

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКЛЕРАЛЬНЫХ ЛИНЗ В ЛЕЧЕНИИ ПАТОЛОГИИ РОГОВИЦЫ

Джехад Х. А. Альхджодж, А.Н. Самойлов, В.А. Усов, Д.Р. Ганьятуллина

ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России (Казань, Россия)

Для цитирования: Альхджодж Д.Х.А., Самойлов А.Н., Усов В.А., Ганьятуллина Д.Р. **Использование склеральных линз в лечении патологии роговицы.** *Аспирантский вестник Поволжья.* 2022;22(2):15-21. doi: 10.55531/2072-2354.2022.22.2.15-21

■ Сведения об авторах

Альхджодж Джехад Х.А. – аспирант кафедры офтальмологии. ORCID: 0000-0001-7745-9547 E-mail: hjouj.jehad@gmail.com

Самойлов А.Н. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии. ORCID: 0000-0003-0863-7762

E-mail: samoilovan16@gmail.com

Усов В.А. – канд. мед. наук, ассистент кафедры офтальмологии. ORCID: 0000-0003-0549-783X E-mail: vik-usov@rambler.ru

Ганьятуллина Д.Р. – аспирант кафедры офтальмологии. ORCID: 0000-0002-5796-1692 E-mail: dinarakhairullina7@gmail.com

Рукопись получена: 25.04.2022

Рецензия получена: 11.07.2022

Решение о публикации: 14.09.2022

■ Аннотация

В статье представлен обзор зарубежных научных публикаций, отражающих вопросы терапевтического назначения склеральных линз в лечении патологии роговицы.

Терапевтическое использование склеральных линз в лечении патологии роговицы и переднего отрезка глаза изучается с конца 1980-х годов. Склеральные линзы активно применялись и при лечении патологии роговицы, и при лечении заболеваний переднего отрезка глаза. Их применение в лечении патологии роговицы может представлять собой область значительного роста для этого метода лечения. В отличие от местных капель, которые остаются на глазной поверхности в течение относительно короткого времени, склеральные линзы обеспечивают длительную гидратацию эпителия роговицы и паралимбальной конъюнктивы. Тарзорафия и другие хирургические вмешательства ограничивают остроту и поле зрения и обеспечивают плохую косметическую составляющую. Склеральные линзы могут обеспечить терапию «два в одном»: они защищают глазную поверхность и, если присутствует эпителиальная неровность, улучшают остроту зрения у пациентов с заболеваниями глазной поверхности. Способность склеральных линз обеспечивать непрерывную гидратацию и защиту глазной поверхности, позволяя пациентам поддерживать функциональную остроту зрения, а также возможность использования в комбинации с другими формами терапии делают их ценным вариантом лечения тяжелых заболеваний глазной поверхности. Включение склеральных линз в многоаспектный междисциплинарный подход к лечению может принести пациентам облегчение без использования более инвазивных вариантов лечения.

В ходе проведенного анализа было обнаружено немногочисленное количество исследований, посвященных изучению роли склеральных линз в лечении патологии роговицы, что вероятнее всего связано в том числе со сложностью их подбора. Это говорит о необходимости проведения дальнейших исследований, направленных на разработку универсальных склеральных линз для лечения патологии роговицы, которые будут определяться такими параметрами, как радиус кривизны и диаметр роговицы здорового глаза.

■ **Ключевые слова:** склеральные линзы, кератит, кератоконус, тарзорафия, патология роговицы.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

■ Список сокращений

ГВДРО – горизонтальный видимый диаметр радужной оболочки; МКЛ – мягкая контактная линза;

ФРК – фоторефрактивная кератэктомия.

THE TREATMENT OF CORNEA PATHOLOGY USING SCLERAL LENSES

Jehad Kh. A. Alhjoui, Aleksandr N. Samoylov, Viktor A. Usov, Dinara R. Ganyatullina

Kazan State Medical University (Kazan, Russia)

Citation: Alhjoui JKha, Samoylov AN, Usov VA, Ganyatullina DR. **The treatment of cornea pathology using scleral lenses.** *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya.* 2022;22(2):15-21. doi: 10.55531/2072-2354.2022.22.2.15-21

■ Information about authors

Jehad Kh. A. Alhjoui – postgraduate student of the Ophthalmology Department. ORCID: 0000-0001-7745-9547 E-mail: hjouj.jehad@gmail.com

Aleksandr N. Samoylov – PhD, Professor, Head of the Ophthalmology Department. ORCID: 0000-0003-0863-7762

E-mail: samoilovan16@gmail.com

Viktor A. Usov – PhD, assistant of the Ophthalmology Department. ORCID: 0000-0003-0549-783X E-mail: vik-usov@rambler.ru

Dinara R. Ganyatullina – postgraduate student of the Ophthalmology Department. ORCID: 0000-0002-5796-1692

E-mail: dinarakhairullina7@gmail.com

Received: 25.04.2022

Revision Received: 11.07.2022

Accepted: 14.09.2022

■ Abstract

This review focuses on the therapeutic use of scleral lenses in the treatment of corneal pathology described in the international scientific literature.

