтальмохирургии. Одним из таких подходов является рефракционная экстракция лентиккулы роговицы методом CLEAR. В одной из первых работ А.В. Дога и соавт. проведено проспективное исследование с участием 24 пациентов в возрасте  $26,8 \pm 4,6$  года (24 глаза), оперированных в январе 2020 г. на установке Ziemer LDV Z8 по поводу миопии средней и высокой степени. После коррекции миопии средней и высокой степени на установке Ziemer LDV Z8 у пациентов отмечалось стойкое улучшение остроты зрения через 1 неделю после операции, сохраняющееся в течение всего срока послеоперационного наблюдения. Динамическое наблюдение в течение 1 месяца за пациентами, оперированными на платформе Ziemer LDV Z8 по поводу миопии средней и высокой степени, показало, что медианное значение некорригированной остроты зрения через 1 неделю после операции составило 0,9 [0,7; 1,0], а через 1 мес. — 1,0 [1,0; 1,0]. У оперированных на платформе Ziemer LDV Z8 не было интра- и послеоперационных осложнений, у 79,2 % пациентов не наблюдалось потери максимальной корригированной остроты зрения. Среднее значение толщины роговицы до операции составляло  $555,9 \pm 28,2$  мкм, и оно достоверно уменьшилось до среднего значения  $464,8 \pm 26,9$  мкм через 1 неделю после операции ( $p < 0,05$ ). Затраты ткани на одну диоптрию составили 17 мкм [8]. В нашей работе

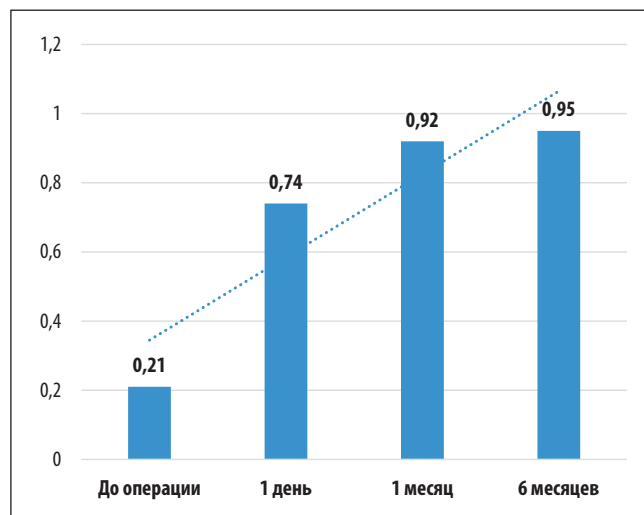


Рис. 4. Динамика НКОЗд в исследуемой группе

Fig. 4. BCVA dynamics in study group

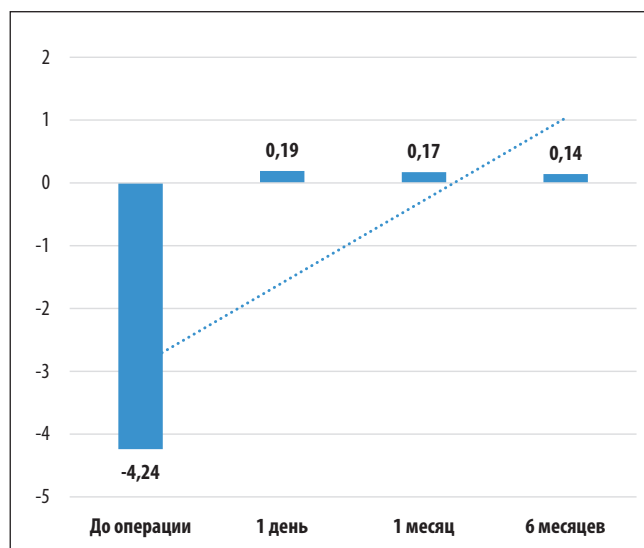


Рис. 5. Динамика сферического компонента рефракции в исследуемой группе

Fig. 5. Dynamics of the spherical component of refraction in the study group

показано увеличение НКОЗд до  $0,95 \pm 0,07$ , снижение толщины роговицы с  $551,9 \pm 34,3$  до  $439,4 \pm 41,8$  мкм.

