https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412 EDN: ILIZBS

Оценка терапевтической эффективности и безопасности гелевого протектора эпителия роговицы при лечении пациентов с синдромом «сухого глаза»

А.Д. Чупров, В.А. Трубников, О.М. Кузьмина, Т.В. Казакова, О.В. Маршинская

Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» (Оренбургский филиал), Оренбург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Синдром «сухого глаза» (ССГ) является одной из приоритетных проблем современной офтальмологии, что связано с неуклонным увеличением доли данного заболевания в структуре общей глазной патологии. Это обусловливает необходимость проведения исследований, направленных на совершенствование существующих и разработку новых препаратов для повышения эффективности лечения данного заболевания.

Цель. Оценить терапевтическую эффективность и безопасность гелевого протектора эпителия роговицы при лечении пациентов с ССГ.

Методы. В исследовании участвовали пациенты с установленным диагнозом ССГ (*n*=80 глаз). В ходе работы сформированы две группы: группа 1 (*n*=44 глаза) — пациенты, получающие стандартную терапию в виде увлажняющего раствора на основе натрия гиалуроната; группа 2 (*n*=36 глаз) — пациенты, использующие гелевый протектор эпителия роговицы «СФЕРО®око» (БИОМИР сервис, Россия). Курс лечения составлял 3 месяца с регулярным клиническим и лабораторным контролем. Для оценки эффективности применения препаратов в лечении до начала терапии, на 30-е и 90-е сутки проводилось биомикроскопическое исследование; выполнялась оценка показателей стабильности слёзной плёнки по Норну и общего объема слезопродукции с помощью пробы Ширмера. Для диагностики была использована щелевая лампа MediWorks (Shanghai MediWorks Precision Instruments Co., Ltd., Китай).

Результаты. В настоящем исследовании установлено, что к 3-му месяцу терапии в группе 1 случаи тяжелого угнетения функции слезообразования полностью нивелировались, доля легкой степени угнетения составила 23%, нормальные показатели секреции достигли 36% случаев. В группе 2 доля глаз с тяжелой степенью угнетения функции слезообразования составила 11%, с легкой — 19%, нормальные показатели секреции — в 34% случаев. К концу периода терапии отмечено значимое улучшение стабильности слезной пленки. Среднее время разрыва слезной пленки менее 5 секунд снизилось до 14% случаев в группе 1 и до 12% случаев в группе 2. Частота встречаемости разрыва слезной пленки в диапазоне 10–15 секунд достигла 29% и 44% соответственно.

Заключение. Проведенное исследование показало, что пролонгированное применение глазных капель, содержащих высокомолекулярную гиалуроновую кислоту, а также глазного геля на основе коллагенсодержащего экстракта способствовали увеличению слезообразования и стабилизации слезной пленки у пациентов при ССГ. Положительная динамика контролируемых параметров приобретала более выраженный характер по мере увеличения длительности терапии.

Ключевые слова: офтальмологические заболевания; синдром «сухого глаза»; слезная пленка; биополимерный гидрогель; коллагенсодержащий экстракт.

Для цитирования:
Чупров А.Д., Трубников В.А., Кузьмина О.М., Казакова Т.В., Маршинская О.В. Оценка терапевтической эффективности и безопасности гелевого протектора эпителия роговицы при лечении пациентов с синдромом «сухого глаза» // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2026. Т. 14, № 3. С. 403–412. doi: 10.23888/HMJ2026143403-412 EDN: ILIZBS

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0
© Коллектив авторов, 2026

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412 EDN: ILIZBS

Evaluation of the Therapeutic Efficacy and Safety of a Corneal Epithelium Gel Protector in the Treatment of Patients with Dry Eye Disease

Aleksandr D. Chuprov, Vyacheslav A. Trubnikov, Olga M. Kuzmina, Tatiana V. Kazakova, Olga V. Marshinskaia

S.N. Fedorov National Medical Research Center "MNTK "Eye Microsurgery" (Orenburg Branch), Orenburg, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Dry eye disease (DED) presents a major challenge within contemporary ophthalmology, driven by a steady increase in its prevalence across the overall spectrum of ocular pathologies. This trend underscores the need for research aimed at improving existing medications and engineering novel ones to optimize treatment efficacy.