The potential of scleral lenses in the treatment of pathology of the cornea and anterior segment of the eye has been studied since the late 1980s. The scleral lenses were actively used both in the treatment of corneal pathology and in the treatment of diseases of the anterior segment of the eye. The use of scleral lenses in the treatment of corneal pathology may promise an area

for development for this treatment modality. Contrary to eye-drops, which remain on the ocular surface for a relatively short time, the scleral lenses provide a long-term hydration of the corneal epithelium and paralimbal conjunctiva. Tarsorrhaphy and other surgical interventions limit visual acuity and the field of vision and provide poor cosmetic results. The scleral lenses, however, can provide 2-in-1 therapy as they protect the ocular surface and, in case of epithelial roughness, may improve visual acuity in patients with ocular surface diseases. The ability of scleral lenses to provide a continuous hydration and protection of the ocular surface, allowing patients to maintain functional visual acuity, as well as their ability to be used in combination with other forms of therapy, makes them a valuable option for the treatment of severe ocular surface diseases. Incorporating scleral lenses into a combined, multidisciplinary approach to treatment can bring relief to patients without resorting to more invasive treatment options.

Our analysis identified only a few studies on the use of scleral lenses in the treatment of corneal pathology, which is likely due to the complexity of customization of their fit. This indicates the need for scientific research aimed at developing universal scleral lenses for the treatment of the cornea based on the criteria of the radius of curvature and the diameter of the cornea of a healthy eye.

■ **Keywords:** scleral lenses, keratitis, keratokonus, tarsorrhaphy, corneal pathology.

■ **Conflict of interest:** *nothing to disclose.*

АКТУАЛЬНОСТЬ

Терапевтическое использование склеральных линз в лечении патологии роговицы и переднего отрезка глаза изучается с конца 1980-х годов. Было проведено большое количество научных исследований, посвященных этому. В отличие от местных капель, которые остаются на глазной поверхности в течение относительно короткого времени, склеральные линзы обеспечивают длительную гидратацию эпителия роговицы и паралимбальной конъюнктивы. Склеральные линзы защищают глазную поверхность и, если присутствует эпителиальная неровность, улучшают остроту зрения у пациентов с заболеваниями глазной поверхности. Способность склеральных линз обеспечивать непрерывную гидратацию и защиту глазной поверхности, позволяя пациентам поддерживать функциональную остроту зрения, а также возможность использования в комбинации с другими формами терапии делают их ценным вариантом лечения тяжелых заболеваний глазной поверхности. Введение лекарственных препаратов в подлинзовое пространство способствует их пролонгированному воздействию на поврежденные ткани. Эти и другие свойства склеральных линз открывают новые перспективы для расширения показаний к их применению в офтальмологии.

В статье нами были проанализированы актуальные литературные источники в существующих базах данных. Ключевыми словами при поиске являлись: склеральные линзы, кератит, инфекционный кератит, минисклеральная линза, тарзорафия, патология роговицы. Из поиска исключались немногочисленные статьи о микробных кератитах, вызванных ношением склеральных линз, а также статьи о применении склеральных линз при различных видах аномалии рефракции высокой степени, а также афакии.

СКЛЕРАЛЬНЫЕ ЛИНЗЫ: ТЕРМИНОЛОГИЯ И МОДИФИКАЦИЯ

Термин «склеральная линза» использовался в литературе для описания устройства, которое полностью опирается исключительно на склеру, не касаясь роговицы и лимба. По данным

Образовательного общества по склеральным линзам, минисклеральная линза определяется как линза, которая на 6 мм больше, чем горизонтальный видимый диаметр радужной оболочки (ГВДРО). Большая склеральная линза определяется как линза, которая более чем на 6 мм больше, чем ГВДРО (диаметр минисклеральных линз 15,0–18,0, а больших – 18,0–25,0 мм). За последние несколько лет, благодаря широкому распространению склеральных линз малого диаметра (менее 15,00 мм), специалисты по контактной коррекции столкнулись с необходимостью разделения в своей повседневной практике минисклеральных линз на подгруппы. Самые маленькие линзы принято называть минисклеральными или микросклеральными.

Самая большая разница между склеральными линзами меньшего и большего диаметра, помимо площади приземления и расположения, заключается в величине зазора, который может быть создан под центральной линзой. В линзах малого диаметра емкость слезного резервуара обычно невелика, в то время как в склеральных линзах большого диаметра емкость слезного резервуара практически не ограничена. Но все типы минисклеральных контактных линз способны в некоторой степени способствовать хорошему апиальному зазору по сравнению с роговичными контактными линзами. Это может снизить механическую нагрузку на роговицу, что считается основным преимуществом любого типа склеральных линз.

Принципиальными отличиями склеральных линз от обычных мягких контактных линз (МКЛ) являются следующие.

1. Повышенная жесткость, что обеспечивает поддержание постоянной индивидуально подобранной заданной формы линзы.

2. Размер МКЛ составляет менее 15,0 мм, а диаметр склеральных линз преимущественно более 16 мм. Толщина МКЛ в центре составляет 0,03–0,20 мм, а склеральные линзы имеют толщину в диапазоне 0,2–0,25 мм.

