

СКЛЕРАЛЬНЫЕ ЛИНЗЫ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ В КОРРЕКЦИИ КЕРАТОКОНУСА И ДРУГИХ ИРРЕГУЛЯРНОСТЕЙ РОГОВИЦЫ

Рябенко О. И.¹, Селина О. М.²

1. Врач-офтальмолог, главный врач клиники «Офтальнова», Вице-президент Европейской академии ортокератологии и контроля миопии (EurOk MC), FIAOMC, г. Москва, dr.riabenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7397-1851>
2. К. м. н., профессор РАЕ, врач-офтальмолог, национальный представитель Европейской академии ортокератологии и контроля миопии (EurOk MC), г. Москва, selina177@mail.ru, +7(999)773-33-39, <https://orcid.org/0000-0003-4482-6878>

Аннотация. Актуальность. Кератоконус является одним из наиболее распространенных корнеальных заболеваний, приводящих к иррегулярному астигматизму и снижению зрительной функции, что существенно влияет на качество жизни пациентов. В контексте ограниченной эффективности традиционных методов коррекции, склеральные линзы представляют собой инновационное решение, способное обеспечить высокую остроту зрения и комфорт при ношении. **Цель исследования.** Оценить эффективность и безопасность применения склеральных линз SKYLENS с профилями Oblate и Prolate от лаборатории SkyOptix для оптической коррекции у пациентов с кератоконусом II–III стадии при неэффективности других методов зрительной реабилитации. **Материалы и методы.** Анализ основан на выборке из 64 пациента (87 глаз) с кератоконусом II–III стадии. Произведен подбор склеральных линз после кросс-линкинга роговицы. Исследование включало стандартное офтальмологическое обследование, кератотопографию и ОКТ переднего отрезка. Данные обрабатывались двухсторонним t-критерием Стьюдента с уровнем значимости $p \leq 0,05$. **Результаты.** Подбор склеральных линз обеспечил значительное улучшение остроты зрения в среднем до $0,99 \pm 0,13$. Наиболее заметное улучшение наблюдалось у пациентов с нижним расположением кератоконуса. Исследование подтверждает высокую эффективность и безопасность склеральных линз в коррекции зрения при кератоконусе, а также их способность к значительному повышению качества жизни пациентов. **Заключение.** Склеральные линзы с профилями Oblate и Prolate являются эффективным средством оптической коррекции у пациентов с кератоконусом, способствуя улучшению остроты зрения и обеспечивая высокий уровень комфорта. Их использование рекомендуется в качестве метода зрительной реабилитации при стабильном кератоконусе.

Ключевые слова: кератоконус, склеральные линзы, оптическая коррекция, острота зрения, зрительная реабилитация, Oblate, Prolate.

Для цитирования:

Рябенко О. И., Селина О. М. Склеральные линзы: новые горизонты в коррекции кератоконуса и других иррегулярностей роговицы. Передовая офтальмология. 2024;8(2):97-101.

SCLERAL LENSES: NEW HORIZONS IN THE CORRECTION OF KERATOCONUS AND OTHER CORNEAL IRREGULARITIES

Ryabenko O. I.¹, Selina O. M.²

1. Ophthalmologist, Chief Physician of the «Oftalnova» Clinic, Vice President of the European Academy of Orthokeratology and Myopia Control (EurOk MC), FIAOMC, Moscow, dr.riabenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7397-1851>
2. PhD, Professor of the Russian Academy of Education, Ophthalmologist, National Representative of the European Academy of Orthokeratology and Myopia Control (EurOk MC), Moscow, selina177@mail.ru, +7(999)773-33-39, <https://orcid.org/0000-0003-4482-6878>