AIM: To evaluate therapeutic efficacy and safety of a corneal epithelium gel protector in the treatment of patients with DED.

METHODS: The study enrolled patients with a confirmed diagnosis of DED (*n*=80 eyes). The cohort was divided into two groups: Group 1 (*n*=44 eyes) comprised patients receiving standard therapy with a sodium hyaluronate-based lubricating solution; Group 2 (*n*=36 eyes) comprised patients using the SFERO®oko corneal epithelium-protecting gel (BIOMIR Service, Russia). The treatment course spanned 3 months, with regular clinical and laboratory monitoring. To evaluate treatment efficacy, biomicroscopic examinations were performed at baseline, and on days 30 and 90; tear film break-up time (TBUT) was evaluated via the Norn's test, and the total tear production volume was measured utilizing the Schirmer test. Diagnostic evaluations were performed utilizing a MediWorks slit lamp (Shanghai MediWorks Precision Instruments Co., Ltd., China).

RESULTS: The present study demonstrated that by month 3 of therapy, cases of severe tear production impairment in Group 1 had completely resolved, the proportion of mild impairment was 23%, and normal secretion levels were observed in 36% of cases. In Group 2, the proportion of eyes with severe tear production impairment was 11%, mild impairment accounted for 19%, and normal secretion levels were documented in 34% of cases. By the end of the treatment period, a significant improvement in tear film stability was noted. The mean TBUT of less than 5 seconds decreased to 14% in Group 1 and 12% in Group 2. The frequency of TBUT within the 10–15 second range reached 29% and 44% respectively.

CONCLUSION: The conducted study demonstrated that the prolonged administration of eye drops containing high-molecular-weight hyaluronic acid, alongside a collagen-containing extract-based eye gel, contributed to increased tear production and the stabilization of the tear film in patients with DED. Notably, the positive dynamics of the monitored parameters became more pronounced as the duration of therapy extended.

Keywords: ophthalmic diseases; dry eye disease; tear film; biopolymer hydrogel; collagen-containing extract.

To cite this article:
Chuprov AD, Trubnikov VA, Kuzmina OM, Kazakova TV, Marshinskaia OV. Evaluation of the Therapeutic Efficacy and Safety of a Corneal Epithelium Gel Protector in the Treatment of Patients with Dry Eye Disease. *Science of the Young (Eruditio Juvenium).* 2026;14(3):403–412. doi: 10.23888/HMJ2026143403-412 EDN: ILIZBS

The article can be use under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Authors, 2026

Обоснование

Синдром «сухого глаза» (ССГ) — одна из приоритетных проблем современной офтальмологии, связанная с неуклонным увеличением доли данного заболевания в структуре общей глазной патологии и высокой вероятностью развития тяжелых осложнений вплоть до потери зрительных функций [1–3]. По данным всемирных эпидемиологических исследований, распространенность ССГ варьирует в среднем от 5 до 50% [4]. Особого внимания заслуживает эпидемиологическая значимость ССГ в Российской Федерации, где его клинические проявления регистрируются у 30–40% пациентов, обращающихся за офтальмологической помощью [5]. По статистическим данным ССГ преобладает среди лиц старше 50 лет (67%), при этом доля пациентов младше 40 лет составляет около 12% [6].

В настоящее время проводится ряд научных исследований, направленных на разработку и усовершенствование как известных, так и на создание новых препаратов с целью повышения клинической эффективности и улучшения прогноза для пациентов с ССГ [7–9]. Следует отметить, что лечение данного заболевания является сложной терапевтической задачей, обусловленной многофакторным патогенезом [10, 11]. Несмотря на многообразие существующих методов лечения роговично-конъюнктивального ксероза, ведущая роль традиционно отводится *слезозаместительной терапии*, направленной на коррекцию дефицита слезной жидкости и стабилизацию слезной пленки [12]. Актуальным является использование мультимодальных средств, которые, наряду с увлажнением глазной поверхности, обладают выраженным регенераторным, антиоксидантным и противовоспалительным потенциалом [13, 14].