3. Кислородопроницаемость (Dk) склеральных линз начинается от 100 и более.

Таблица 1 / Table 1

История развития склеральных линз History of the development of scleral lenses

Год	Автор	Краткий исторический обзор
1888	А. Фик	Впервые описана «стеклянная роговица» с радиусом кривизны в 8 мм, которая сидит на стекленной склере с базисным радиусом 7 мм [1, 2]
1888	Ю. Кальт	Разработка и использование склеральных линз при кератоконусе [3–7]
1889	А. Мюллер	Использование склеральных линз для коррекции собственной миопии высокой степени [3–7]
1913	К. Цейс	Массовое производство шлифованных склеральных линз [2, 8]
20-е годы	К. Цейс	Производство наборов линз с разными диоптриями для более индивидуального подбора [2, 8]
1938	Дж. Мюллен, Т. Обриг	Разработана технология изготовления склеральных линз из нового материала – полиметилметакрилата (ПММА), который позволил уменьшить толщину, снизить вес линз и улучшить их переносимость.
1943	Н. Бир	Предложено просверлить склеральные линзы для свободной циркуляции слезы, что значительно уменьшало затуманивание роговицы, характерное для предшествующих типов склеральных линз.
1954	Химик О. Вихтерле и офтальмолог Д. Лим	Разработан и запатентован полимерный гидрофильный материал – гидроксиполиметакрилат, обладающий способностью поглощать воду до 38% и вследствие этого становящийся мягким и эластичным [9].
1983	Д. Иезекииль	Описан подбор склеральных линз, изготовленных из жестких газопроницаемых материалов [10].

4. Отсутствие прямого контакта с роговицей, что позволяет использовать их при ее патологии и невозможности использования МКЛ.

5. Более выпуклая форма и наличие зазора, который, заполняясь искусственной слезой, снижает риск негативного воздействия на роговицу. Также склеральные линзы за счет большего диаметра обладают большей сагиттальной глубиной (SAG), что позволяет подбирать их у пациентов с выраженной иррегулярностью роговицы.

6. Надежная фиксация верхним и нижним веком обеспечивает фиксацию и снижает ощущение смазывания изображения при моргании.

7. Разные показания для назначения склеральных линз и МКЛ.

Показаниями для назначения склеральных линз являются: регулярные роговицы (аметропии и астигматизм различной степени, пресбиопия); нерегулярные состояния роговиц (кератоконус, кератоглобус, пеллюцидная маргинальная (краевая) дегенерация, вторичные эктазии роговицы, возникающие после пострефракционной хирургии или травмы, аметропии, индуцированные рефракционной хирургией, состояния после послойной и сквозной кератопластики, посттравматические роговичные рубцы и т.д.); с терапевтической или защитной целью (синдром «сухого глаза», эрозии роговицы любого генеза для ускорения эпителизации, при неполном смыкании век, для создания депо лекарственных средств); проблемы ношения других контактных линз – газопроницаемых контактных линз (ГПЛ) или МКЛ (недостаточное или нестабильное зрение в МКЛ, необходимость подбора мультифокальных, торических или дефокусных для контроля миопии дизайнов линз); занятия водными и активными видами спорта; эпизодическое использование, при котором краткосрочная адаптация может быть проще, чем с ГПЛ и МКЛ.

Краткий исторический обзор развития склеральных линз представлен в **таблице 1**.

Более чем вековая история развития склеральных линз – история постоянного совершенствования существующих материалов и методик. Так, в своем исследовании D. Miller и J.M. Carroll обнаружили, что ношение склеральных линз приводило к увеличению толщины роговицы. Толщина ее достигала максимума примерно через 3 недели от начала ношения линз и возвращалась к исходному уровню к четвертой неделе ношения [11].

Благодаря активному развитию и появлению научных работ врачей D.T.H. Tan, K.W. Pullum, R.J. Buckley, J.M. Rosenthal были показаны высокая эффективность и преимущества использования склеральных линз в сравнении с имеющимися на тот момент способами коррекции [12–15].

Это послужило импульсом для дальнейшей разработки новых газопроницаемых материалов и технологий потокового производства с индивидуальным подбором для расширения применения их в практике врача-офтальмолога [16–18].

ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКЛЕРАЛЬНЫХ ЛИНЗ

В литературе можно насчитать более 50 патологий, в терапевтическом лечении которых применяются склеральные линзы [18, 19]. Примером может служить иррегулярная роговичная поверхность, причем имеются в виду как первичные кератэктазии (кератоконус, маргинальная дегенерация и кератоглобус), так и состояния после вмешательств, травм или воспалительных заболеваний роговицы [19–23]. Также патологиями для назначения склеральных линз являются заболевания глазной поверхности (в том числе инфекционные кератиты) и патологические состояния глазной поверхности: синдром сухого глаза [24–27], синдром Стивенса – Джонсона [28], синдром Сьегрена [29], нейротрофическая кератопатия [30], а также различные аномалии рефракции высокой степени, афакия [18].