Abstract. Relevance. Keratoconus is one of the most common corneal diseases, leading to irregular astigmatism and reduced visual function, significantly affecting patients' quality of life. In the context of the limited effectiveness of traditional correction methods, scleral lenses represent an innovative solution capable of providing high visual acuity and comfort during wear. **Purpose of the study.** To evaluate the effectiveness and safety of applying SKYLENS scleral lenses with Oblate and Prolate profiles from SkyOptix laboratory for optical correction in patients with keratoconus of II–III stage in cases where other methods of visual rehabilitation are ineffective. **Materials and methods.** The analysis is based on a sample of 64 patients (87 eyes) with keratoconus of II–III stage. Scleral lenses were fitted after corneal cross-linking. The study included standard ophthalmological examination, keratotopography, and anterior segment OCT. Data were processed using the two-sided Student's t-test with a significance level of $p \leq 0.05$. **Results.** The fitting of scleral lenses resulted in a significant improvement

in visual acuity, averaging 0.99 ± 0.13 . The most notable improvement was observed in patients with lower placement of keratoconus. The study confirms the high effectiveness and safety of scleral lenses in vision correction for keratoconus, as well as their ability to significantly enhance patients' quality of life. **Conclusion.** The conclusion emphasizes that orthokeratology is an effective and safe method for the long-term correction of myopia in children and adolescents.

Keywords: keratoconus, scleral lenses, optical correction, visual acuity, visual rehabilitation, Oblate, Prolate.

For quotation:

Ryabenko O. I., Selina O. M. Scleral lenses: new horizons in the correction of keratoconus and other corneal irregularities. *Advanced ophthalmology*. 2024; 8(2):97-101.

SKLERAL LINZALAR: KERATOKONUS VA BOSHQA SHOX PARDANING NOSIMMETRIKLIKLARINI TUZATISHDA YANGI GORIZONTLAR

Ryabenko O. I.¹, Selina O. M.²

1. Oftalmolog, Oftalnova klinikasining bosh shifokori, Evropa Ortokeratologiya va Miyopiyani nazorat qilish akademiyasi (EurOk MC) vitse-prezidenti, FIAOMC, Moskva, dr.riabenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7397-1851>
2. Tibbiyot fanlari nomzodi, professor RAE, oftalmolog, Yevropa Ortokeratologiya va miyopiyani nazorat qilish akademiyasining milliy vakili (EurOk MC), Moskva, selina177@mail.ru, +7(999)773-33-39, <https://orcid.org/0000-0003-4482-6878>

Annotatsiya. Dolzarbligi. Keratokonus shox pardaning eng keng tarqalgan kasalliklaridan biri bo'lib, tartibsiz astigmatizmga va ko'rish funksiyasining pasayishiga olib keladi, bu esa bemorlarning hayot sifatiga sezilarli ta'sir qiladi. An'anaviy tuzatish usullarining cheklangan samaradorligi sharoitida skleral linzalar yuqori ko'rish keskinligi va kiyish qulayligini ta'minlaydigan innovatsion yechimdir. **Tadqiqot maqsadi.** Vizual reabilitatsiyaning boshqa usullari samarasiz bo'lganida, keratokonus II-III bosqichlari bo'lgan bemorlarda optik tuzatish uchun SkyOptix laboratoriyasining Oblate va Prolate profilli SKYLENS skleral linzalarini qo'llash samaradorligi va xavfsizligini baholash. **Materiallar va usullar.** Tahlil keratokonus II-III bosqichlari bo'lgan 64 bemor (87 ko'z) namunasiga asoslangan. Skleral linzalar shox pardaning o'zaro bog'lanishidan keyin tanlangan. Tadqiqotda standart oftalmologik tekshiruv, keratotopografiya va oldingi segment OCT mavjud. Ma'lumotlar muhimlik darajasi $p \leq 0,05$ bo'lgan ikki dumli Student t-testi bilan qayta ishlandi. **Natijalar.** Skleral linzalarni tanlash ko'rish keskinligini o'rtacha $0,99 \pm 0,13$ ga sezilarli darajada yaxshilashni ta'minladi. Eng sezilarli yaxshilanish pastki keratokonusli bemorlarda kuzatildi. Tadqiqot keratokonus uchun ko'rishni tuzatishda skleral linzalarning yuqori samaradorligi va xavfsizligini, shuningdek, bemorlarning hayot sifatini sezilarli darajada yaxshilash qobiliyatini tasdiqlaydi. **Xulosa.** Ortokeratologiya bolalar va o'smirlarda uzoq muddatli miyopi tuzatishning samarali va xavfsiz usuli hisoblanadi.

Kalit so'zlar: keratokonus, skleral linzalar, optik tuzatish, ko'rish keskinligi, ko'rish reabilitatsiyasi, Oblate, Prolate.