На отечественном фармацевтическом рынке появилось новое медицинское изделие для увлажнения и защиты слизистой оболочки глаза — «СФЕРО®око» (БИОМИР сервис, Россия), что расширило терапевтические возможности в этой области. Данный препарат относится к классу биополимерных гидрогелей. Наряду с полиэтиленгликолем и электролитами (*Na*, *K*), отвечающими за пролонгированное увлажнение и стабилизацию слезной пленки на поверхности глаза, а также поддержание необходимого водно-солевого баланса, главным действующим веществом данного средства является многокомпонентный *коллагенсодержащий экстракт животного происхождения*, являющийся биомиметиком внеклеточного матрикса и обеспечивающий регенерацию и протекцию тканей роговицы [15]. Следует отметить, что в экспериментальных исследованиях на животных с моделью ССГ учеными показана многообещающая эффективность использования коллагеновых пептидов. Исследователями отмечалось восстановление структуры эпителиальных клеток и снижение выраженности воспалительных реакций [16].

Цель — оценить терапевтическую эффективность и безопасность гелевого протектора эпителия роговицы при лечении пациентов с ССГ.

Методы

С 2024 по 2025 годы проведено открытое проспективное контролируемое сравнительное исследование на базе Оренбургского филиала Национального медицинского исследовательского центра «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова». Проведение исследования осуществлялось в соответствии с этическими принципами добровольного участия, закрепленными в Хельсинкской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации («Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», с поправками 2000 г.) и действующими нормативными актами Российской Федерации, регулирующими клиническую практику (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 266 от 19.06.2003). Все участники исследования предоставили письменное информированное согласие (в соответствии с требовани-

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412

ями Приказа Минздрава России № 1051н от 12.11.2023).

Критерии включения: клинически подтвержденный диагноз ССГ (H04.1 по МКБ-10); отсутствие тяжелой офтальмопатологии; возраст пациентов от 18 лет и старше.

Критерии исключения: беременность, период лактации; наличие тяжелой соматической патологии, включая патологию в стадии декомпенсации (инфаркт миокарда, нестабильная стенокардия, хроническая почечная недостаточность, декомпенсация сахарного диабета, артериальная гипертензия); наличие инфекционных и психических заболеваний; наличие врожденной патологии роговой оболочки, а также острых воспалительных заболеваний роговицы, перенесенных оперативных вмешательств на роговице (кераторефракционные, кератопластические).

В исследовании участвовали пациенты с установленным диагнозом ССГ (*n*=80 глаз). В ходе работы было сформировано две группы:

- ***группа 1*** (*n*=44 глаза) — пациенты, получающие стандартную терапию в виде увлажняющего раствора на основе натрия гиалуроната;

- ***группа 2*** (*n*=36 глаз) — пациенты, использующие гелевый протектор эпителия «СФЕРО®око» (БИОМИР сервис, Россия).

Неравный объем выборок вызван спецификой проспективного сбора данных в условиях реальной клинической практики.

Формирование групп сравнения выполнялось методом сплошного отбора пациентов, соответствующих критериям включения. Для обеспечения независимости данных от каждого пациента в анализ включали строго по одному глазу.

Курс лечения составлял 3 месяца с регулярным клиническим и лабораторным контролем. Инстилляция глазных капель осуществлялась в строгом соответствии с предписаниями, изложенными в инструкции по применению. Все пациенты были пролечены одним врачом–офтальмологом.

В качестве основных показателей исследования были определены параметры стабильности слезной пленки (проба Норна) и показатели общего объема суммарной слезопродукции (тест Ширмера) до начала терапии, на 30-е и 90-е сутки лечения. Помимо этого, проводилось анкетирование пациентов с целью выявления жалоб; с целью оценки безопасности препарата регистрировались нежелательные явления.

Для диагностики параметров стабильности слезной пленки (проба Норна) была использована щелевая лампа MediWorks S390L (Shanghai MediWorks Precision Instruments Co., Ltd., Китай), для оценки общего объема суммарной слезопродукции (тест Ширмера) применялись медицинские офтальмологические диагностические тест-полоски Tear Strips (TEAR FLO, Индия).