В 2007 году М.М. Schornack и К.Н. Baratz опубликовали результаты исследования о роли склеральных линз в лечении глазного рубцового пемфигоида. Пациентке проводилась агрессивная системная и местная терапия пемфигоида, однако у нее развились стойкие дефекты эпителия роговицы на обоих глазах (наружные диаметры 3 мм на одном глазу, 4 мм x 8 мм на другом глазу). Наилучшая острота зрения, скорректированная с помощью очков, составляла всего OD=0,13, OS=движения рук. В течение 6 недель с начала ношения склеральных линз дефекты эпителия роговицы зажили, а прогрессирование истончения стромы было остановлено. Острота зрения со склеральными линзами составила OD=0,4, OS=движения рук. Состояние глазной поверхности и зрительная функция сохранялись в течение 17 месяцев от начала ношения склеральных линз [31].

В исследовании М.М. Schornack 2011 года представлены данные об успешном применении склеральной линзы в лечении пациентов с прогрессирующим дефицитом лимбальных стволовых клеток, что значительно снижает потребность в трансплантации лимбальных стволовых клеток и риск последующей связанной системной иммуносупрессии [32]. Эффективность склеральных линз при лечении тяжелых заболеваний глазной поверхности, включая состояния, связанные с дефицитом лимбальных стволовых клеток, подтверждается исследованиями разных групп авторов [13, 33].

В 2013 году М. Weyns и соавт. сообщили, что склеральные контактные линзы являются действенной альтернативой тарзорафии для пациентов с параличом лицевого нерва даже через 18 лет после первоначальной установки линз [34].

V. Zaki с 2012 по 2015 гг. провел ретроспективное исследование, направленное на определение эффективности склеральных контактных линз в защите роговицы и улучшении зрения в случаях паралича лицевого нерва. В исследование были включены три пациента (4 глаза) с невриномой слухового нерва (два односторонних и один двусторонний), перенесших операции по поводу невромы слухового нерва, что привело к параличу лицевого нерва. Золотой имплантат и латеральная тарзорафия оказались недостаточными для защиты роговицы. В исследовании были использованы склеральные линзы диаметром 15,8 мм, заполненные физиологическим раствором, не содержащим консервантов, который непрерывно покрывал роговицу в течение всего времени ношения. У пациентов с односторонним параличом лицевого нерва зрение улучшилось на фоне склеральных линз до 0,6 дптр, и все симптомы кератита исчезли. Кератит в случае с двусторонним параличом лицевого нерва исчез в течение одной недели использования склеральных линз. Последующее наблюдение в течение 2 лет показало, что эти пациенты сохранили хорошее зрение без побочных эффектов [35].

В 2018 году М.Т.В. Nguyen и соавт. проводили исследование терапевтической склеральной линзы Eye Print PRO. Она представляет собой протезную склеральную оболочку, которая улучшает зрение, создавая новую гладкую преломляющую поверхность глаза. Линза уникальна, процесс ее создания начинается с процесса оттиска и фиксирует точные изгибы всей поверхности глаза. Индивидуальный оттиск поверхности глаза позволяет точно учитывать все детали, которые никогда не распознавались ранее при оценке глаза. Оттиск Eye Print отправляется в компанию Eye Print Prosthetics LLC для оцифровки и проектирования оболочки склерального покрытия протеза. Благодаря новейшим технологиям 3D-сканирования и системам обработки с числовым программным управлением, достигается точное соответствие каждой отдельной роговице и склере. Eye Print PRO™ изготовлен из материала с высокой кислородопроницаемостью и имеет оптику высшего качества. Показаниями для установки Eye Print PRO в исследовании являлись дефицит лимбальных стволовых клеток, децентрированная абляция после фоторефрактивной кератэктомии (ФРК), прозрачная маргинальная дегенерация, синдром Стивенса – Джонсона, кератоконус, синдром сухого глаза, нейротрофический кератит, экспозиционный кератит вследствие паралича лицевого нерва и постлучевой кератит, симптомы кератотомии (ПК). Средняя МКОЗ была 0,5 (диапазон 0,1–1,0). После подгонки средняя МКОЗ составила 0,9 (диапазон 0,3–2,0, $p = 0,001$). Девять пациентов (в исследование было включено 14 глаз) сообщили об исчезновении нечеткости зрения, и все сообщили об уменьшении сухости глаз, покраснения глаз и болевых ощущений. Шесть из семи ранее носивших линзы сообщили о значительно большем комфорте при ношении Eye Print PRO и возможности носить линзы в течение дня; только двое испытали чувство запотевания и нуждались в очистке линз через 4–6 часов ношения. Исследование показало, что Eye Print PRO успешно применяется у пациентов с заболеваниями поверхности глаза и может являться дополнительным вариантом лечения для пациентов с заболеваниями поверхности глаза, устойчивыми к другим методам лечения, или состояниями, при которых хирургическое вмешательство не является идеальным [36].

В последние 5 лет склеральные линзы все чаще используются в лечении патологии роговицы. Доказано, что склеральные линзы эффективны в нейтрализации оптических аберраций и улучшении остроты зрения у пациентов с первичными эктазиями роговицы (кератоконус, прозрачная маргинальная дегенерация и кератоглобус) [37–46].