Iqtibos uchun:

Ryabenko O. I., Selina O. M. Skleral linzalar: keratokonus va shox pardaning boshqa nosimmetrikliklarini tuzatishda yangi ufqlar. *Ilg'or oftalmologiya*. 2024;8(2):97-101.

Актуальность. Современные достижения в области офтальмологии значительно расширили возможности коррекции зрения, особенно для пациентов с кератоконусом и другими иррегулярностями роговицы. Кератоконус — это прогрессирующее заболевание роговицы, характеризующееся её истончением и коническим выпячиванием, что приводит к значительному ухудшению зрения из-за нерегулярного астигматизма. Традиционные методы коррекции, такие как очки или мягкие контактные линзы, часто не способны предоставить адекватное зрение этим пациентам из-за иррегулярной формы роговицы. В этом контексте склеральные линзы представляют собой перспективное решение, способное обеспечить высокое качество зрения и комфорт для пациентов с кератоконусом и другими роговичными иррегулярностями.

Склеральные линзы, охватывающие всю роговицу и опирающиеся на склеру, создают стабильное оптическое пространство, заполненное слезной жидкостью, что способствует улучшению

зрительной функции и защите роговицы. Исследования последних лет демонстрируют значительное улучшение качества жизни пациентов и высокую эффективность склеральных линз в коррекции иррегулярностей роговицы, а также уменьшении симптомов, связанных с заболеваниями переднего сегмента глаза [1].

Не менее важным является вопрос безопасности длительного ношения склеральных линз. Исследования показывают, что при соблюдении правил ношения и ухода за линзами риск развития осложнений минимален, что делает склеральные линзы безопасным выбором для пациентов с кератоконусом [2]. Кроме того, современные технологии изготовления склеральных линз позволяют индивидуализировать их под конкретные анатомические особенности глаза пациента, улучшая тем самым их совместимость и комфорт при ношении.

Таким образом, склеральные линзы открывают новые горизонты в коррекции кератоконуса

и других иррегулярностей роговицы, предоставляя пациентам возможность восстановления зрения и качества жизни. В данной статье мы рассмотрим последние достижения и исследования в этой области, а также обозначим перспективы и вызовы, связанные с использованием склеральных линз.

Цель исследования. Оценить эффективность и безопасность применения склеральных линз SKYLENS с профилями Oblate и Prolate от лаборатории SkyOptix для оптической коррекции у пациентов с кератоконусом II–III стадии при неэффективности других методов зрительной реабилитации. Особое внимание уделяется оценке влияния расположения вершины кератоконуса (центральное, парацентральное, нижнее) на выбор дизайна линзы и конечные результаты коррекции.

Методы исследования. В исследование было включено 96 пациентов (129 глаз) с диагностированным кератоконусом, которые прошли процедуру кросслинкинга роговичного коллагена. Из общего числа участников 67 было мужчин и 29 женщин, средний возраст составил $34 \pm 6,7$ лет, варьировался от 15 до 51 года.

Критерии включения:

- Пациенты с диагностированным кератоконусом, прошедших процедуру кросслинкинга роговичного коллагена.

- Возраст пациентов от 10 до 60 лет.

Методика подбора линз. Всем участникам

Корнеотопография. Для анализа топографии роговицы использовался топограф Medmont E300 (Австралия), что позволило выбрать профиль склеральной линзы.

Оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза (ОКТ): Процедура выполнялась с использованием аппарата RTVue-100 от Optovue (США) для получения детализированных снимков структуры переднего отрезка глаза, что позволило правильно выбрать и оценить параметры линзы.

Этические соображения. Все процедуры, проводимые в рамках исследования, соответствовали этическим нормам, принятым Декларацией Хельсинки. От всех участников исследования было получено информированное согласие после того, как им были объяснены цели и возможные риски исследования.

Эта методика исследования была разработана для обеспечения объективной оценки эффективности и безопасности применения склеральных линз SKYLENS в коррекции кератоконуса и других иррегулярностей роговицы, а также для анализа их влияния на качество зрения и комфорт пациентов.

Все статистические анализы были выполнены с использованием программного обеспечения SPSS (версия 25.0, IBM Corp., Армонк, Нью-Йорк, США). Уровень значимости для всех тестов был установлен на уровне $p < 0.05$.