Обработку полученных данных проводили методами вариационной статистики с использованием программ Excel (Microsoft, США) и Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., США). Для систематизации категориальных данных использовали метод порядкового кодирования. Результаты теста Ширмера кодировали по степеням: 0 степень — более 15 мм (норма), I степень — 9–14 мм (лёгкое угнетение), II степень — 4–8 мм (среднее угнетение), III степень — <4 мм (тяжёлое угнетение). Пробы Норна кодировали по степени изменений: 0 степень — >15 секунд (норма), I степень — 10–15 секунд (легкая), II степень — 5–10 секунд (средняя), III степень — <5 секунд (тяжелая). Категориальные данные описывали с использованием процентных долей. В ходе анализа применяли непараметрические процедуры обработки статистических совокупностей *U*-критерий Манна–Уитни со сравнением средних рангов двух независимых выборок [17].

Результаты

На этапе первичного скрининга по данным амбулаторного приема и медицинской документации было оценено соответствие критериям отбора у пациентов с установленным диагнозом ССГ (*n*=96). Из исходной группы были исключены 16 человек, из них 6 пациентов не соответ-

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412

ствовали критериям включения, у 10 человек выявлены критерии исключения.

В результате процедуры отбора в исследование были включены пациенты (*n*=80 глаз). Из них мужчин — 28, женщин — 52, возраст исследуемых от 20 до 79 лет. Несмотря на то, что в исследуемых группах наблюдалось превалирование лиц женского пола, анализ данных не выявил статистически значимого влияния пола на выраженность симптомов или тяжесть течения заболевания. Следовательно, можно утверждать, что половая принадлежность не являлась определяющим фактором в развитии и прогрессировании данного заболевания в рамках данной выборки.

При первичном осмотре превалирующими жалобами пациентов обеих групп являлись выраженный дискомфорт, слезотечение, чувство жжения и сухости, ощущение «инородного тела», а также плохая переносимость ветра и кондиционированного воздуха. Клиническая картина заболевания характеризовалась локальным отеком бульбарной конъюнктивы и гиперемией краев век.

Согласно результатам пробы Ширмера, до начала лечения у пациентов было установлено преобладание средней степени угнетения слезообразования (4–8 мм), частота встречаемости в группе 1 составила 34%, в группе 2 — 39% (рис. 1).

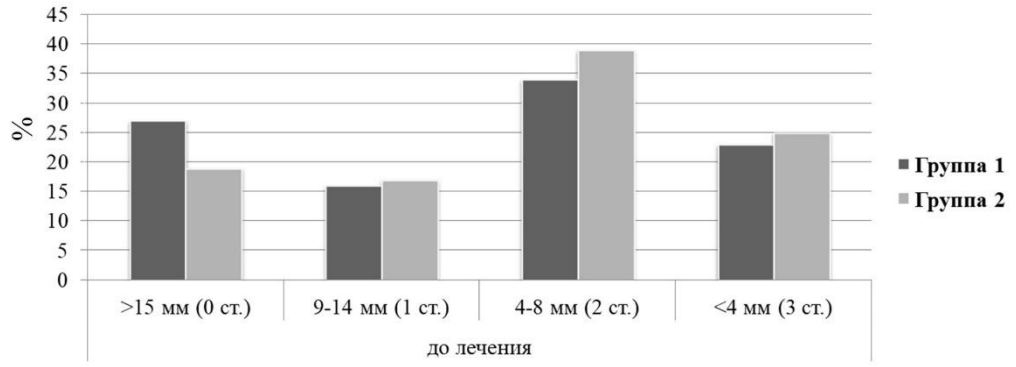

Рис. 1. Результаты теста Ширмера до начала лечения.

К ***30-м суткам*** лечения на фоне инстилляции исследуемых препаратов было отмечено повышение уровня слезопродукции в обеих группах (группа 2). Наиболее выраженная положительная динамика была выявлена в группе 2 — заметно снизился процент встречаемости тяжелой и средней степени угнетения слезопродуцирующей функции глаза. При этом частота случаев с легкой степенью возросла до 25%, а показатель нормы достигнут в 30% случаев (рис. 2).