Е.Ј. Polania-Baron с соавт. в период с июня 2019 по февраль 2020 года провели проспективное исследование 12 глаз, пролеченных по поводу инфекционного кератита. Склеральную линзу, заполненную 0,5% раствором моксифлоксацина, использовали в качестве резервуара и заменяли каждые 24 часа до завершения эпителизации или до тех пор, пока посев

культуры и/или чувствительность к антибиотикам не показывали микроорганизм, не чувствительный/устойчивый к моксифлоксацину. Из 12 глаз 7 имели положительный бактериальный посев, в 2 глазах была выявлена грибковая флора, а 3 глаза не имели роста культуры. В 3 глазах склеральная линза была отменена из-за отсутствия ответа (один глаз) и наличия микотической инфекции (2 глаза). Все инфекции благополучно разрешились при заключительном осмотре. Исследователи показали, что использование склеральной линзы может быть альтернативой имплантации антибиотиками в лечение инфекционного кератита. Никаких осложнений или побочных эффектов, связанных с использованием склеральной контактной линзы в качестве резервуара для антибиотика, не наблюдалось [47].

P. Rosenthal, J.M. Cotter, J. Baum в 2020 году представили результат ретроспективного исследования 14 глаз 13 последовательных пациентов, направленных на лечение стойких дефектов эпителия роговицы, которые не зажили с помощью традиционных методов лечения или дефектов эпителия после сквозной кератопластики с использованием газопроницаемой склеральной линзы длительного ношения. Они включали семь глаз шести пациентов с синдромом Стивенса – Джонсона и семь глаз семи пациентов, у которых указанного синдрома не было. Двенадцать глаз перенесли в недавнем времени сквозную кератопластику. Все 14 глаз были пролечены газопроницаемой склеральной контактной линзой. Антибиотик и кортикостероид добавляли в резервуар с жидкостью для линзы или закапывали перед каждой установкой линзы в 12 из 14 глаз. Пять из семи стойких дефектов эпителия роговицы, связанных с синдромом Стивенса – Джонсона, зажили. Стойкие дефекты эпителия роговицы четырех из этих глаз реэпителизировались в течение 7 дней, а пятый зажил через 27 дней длительного ношения газопроницаемой склеральной линзы. Шестой стойкий дефект эпителия роговицы, который не удалось заживить, первоначально реэпителизировался после последующей сквозной кератопластики и длительного ношения газопроницаемой склеральной линзы. Седьмой глаз зажил через 3 дня длительного ношения газопроницаемой склеральной линзы, но стойкий дефект эпителия роговицы впоследствии рецидивировал. Три из семи стойких дефектов эпителия роговицы, не связанных с синдромом Стивенса – Джонсона, реэпителизировались в течение 36 часов, 6 дней и 36 дней соответственно. Из 6 (6 из 14) стойких дефектов эпителия роговицы, которые не удалось заживить при длительном ношении газопроницаемой склеральной линзы, один впоследствии зажил после нескольких трансплантатов амниотической мембраны. Микробный кератит возник в четырех глазах (4 из 14), и произошло отторжение трансплантата в одном глазу, что потребовало повторной сквозной кератопластики [48].

C. Dogan с соавт. в 2020 году провели исследование влияния использования склеральных линз на микробиоту конъюнктивы. В исследование были включены в общей сложности 26 глаз 26 пациентов, использующих склеральные линзы, и 25 глаз 25 здоровых пациентов. Образцы брали из нижних сводов глаз с помощью стерильных тампонов. Для бактериологического исследования бактериальную культуру получали посевом образцов на шоколадный агар, кровяной агар, агар МакКонки и жидкую тиогликолевую среду. После 24–48 ч инкубации при 37°C рост различных колоний бактерий идентифицировали с помощью масс-спектрометрии с лазерной десорбцией/ионизацией на матрице. Было обнаружено, что у пользователей склеральных линз более высокий уровень отрицательного результата посева по сравнению с группой контроля, что позволяет предположить, что склеральные линзы оказывают значительное влияние на микробиоту конъюнктивы [49].

Rute J Macedo-de-Araújo с соавт. в 2021 году описали случай лечения микробного кератита, вызванного *Pseudomonas aeruginosa*. В результате лечения у пациентки остались помутнения в области зрачка, рубец на роговице и неправильный профиль роговицы с наилучшей очковой остротой зрения +0,48 логарифма минимального угла разрешения. Пациентке установили склеральную линзу диаметром 16,4 мм, и она посетила несколько приемов в течение 12-месячного периода наблюдения. Через 12 месяцев ношения склеральных линз улучшение остроты зрения оставалось стабильным, наблюдалось уменьшение помутнения роговицы. Данным исследованием было показано, что склеральная линза может быть хорошим вариантом для улучшения зрения, комфорта и восстановления функции поверхности глаза у пациентов со вторичными рубцами и помутнениями роговицы после микробного кератита [50].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что склеральные линзы успешно применяются в лечении патологии роговицы как самостоятельный метод лечения, позволяя отсрочить возможные оперативные вмешательства. Особо стоит отметить высокую эффективность в лечении инфекционных кератитов и стойких дефектов эпителия роговицы. Тарзорафия и другие хирургические вмешательства ограничивают остроту и поле зрения и обеспечивают плохую косметическую составляющую. Склеральные линзы могут обеспечить терапию «два в одном»: они защищают глазную поверхность и, если присутствует эпителиальная неровность, улучшают остроту зрения у пациентов с заболеваниями глазной поверхности. Способность склеральных линз обеспечивать непрерывную гидратацию и защиту глазной поверхности, позволяя пациентам поддерживать функциональную остроту зрения, а также возможность использования в комбинации с другими формами терапии делают их ценным вариантом