Теми же авторами опубликована большая сравнительная работа по анализу клинко-функциональных результатов рефракционной экстракции лентиккулы по технологиям ReLEx SMILE® и CLEAR® у пациентов с миопией средней и высокой степени. Обследовано и прооперировано 160 пациентов (160 глаз) в возрасте от 18 до 36 лет со стационарной миопией средней и высокой степени, имеющих бинокулярный характер зрения, со средними параметрами кератометрии 43,0–45,0 дптр, без противопоказаний к лазерной коррекции зрения. Сроки наблюдения после операции составили 1 и 3 мес.

Были сформированы 2 сопоставимые группы: SMILE — 80 глаз пациентов, прооперированных по технологии рефракционной экстракции лентиккулы с применением фемтосекундного лазера VisuMax 500; CLEAR — 80 глаз пациентов, прооперированных по технологии рефракционной экстракции лентиккулы с применением фемтосекундного лазера FEMTO LDV Z8. Интраоперационных осложнений не зафиксировано.

Анализ клинико-функциональных результатов коррекции миопии по технологии рефракционной экстракции лентиккулы, выполненной с помощью фемтосекундных лазеров VisuMax и LDV Z8, продемонстрировал высокую и сопоставимую эффективность, безопасность, предсказуемость и стабильность [2]. В нашей работе сравнительный анализ не проводили, а результаты исследования были сопоставимы с указанными авторами.

Т.С. Кузнецова и соавт. опубликовали результаты собственных наблюдений за 626 пациентами (1252 операции) при проведении CLEAR на платформе фемтосекундного лазера LDV Z8 (Ziemer). Распределение по полу: 219 мужчин (35 %) и 407 женщин (65 %). Срок наблюдения составил от 4 до 12 месяцев. Возраст пациентов варьировал от 16 до 49 лет ( $32,04 \pm 6,74$  года), сферический компонент — от  $-0,25$  до  $-9,0$  дптр ( $-3,76 \pm 1,48$  дптр), цилиндрический компонент от  $-0,0$  до  $-2,25$  дптр ( $-0,53 \pm 0,34$  дптр), острота зрения вдаль без коррекции составляла  $0,07 \pm 0,06$ , а острота зрения с наилучшей коррекцией была от  $0,8$  до  $1,0$  ( $0,99 \pm 0,01$ ). Центральная толщина роговицы (ЦТР) (по данным ультразвуковой кератопахиметрии) составляла от  $487$  до  $634$  мкм ( $552,9 \pm 28,7$  мкм), горизонтальный диаметр роговицы — от  $10,9$  до  $13,4$  мм ( $12,1 \pm 0,37$  мм), средняя кривизна роговицы в центре (Average K) — от  $39,5$  до  $47,25$  дптр ( $43,39 \pm 1,32$  дптр).

Некорригированная острота зрения (НКОЗ) на 1-е сутки после операции (1252 глаза) —  $0,93 \pm 0,20$ , сферический компонент  $-0,11 \pm 0,5$ , цилиндрический компонент  $-0,4 \pm 0,5$ ; НКОЗ через 4–6 месяцев (323 глаза)  $1,05 \pm 0,24$ , сферический компонент  $0,16 \pm 0,50$ , цилиндрический компонент  $-0,4 \pm 0,5$ ; НКОЗ через 9–12 месяцев (44 глаза)  $1,04 \pm 0,20$ , сферический компонент  $-0,11 \pm 0,40$ , цилиндрический компонент  $-0,5 \pm 0,6$ . Индекс безопасности составил  $1,0$ , индекс эффективности —  $1,05$ , процент интраоперационных осложнений в раннем послеоперационном периоде — менее 1 %.

Авторы заключили, что коррекция миопии и миопического астигматизма по технологии CLEAR предсказуемая, безопасная, эффективная технология [11]. В нашем исследовании при несколько большем количестве операций получены схожие данные, свидетельствующие об эффективности изучаемого хирургического вмешательства.