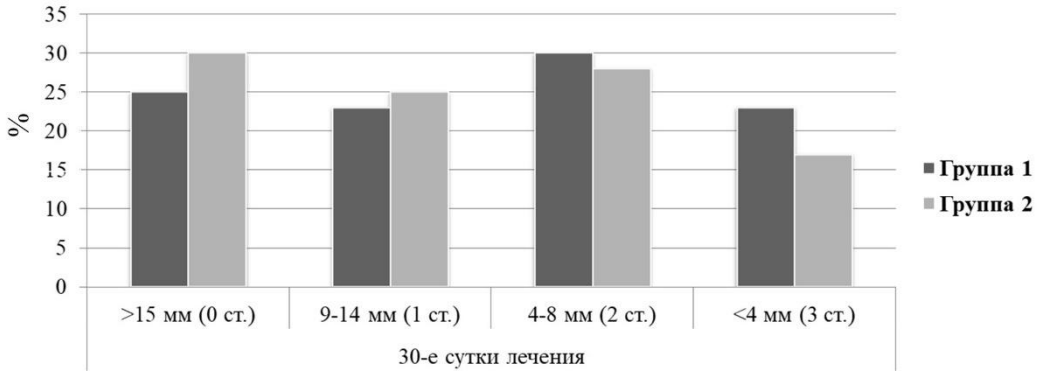

Рис. 2. Результаты теста Ширмера на 30-е сутки лечения.

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412

К ***90-м суткам*** лечения было продемонстрировано превосходство терапии, основанной на использовании капель с гиалуроновой кислотой (рис. 3). Случаи тяжелого угнетения слезообразования полностью нивелировались, при этом доля легкой степени составила 23%, а нормальные показатели составили 36% случаев. В группе 2 доля глаз с тяжелой степенью угнетения функции составила 11%, с легкой — 19%, а нормальные показатели секреции наблюдались в 34% случаев.

В ходе математического анализа не было обнаружено статистически достоверной разницы в уровне слезопродукции между группами во все периоды наблюдения (p >0,05), что может указывать на сопоставимую эффективность исследуемых схем лечения по данному показателю.

Согласно результатам пробы Норна до начала лечения среднее время разрыва слезной пленки не превышало 5 секунд в группе 1 — 48% случаев, в группе 2 — 58% (рис. 4).

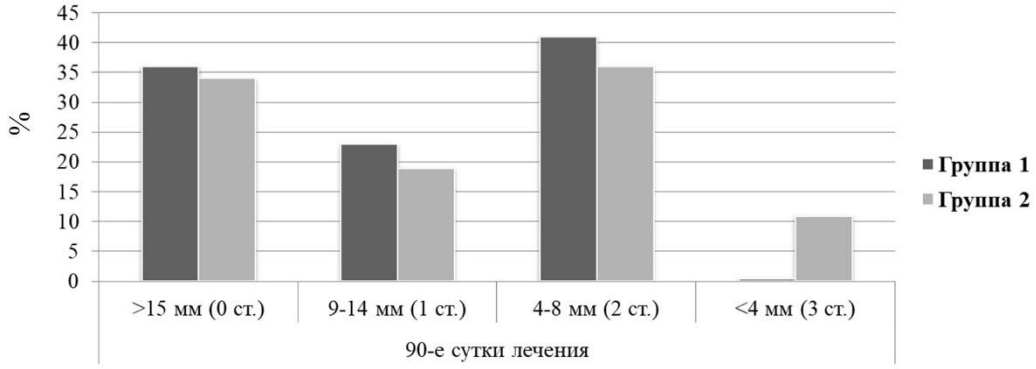

Рис. 3. Результаты теста Ширмера на 90-е сутки лечения.

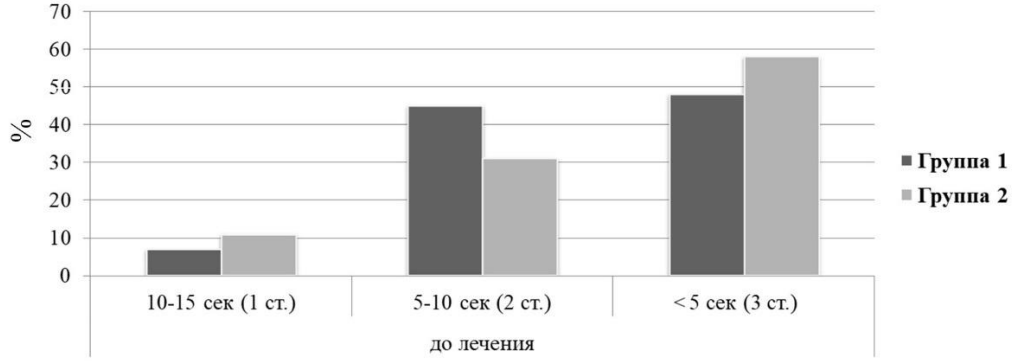

Рис. 4. Результаты теста Норна до начала лечения.