лечения тяжелых заболеваний глазной поверхности. Включение склеральных линз в многоаспектный междисциплинарный подход к лечению может принести пациентам облегчение без использования более инвазивных вариантов лечения [16, 17].

Подбор склеральных линз является сложной и комплексной задачей. Существует несколько методов подбора склеральных линз. Наилучшие данные о форме глазной поверхности дает использование топографов склеры: Eye Surface Profiler (Eaglet Eye, Нидерланды) и sMap3D (Precision Ocular Metrology, США). Для оптимизации дизайна и установки склеральной линзы может быть применена ОКТ [51]. Главными недостатками лечения с использованием склеральных линз являются сложность их подбора, поскольку требуются специальные навыки и соответственно обучение персонала, а также наличие специального диагностического оборудования и высокая стоимость. Стоит отметить, что подбор линз индивидуален, в связи с чем период их ожидания может составлять длительное время.

В ходе проведенного анализа было обнаружено немногочисленное количество исследований, посвященных изучению роли склеральных линз в лечении патологии роговицы. Это говорит о необходимости проведения дальнейших исследований, направленных на разработку универсальных склеральных линз для лечения патологии роговицы, которые будут определяться такими параметрами, как радиус кривизны и диаметр роговицы здорового глаза.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Pearson RM. Karl Otto Himmeler, manufacturer of the first contact lens. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2007;30(1):11-6. doi: 10.1016/j.clae.2006.10.003
2. Phillips AJ, Speedwell L. *Contact Lenses*. Elsevier, 2019. doi: 10.1016/b978-0-7020-7168-3.00036-2
3. Efron N, Pearson RM. Centenary celebration of Fick's Eine Contactbrille. *Arch Ophthalmol*. 1988;106:1370-1372. doi: 10.1001/archophth.1988.01060140534019
4. Pearson RM. Kalt, keratoconus, and the contact lens. *Optom Vis Sci*. 1989;66:643-646. doi: 10.1097/00006324-198909000-00011
5. Pearson RM, Efron N. Hundredth anniversary of August Muller's inaugural dissertation on contact lenses. *Surv Ophthalmol*. 1989;34:133-141. doi: 10.1016/0039-6257(89)90041-6
6. Novikov SA, Rejtuzov VA. The history of glasses and contact lenses: from the origins to the production of hard contact lenses. *Sovremennaja optometrija*. 2009;7:43-47. (In Russ.). [Новиков С.А., Рейтузов В.А. История очков и контактных линз: от истоков до производства жестких контактных линз. *Современная оптометрия*. 2009;7:43-47].
7. Jedlicka J, Johns LK, Byrnes SP. Scleral contact lens fitting guide. *Contact Lens Spectrum*. 2010;10:30-6.
8. Van der Worp E. *A Guide to Scleral Lens Fitting, Version 2.0*. Forest Grove, OR: Pacific University, 2015.
9. Bowden TJ. *Contact Lenses: The Story*. Bower House Publikation, 2009.
10. Ezekiel D. Gas permeable haptic lenses. *J Br Contact Lens*