В работе Y. Bteich и соавт. проводили ретроспективный анализ 102 глаз 53 пациентов, прошедших лечение методом KLEx в Медицинском центре Американского университета в Бейруте. Визуальные, рефракционные, топографические и aberromетрические параметры оценивались

через 1 неделю и через 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции. Средняя предоперационная рефракция в сферическом эквиваленте (SEQ) составила  $-4,11 \pm 1,82$  дптр (диапазон от  $-10,00$  до  $-1,625$  дптр), а средний предоперационный цилиндр —  $-0,75 \pm 0,65$  дптр (диапазон от  $-3,00$  до  $0,00$  дптр). После операции среднее значение SEQ составило  $0,06 \pm 0,54$  дптр (диапазон от  $-2,88$  до  $+1,00$  дптр через 1 неделю и  $-0,04 \pm 0,26$  дптр через 12 месяцев и находилось в пределах  $\pm 0,50$  дптр в 95,6 % и  $\pm 1,00$  дптр в 100 % глаз. В общей сложности 96,7 % глаз имели НКОЗ 20/20 через 12 месяцев после операции. Все извлеченные лентиккулы были целыми и без разрывов. По мнению авторов, применение KLEx на платформе FEMTO LDV Z8 обеспечивает безопасные и эффективные результаты, сопоставимые с устоявшимися способами удаления лентиккулы и процедурами лазерного кератомилеза *in situ* с помощью фемтосекундного лазера, ранее применявшимися и принятыми в области рефракционной хирургии [13]. Данные нашего исследования подтверждают эти выводы [13].