На ***30-е сутки*** частота выявления критических показателей пробы Норна (менее 5 секунд) сократилась в группе 1 — до 16% случаев, в группе 2 — до 22%. На фоне этого значительно возросла доля глаз с интервалами разрыва слезной пленки в 10–15 секунд: в группе 1 — до 34% случаев, в группе 2 — до 42% (рис. 5).

На ***90-е сутки*** сохранялась положительная динамика. Среднее время разрыва слезной пленки менее 5 секунд встречалось в группе 1 — 14% случаев, в группе 2 — 12% случаев. На фоне этого частота встречаемости разрыва слезной пленки в диапазоне 10–15 секунд достигла 29 и 44% соответственно. Таким образом, динамика изменения времени разрыва слезной пленки по тесту Норна, продемонстрировала улучшение стабильности слезной пленки в обеих исследуемых группах (рис. 6).

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412

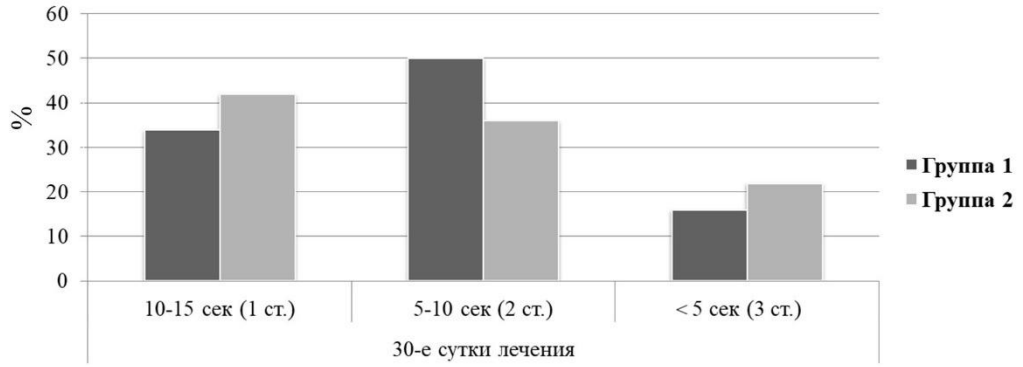

Рис. 5. Результаты теста Норна на 30-е сутки лечения.

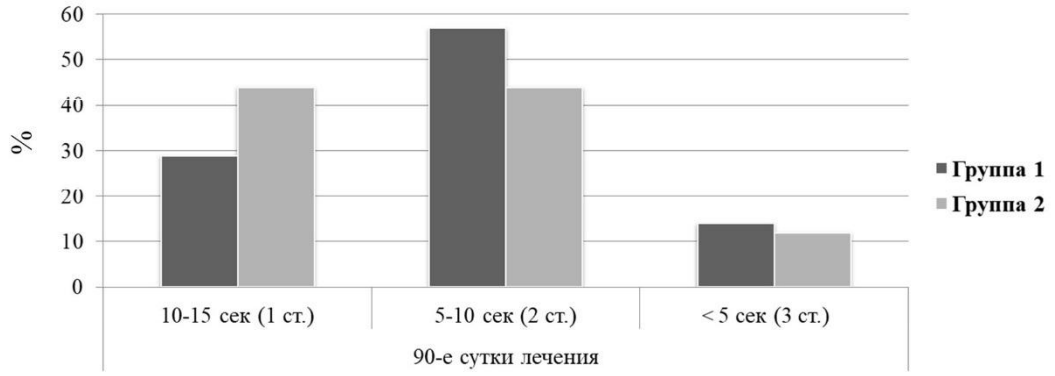

Рис. 6. Результаты теста Норна на 90-е сутки лечения.

Следует отметить, что в ходе анализа данных не было выявлено статистически значимой разницы между сравниваемыми группами по среднему времени разрыва слезной пленки (p >0,05). Однако анализ средних рангов (40,01 против 40,8 на 30-е сутки; 37,27 против 40,2 на 90-е сутки) показал четкую тенденцию к повышению стабильности слезной пленки у пациентов группы 2.