Результаты исследования. Перед применением склеральных линз проводилась оценка некорриги-

Таблица 1. Распределение типа линз в зависимости от локализации вершины кератоконуса

	Oblate	Prolate
Центральный кератоконус, n=29	11 (37.93%)	18 (62.07%)
Парацентральный кератоконус, n=67	67 (100%)	
Нижний кератоконус, n=33	33 (100%)	

Примечание: * – Отличие от исходных данных статистически достоверно, $p < 0,001$
n – количество глаз

исследования были подобраны склеральные линзы SKYLENS от лаборатории SkyOptix по стандартной методике подбора, применяемой не ранее чем через 3 месяца после кросслинкинга. Подбор линз учитывал топографическое расположение кератоконуса, разделяя пациентов на группы с центральным (29 глаз), парацентральным (67 глаз), и нижним (33 глаза) расположением конуса. В зависимости от расположения конуса были выбраны линзы типа oblate (для нижнего и парацентрального) и prolate (для центрального расположения конуса).

Исследовательские методы. Стандартное офтальмологическое обследование, включая рефракцию, биомикроскопию переднего отрезка глаза, измерение внутриглазного давления и осмотр глазного дна.

рованной остроты зрения и максимальной остроты зрения, достигаемой с использованием полной очковой коррекции. В соответствии с топографической локализацией кератоконуса, выборка была стратифицирована на три группы.

- Центральное расположение кератоконуса: 22.48% (29 глаз)
- Парацентральное расположение кератоконуса: 51.94% (67 глаз)
- Нижнее расположение кератоконуса: 25.58% (33 глаза)

Выбор типа линзы для каждой группы представлен в таблице 1.

Изменения в остроте зрения: перед подбором линз средняя некорригированная острота зрения составила $0,19 \pm 0,14$, а максимальная скорригированная острота зрения не превышала $0,46 \pm 0,22$.

Таблица 2. Острота зрения до и после подбора склеральных линз у пациентов с центральным расположением кератоконуса

Показатель/Значение	M± m
Некорригированная острота зрения без коррекции, n=29	0,12± 0,11
Максимальная корригированная острота зрения до подбора, n=29	0,45± 0,22
Острота зрения в склеральной линзе, n=29	0,88± 0,12*

Примечание: * – Отличие от исходных данных статистически достоверно, $p < 0,001$
n – количество глаз

Таблица 3. Острота зрения до и после подбора склеральных линз у пациентов с парацентральным расположением кератоконуса

Показатель/Значение	M± m
Некорригированная острота зрения без коррекции, n=67	0,19± 0,21
Максимальная корригированная острота зрения до подбора, n=67	0,40± 0,18
Острота зрения в склеральной линзе, n=67	1,0± 0,12*

Примечание: * – Отличие от исходных данных статистически достоверно, $p < 0,001$
n – количество глаз

Таблица 4. Острота зрения до и после подбора склеральных линз у пациентов с нижним расположением кератоконуса

Показатель/Значение	M± m
Некорригированная острота зрения без коррекции, n=33	0,23± 0,24
Максимальная корригированная острота зрения до подбора, n=33	0,49± 0,22
Острота зрения в склеральной линзе, n=33	1,1± 0,12*

Примечание: * – Отличие от исходных данных статистически достоверно, $p < 0,001$
n – количество глаз

Последующая адаптация склеральных линз в рамках всех трех групп привела к увеличению средней остроты зрения до $0,99 \pm 0,13$, что демонстрирует статистически значимое улучшение по сравнению с максимальной корригированной остротой зрения, достигнутой до их применения. Важно отметить, что очковая коррекция, позволяющая достичь максимально корригированной остроты зрения, часто не обеспечивает достаточный уровень практической адаптации из-за выраженного дискомфорта и астенопических жалоб, вызванных высокими цилиндрическими значениями диоптрий.

Следовательно, применение склеральных линз не только способствует существенному повышению остроты зрения, но и обеспечивает высокий уровень комфорта при их ношении. Кроме того, они вносят значительный вклад в зрительную и социальную реабилитацию пациентов с кератоконусом, благодаря использованию линз SKYLENS.

За период наблюдения не было зарегистрировано случаев отказа от использования склеральных линз или развития каких-либо осложнений среди пациентов с кератоконусом, что подчеркивает их высокую эффективность и безопасность.