- Assoc. 1983;6:157-161. doi: 10.1016/S0141-7037(83)80064-0
11. Miller D, Carroll JM. Corneal edema and scleral lenses. *Int Ophthalmol Clin*. 1968;8:623-635.
12. Pullum KW. The unique role of scleral lenses in contact lens practice. *Cont Lens & Anterior Eye*. 1999;22(1):S26-34. doi: 10.1016/s1367-0484(99)80040-x
13. Rosenthal P, Cotter JM, Baum J. Treatment of persistent corneal epithelial defect with extended wear of a fluid-ventilated gas-permeable scleral contact lens. *Am J Ophthalmol*. 2000;130:33-41. doi: 10.1016/s0002-9394(00)00379-2
14. Tan DT, Pullum KW, Buckley RJ. Medical applications of scleral contact lenses: 1. A retrospective analysis of 343 cases. *Cornea*. 1995;14(2):121-9. doi: 10.1097/00003226-199503000-00001
15. Tan DT, Pullum KW, Buckley RJ. Medical applications of scleral contact lenses: 2. Gas-permeable scleral contact lenses. *Cornea*. 1995;14(2):130-7. doi: 10.1097/00003226-199503000-00002
16. Romero-Rangel T, Stavrou P, Cotter J, et al. Gas-permeable scleral contact lens therapy in ocular surface disease. *Am J Ophthalmol*. 2000;130(1):25-32. doi: 10.1016/s0002-9394(00)00378-0
17. Visser ES, Visser R, van Lier HJ, Otten HM. Modern scleral lenses part II: patient satisfaction. *Eye & Contact Lens*. 2007;33(1):21-5. doi: 10.1097/01.icl.0000228964.74647.25
18. Schornack MM. Scleral lenses: a literature review. *Eye & Contact Lens*. 2015;41(1):3-11. doi: 10.1097/ICL.0000000000000083
19. Fadel D, Kramer E. Potential contraindications to scleral lens wear. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2019;42(1):92-103. doi: 10.1016/j.clae.2018.10.024
20. Tikhonova OI, Pashtaev NP, Pozdeyeva NA, et al. Influence of scleral lenses on visual acuity and aberrations in patients with irregular cornea. *The EYE GLAZ*. 2019;21(2(126)):32-39. (In Russ.). [Тихонова О.И., Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., и др. Влияние склеральных линз на функциональные показатели и аберрации у пациентов с иррегулярной роговицей. *The EYE ГЛАЗ*. 2019;21(2(126)):32-39]. doi: 10.33791/2222-4408-2019-2-32-39
21. Fedotova K, Graboveckij VR, Novikov SA, Ezugbaya M. Mini-scleral contact lenses in the treatment of patients with dry eye syndrome (first personal experience). *Oftal'mologicheskie vedomosti*. 2019;12(1):5-12. (In Russ.). [Федотова К., Грабовецкий В.Р., Новиков С.А., Эзугбая М. Минисклеральные контактные линзы в лечении пациентов с синдромом сухого глаза (первый собственный опыт применения). *Офтальмологические ведомости*. 2019;12(1):5-12]. doi: 10.17816/OV1215-12
22. Myagkov AV, Slonimsky YuB, Belousova EV, et al. Optical keratoconus correction using scleral gas-permeable contact lenses. *Oftal'mologija*. 2019;16(2):218-224. (In Russ.). [Мягков А.В., Слонимский Ю.Б., Белоусова Е.В., и др. Оптическая коррекция кератоконуса с помощью склеральных газопроницаемых контактных линз. *Офтальмология*. 2019;16(2):218-224]. doi: 10.18008/1816-5095-2019-2-218-224
23. Alyaeva OO, Ryabenko OI, Tananakina EM, Yushkova IS. Zenlens scleral lenses for visual rehabilitation of patients with irregular cornea: a usage experience. *Russian Ophthalmological Journal*. 2018;11(4):68-74. (In Russ.). [Аляева О.О., Рябенко О.И., Тананакина Е.М., Юшкова И.С. Опыт применения склеральных линз Zenlens для зрительной реабилитации пациентов с иррегулярной роговицей. *Российский офтальмологический журнал*. 2018;11(4):68-74]. doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-4-68-74
24. Fedotova K, Graboveckij VR, Novikov SA. *Scleral contact lenses in the treatment of cornea pathology*. In: M., 2018;1:256-258. (In Russ.). [Федотова К., Грабовецкий В.Р., Новиков С.А. *Склеральные линзы в комплексном лечении патоло-*