В то же время имеются единичные данные о случаях потери вакуума во время проведения CLEAR. В.А. Бреев и соавт. представили клинический случай проведения операции ФемтоЛАЗИК после потери вакуума во время выполнения методики CLEAR при формировании нижней поверхности лентиккулы. Хирургом было принято решение не продолжать дальнейшее выполнение операции CLEAR, а перейти на операцию ФемтоЛАЗИК с формированием поверхностного клапана с диаметром, превышающим диаметр лентиккулы, и толщиной меньшей, чем исходная планируемая глубина лентиккулы. Операция прошла без осложнений, согласно стандартному протоколу, без изменения энергетических параметров на фемтосекундном этапе формирования эпителиально-стромального лоскута. При оценке клинико-функциональных показателей на следующие сутки и через 7 дней определена некорригированная острота зрения равная  $1,0$  и запланированная целевая рефракция [14]. В нашей работе потерю вакуума отмечали в двух случаях на начальном этапе освоения хирургической методики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Собственный опыт удаления роговичной лентиккулы для усовершенствованной коррекции рефракции у 700 пациентов показал несложность в освоении, комфортность для хирурга и пациента, безопасность и эффективность данной методики в коррекции миопии и миопического астигматизма и отсутствие значимого уменьшения толщины роговицы в период наблюдения 6 месяцев.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Першин К.Б. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование;  
Кудрявцева Ю.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование;  
Пашинова Н.Ф. — концепция и дизайн исследования, редактирование;  
Цыганков А. Ю. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста;  
Антонов Е.А. — сбор и обработка материала.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Small incision lenticule extraction (SMILE) history, fundamentals of a new refractive surgery technique and clinical outcomes. *Eye Vis (Lond)*. 2014; 1(1):3. doi: 10.1186/s40662-014-0003-1.
- Мушкова ИА, Костенев СВ, Майчук НВ, Образцова МР, Носилов ПО, Малышев ИС. Современные технологии рефракционной экстракции лентикулы в коррекции миопии. Российский офтальмологический журнал. 2022; 15(2 (Прил.)):98–103.
- Mushkova IA, Kostenov SV, Maychuk NV, Obratsova MR, Nosirov PO, Malyshev IS. Modern technologies of refractive lenticular extraction in the correction of myopia. *Russian Ophthalmological Journal*. 2022;15(2 (Suppl.)):98–103 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-supplement-98-103.
- Ang M, Gatinel D, Reinstein DZ, Mertens E, Alió Del Barrio JL, Alió JL. Refractive surgery beyond 2020. *Eye (Lond)*. 2021;35(2):362–382. doi: 10.1038/s41433-020-1096-5.
- Zhang Y, Shen Q, Jia Y, Zhou D, Zhou J. Clinical outcomes of SMILE and FS-LASIK used to treat myopia: a meta-analysis. *J Refract Surg*. 2016;32(4):256–265. doi: 10.3928/1081597X-20151111-06.
- Blum M, Täubig K, Gruhn C, Sekundo W, Kunert KS. Five-year results of small incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). *Br J Ophthalmol*. 2016;100(9):1192–1195. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-306822.
- Sekundo W, Kunert KS, Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small incision lenticule extraction (SMILE) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism: results of a 6 month prospective study. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(3):335–339. doi: 10.1136/bjo.2009.174284.
- Leccisotti A, Fields SV, De Bartolo G. Refractive corneal lenticule extraction with the CLEAR femtosecond laser application. *Cornea*. 2023;42(10):1247–1256. doi: 10.1097/ICO.0000000000003123.
- Доба АВ, Костенев СВ, Мушкова ИА, Носилов ПО. Результаты экстракции лентикулы роговицы для коррекции миопии средней и высокой степени. Вестник офтальмологии. 2020;136(6):214–218.
- Doga AV, Kostenov SV, Mushkova IA, Nosirov PO. Results of corneal lenticule extraction for correction. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2020;136(6):214–218 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136062214.
- Izquierdo L, Sossa D, Ben-Shaul O, Henriquez MA. Corneal lenticule extraction assisted by a low-energy femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg*. 2020;46(9):1217–1221. doi: 10.1097/j.jcrs.000000000000236.
- Доба АВ, Мушкова ИА, Майчук НВ, Образцова МР, Малышев ИС. Современные технологии рефракционной экстракции лентикулы: сравнительный анализ клинико-функциональных результатов. Офтальмология. 2022;19(2): 291–298.
- Doga AV, Mushkova IA, Maychuk NV, Obratsova MR, Malyshev IS. The Modern Technologies of Refractive Lenticular Extraction: Comparative Analysis of Clinical and Functional Results. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):291–298 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-291-298.
- Кузнецова ТС, Антонюк ВД, Щукин СЮ, Дроздов ИВ, Куранова ОИ. Технология CLEAR. Клинико-функциональные результаты более 1000 коррекций миопии и миопического астигматизма. Офтальмохирургия. 2024;2(139):52–58.
- Kuznetsova TS, Antonuk VD, Shchukin SYu, Drozdov IV, Kuranova OI. CLEAR technology. Clinical and functional results of more than 1000 corrections of myopia and myopic astigmatism. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2024;2(139):52–58 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-2-52-58.
- Костенев СВ, Носилов ПО. Коррекция миопии методом рефракционной экстракции лентикулы роговицы на низкоэнергетическом фемтосекундном лазере. Саратовский научно-медицинский журнал. 2021;17(2):322–326.
- Kostenov SV, Nosirov PO. Correction of myopia by the method of corneal lenticule refractive extraction using a lowenergy femtosecond laser. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2021;17(2):322–326 (In Russ.).
- Bteich Y, Assaf JF, Gendy JE, Awwad ST. Keratorefractive Lenticule Extraction Using the Ziemer FEMTO LDV Z8 Platform (CLEAR): One-Year Results. *J Refract Surg*. 2024;40(11):e898–e905. doi: 10.3928/1081597X-20241016-01.
- Бреев ВА, Солодкова ЕГ, Сибакин ДД. CLEAR или ФемтоЛАЗИК? Клинические случаи в офтальмологии. 2024;5(1):10–17.
- Breev VA, Solodkova EG, Sibakin DD. CLEAR or FemtoLASIK? Clinical cases in ophthalmology. 2024;5(1):10–17 (In Russ.). doi: 10.25276/2949-4494-2024-1-10-17.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Першин Кирилл Борисович  
доктор медицинских наук, профессор, медицинский директор сети клиник,  
профессор кафедры офтальмологии

Кудрявцева Юлия Сергеевна  
Главный врач

Пашинова Надежда Федоровна  
доктор медицинских наук, главный врач, профессор кафедры офтальмологии

Цыганков Александр Юрьевич  
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, научный референт  
медицинского директора сети клиник

Антонов Евгений Андреевич  
врач-офтальмолог

## ABOUT THE AUTHORS

Pershin Kirill B.  
MD, Professor, medical director, ophthalmology faculty professor

Kudryavtseva Julia S.  
chief physician

Pashinova Nadezhda F.  
MD, Professor, medical director, ophthalmology faculty professor

Tsygankov Alexander Iu.  
PhD, scientific advisor, ophthalmologist

Antonov Evgeny A.  
ophthalmologist