Заключение. В ходе проведенного исследования было установлено:

1. Применение склеральных линз с профилями Oblate и Prolate представляет собой эффективный метод оптической коррекции у пациентов с кератоконусом, особенно в случаях, когда традиционные методы зрительной реабилитации не дают ожидаемых результатов. Эти линзы обеспечивают значительное улучшение остроты зрения, благодаря уникальным особенностям их конструкции.

2. Повышение остроты зрения обусловлено созданием постоянного слоя подлинзового водного слоя, который обеспечивает оптимальную рефракцию, а также полным отсутствием контакта линзы с поверхностью роговицы и лимба, минимизируя риск травматизации и обеспечивая высокий уровень комфорта при ношении.

3. Высокая степень комфорта и переносимости склеральных линз пациентами с кератоконусом подтверждается отсутствием случаев отказа от их использования и осложнений за время исследования. Это делает склеральные линзы предпочтительным выбором для долгосрочной коррекции зрения в этой категории пациентов.

4. Оптимизация подбора склеральных линз в зависимости от локализации кератоконуса показала, что при парацентральном и нижнем расположении кератоконуса наиболее эффективными являются линзы типа Oblate. В то же время, для пациентов с центральной локализацией кератоконуса подходят оба типа линз: Oblate (в 37,93% случаев) и Prolate (в 62,07% случаев), что позволяет индивидуализировать подход к каждому пациенту.

5. Рекомендации по подбору склеральных линз должны учитывать стабильность керато-

конуса, подтвержденную данными кератотопографии и пахиметрии, чтобы обеспечить максимальную эффективность коррекции и безопасность использования линз.

Таким образом, склеральные линзы демонстрируют значительный потенциал в коррекции зрения у пациентов с кератоконусом, предлагая максимально возможную коррекцию зрения, высокий уровень комфорта и широкие возможности для индивидуализации подбора в зависимости от топографии роговицы.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Fuller DG, Wang Y. Safety and efficacy of scleral lenses for keratoconus. *Optometry and Vision Science*. 2020. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001578
2. Navel V, Barriere JV, Joubert R, Coutu A, et al. Irregular astigmatism management using SPOT scleral lenses in the treatment of corneal ectasia and penetrating keratoplasty. *Eye & Contact Lens*. 2021. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000792
3. Dhaese SE, Kreps EO, Consejo A. Scleral shape and its correlation with corneal parameters in keratoconus. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2021. DOI: 10.1016/j.clae.2020.08.010
4. Kreps EO, Pesudovs K, Claerhout I, Koppen C. Mini-scleral lenses improve vision-related quality of life in keratoconus. *Cornea*. 2021. doi: 10.1097/ICO.0000000000002518
5. Lee KE, Moon SY, Nam S, Jang JH, Kim JY, et al. Scleral Lens Applications Focused on Korean Patients with Various Corneal Disorders. *Korean Journal of Ophthalmology*. 2023. DOI: 10.3341/kjo.2022.0164
6. Baudin F, Chemaly A, Arnould L, et al. Quality-of-life improvement after scleral lens fitting in patients with keratoconus. *Eye & Contact Lens*. 2021. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000821
7. Serramito M, Carpena-Torres C, Carballo J, et al. Posterior cornea and thickness changes after scleral lens wear in keratoconus patients. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2019. doi: 10.1016/j.clae.2018.04.200
8. Kreps EO, Claerhout I, Koppen C. The outcome of scleral lens fitting for keratoconus with resolved corneal hydrops. *Cornea*. 2019. doi: 10.1097/ICO.0000000000001946
9. Scanzera AC, Bontu S, Joslin CE, McMahon TT, et al. Prevalence of ocular surface disease and corneal irregularity and outcomes in patients using therapeutic scleral lenses at a tertiary care center. *Eye & Contact Lens*. 2020. doi: 10.1097/ICL.0000000000000679
10. Kumar M, Shetty R, Lalgudi VG, et al. The effect of scleral lenses on vision, refraction, and aberrations in post-LASIK ectasia, keratoconus, and pellucid marginal degeneration. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2021. doi: 10.1111/opo.12802

Заявление о конфликте интересов: Конфликт интересов: не заявлен

Заявление о финансировании/поддержке: Это исследование не получило какого-либо конкретного гранта от финансирующих агентств государственных, коммерческих или некоммерческих секторов.