- гии роговицы. В кн.: 11-й Российский общенациональный офтальмологический форум. М., 2018;1:256-258]. <https://helmholtzeinstitute.ru/doc/ROOF2018-tom1-CD.pdf>.
25. Alipour F, Khairkhan A, Jabarvand Behrouz M. Use of mini-scleral contact lenses in moderate to severe dry eye. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2012;35(6):272-6. doi: 10.1016/j.clae.2012.07.006
 26. Bavinger JC, DeLoss K, Mian SI. Scleral lens use in dry eye syndrome. *Curr Opin Ophthalmol*. 2015;26(4):319-24. doi: 10.1097/ICU.0000000000000171
 27. Jones L, Downie LE, Korb D, et al. TFOS DEWS II Management and Therapy Report. *Ocul Surf*. 2017;15(3):575-628. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.006
 28. Tougeron-Brousseau B, Delcampe A, Guedry J, et al. Vision-related function after scleral lens fitting in ocular complications of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis. *Am J Ophthalmol*. 2009;148(6):852-9. e2. doi: 10.1016/j.ajo.2009.07.006
 29. Foulks GN, Forstot SL, Donshik PC, et al. Clinical guidelines for management of dry eye associated with Sjögren disease. *Ocul Surf*. 2015;13(2):118-32. doi: 10.1016/j.jtos.2014.12.001
 30. Grey F, Carley F, Biswas S, Tromans C. Scleral contact lens management of bilateral exposure and neurotrophic keratopathy. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2012;35(6):288-91. doi: 10.1016/j.clae.2012.07.009
 31. Schornack MM, Baratz KH. Ocular cicatricial pemphigoid: the role of scleral lenses in disease management. *Cornea*. 2009;28(10):1170-2. doi: 10.1097/ICO.0b013e318199fa56 PMID: 19770718
 32. Schornack MM. Limbal stem cell disease: management with scleral lenses. *Clin Exp Optom*. 2011;94(6):592-4. doi: 10.1111/j.1444-0938.2011.00618.x PMID: 21517973
 33. Segal O, Barkana Y, Hourovitz D, et al. Scleral contact lenses may help where other modalities fail. *Cornea*. 2003;22:308-310. doi: 10.1097/00003226-200305000-00006
 34. Weyns M, Koppen C, Tassignon MJ. Scleral contact lenses as an alternative to tarsorrhaphy for the long-term management of combined exposure and neurotrophic keratopathy. *Cornea*. 2013;32(3):359-61. doi: 10.1097/ICO.0b013e31825fed01 PMID: 23073486
 35. Zaki V. A non-surgical approach to the management of exposure keratitis due to facial palsy by using mini-scleral lenses. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(6):e6020. doi: 10.1097/MD.00000000000006020 PMID: 28178141
 36. Nguyen MTB, Thakrar V, Chan CC. EyePrintPRO therapeutic scleral contact lens: indications and outcomes. *Can J Ophthalmol*. 2018;53(1):66-70. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.07.026 PMID: 29426444
 37. Sabesan R, Johns L, Tomashevskaya O, et al. Wavefront-guided scleral lens prosthetic device for keratoconus. *Optom Vis Sci*. 2013;90:314-323. doi: 10.1097/OPX.0b013e318288d19c
 38. Rath VM, Mandathara PS, Dumpati S. Contact lens in keratoconus. *Indian J Ophthalmol*. 2013;61:410-415. doi: 10.4103/0301-4738.116066
 39. Pullum K, Anand V. Scleral lenses for keratoconus and corneal transplant. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2013;36:e14. doi: 10.1016/j.clae.2013.08.059
 40. Arumugam AO, Rajan R, Subramanian M, et al. PROSE for irregular corneas at a tertiary eye care center. *Eye & Contact Lens*. 2014;40:71-73. doi: 10.1097/ICL.0000000000000006
 41. Mahadevan R, Fathima A, Rajan R, et al. An ocular surface prosthesis for keratoglobus and Terrien's marginal degeneration. *Optom Vis Sci*. 2014;91(1):S34-S39. doi: 10.1097/OPX.0000000000000200
 42. DeLoss KS, Fattah NH, Hood CT. Prosthetic replacement of the ocular surface ecosystem (PROSE) scleral device compared to keratoplasty for the treatment of corneal ectasia. *Am J Ophthalmol*. 2014;158:974-982. doi: 10.1016/j.ajo.2014.07.016
 43. Rath VM, Murthy SI, Bagga B, et al. Keratoglobus: An experience at a tertiary eye care center in India. *Indian J Ophthalmol*. 2015;63:233-238. doi: 10.4103/0301-4738.156927
 44. Asena L, Altinors DD. Clinical outcomes of scleral Misa lenses for visual rehabilitation in patients with pellucid marginal degeneration. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2016;39:420-424. doi: 10.1016/j.clae.2016.06.010
 45. Gupta N, Ganger A. Keratoglobus. A close entity to megalophthalmos. *Springerplus*. 2016;5:634. doi: 10.1186/s40064-016-2307-1
 46. Rath VM, Dumpati S, Mandathara PS, et al. Scleral contact lenses in the management of pellucid marginal degeneration. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2016;39(3):217-20. doi: 10.1016/j.clae.2015.11.005 PMID: 26669275
 47. Polania-Baron EJ, Santana-Cruz O, Lichtinger A, et al. Treatment of Severe Infectious Keratitis With Scleral Contact Lenses as a Reservoir of Moxifloxacin 0.5. *Cornea*. 2021;40(7):831-836. doi: 10.1097/ICO.0000000000002482 PMID: 32833847
 48. Rosenthal P, Cotter JM, Baum J. Treatment of persistent corneal epithelial defect with extended wear of a fluid-ventilated gas-permeable scleral contact lens. *Am J Ophthalmol*. 2000;130(1):33-41. doi: 10.1016/s0002-9394(00)00379-2 PMID: 11004257
 49. Dogan C, Bahar Tokman H, Mergen B, et al. Effect of scleral lens use on conjunctival microbiota. *Cont Lens & Anterior Eye*. 2020;43(2):189-191. doi: 10.1016/j.clae.2019.11.001 PMID: 31744671
 50. Macedo-de-Araújo RJ, McAlinden C, van der Worp E, González-Méijome JM. Improvement of Vision and Ocular Surface Symptoms With a Scleral Lens After Microbial Keratitis. *Eye & Contact Lens*. 2021;47(8):480-483. doi: 10.1097/ICL.0000000000000794 PMID: 33928923
 51. Gemoules G. A novel method of fitting scleral lenses using high resolution optical coherence tomography. *Eye & Contact Lens*. 2008;3,80-3. doi: 10.1097/ICL.0b013e318166394d

■ Автор для переписки

Альхаджидж Джехад Халед Али

Адрес: Казанский государственный медицинский университет, ул. Бутлерова, 49, г. Казань, Республика Татарстан, Россия, 420012.

E-mail: hjouj.jehad@gmail.com

■ Corresponding Author

Jehad Khaled Ali Alhjouj

Address: Kazan State Medical University, 49 Butlerova st., Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 420012.