В процессе всего периода наблюдения никаких побочных эффектов от применения исследуемых препаратов зарегистрировано не было. Важно отметить, что по результатам анкетирования было установлено, что вне зависимости от типа применяемого препарата положительный эффект был зафиксирован пациентами в 95% случаях к 30-м суткам терапии, что проявлялось снижением выраженных субъективных признаков ксеротического процесса. Помимо этого, более 90% респондентов отметили удобство применения средства «СФЕРО®око», что напрямую было связано с режимом однократного применения капель в течение суток, а также удобством упаковки (монодозы).

Обсуждение

Пролонгированное применение глазных капель, содержащих высокомолекулярную гиалуроновую кислоту, а также глазного геля на основе коллагенсодержащего экстракта способствовали увеличению слезообразования и стабилизации слезной пленки у пациентов при ССГ. Положительная динамика приобретала более выраженный характер по мере увеличения длительности терапии.

Известно, что структурная целостность роговицы, строма которой на 90% состоит из коллагеновых волокон, представляет решающее значение для здоровья глазной поверхности [18, 19]. Учитывая

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412

низкую скорость обновления коллагена, у ученых возникла гипотеза о том, что целенаправленное восстановление его структуры представляет собой одну из перспективных терапевтических стратегий для купирования повреждений поверхности и воспалительного процесса при ССГ [20, 21]. В проведенном исследовании, медицинское изделие для увлажнения и защиты слизистой оболочки глаза «СФЕРО®око», являющееся биополимерным гидрогелем на основе экстракта коллагена, продемонстрировало выраженный положительный эффект уже к 30-м суткам терапии, что характеризовалось достаточно быстрым восстановлением слезопродукции и стабилизации слезной пленки у пациентов. Действие данного препарата было основано на биологическом эффекте ключевых компонентов, симулирующих процессы восстановления структурной целостности и функциональности поврежденной роговицы [22]. Следует отметить, что имеющиеся литературные данные подтверждают эффективность данного подхода. В одном из исследований было показано, что применение коллагеновых пептидов способствовало улучшению адгезии слезной пленки и стабилизации эпителия [23]. В частности, учеными было установлено, что пептиды-миметики коллагена способны встраиваться в поврежденные участки и восстанавливать структуры фрагментированных тройных спиралей коллагена [24].

Увлажняющий раствор, содержащий высокомолекулярную гиалуроновую кислоту, продемонстрировал кумулятивной эффект, который достигал максимума действия к 90-м суткам применения. Физико-химические свойства гиалуроновой кислоты способствовали формированию устойчивого защитного барьера, снижению скорости испарения слезной жидкости, что обеспечивало долгосрочную стабилизацию глазной поверхности [25]. Данные свойства были обусловлены, в частности, высокой мукоадгезивностью полимера, что позволило раствору «искусственной слезы» связываться с муцинами и длительно удерживаться на ней. Кроме того, высокая гигроскопичность гиалуроновой кислоты способствовала связыванию ее молекулами воды и длительному удержанию на поверхности роговицы и конъюнктивы [26]. Возможно, что выявленные в ходе наблюдений различия в динамике терапевтического ответа на исследуемые препараты, были обусловлены разной спецификой механизмов их действия.

Ограничения исследования. Данное исследование имеет методологические ограничения: результаты функциональных офтальмологических тестов (тест Ширмера и проба Норна) оценивались по балльной шкале в соответствии со степенью выраженности клинических изменений синдрома «сухого глаза». Отсутствие исходных непрерывных числовых значений (в миллиметрах и секундах) исключило возможность расчета базовой описательной статистики, что обусловило применение в ходе статистического анализа методов обработки порядковых данных.

Заключение

Проведенное исследование показало, что пролонгированное применение глазных капель, содержащих высокомолекулярную гиалуроновую кислоту, а также глазного геля на основе коллагенсодержащего экстракта способствовали увеличению слезообразования и стабилизации слезной пленки у пациентов при синдроме «сухого глаза». При этом положительная динамика приобретала более выраженный характер по мере увеличения длительности терапии.

Следует отметить, что отсутствие статистически значимых различий между сравниваемыми группами вероятнее всего может быть связано с перекрывающимся механизмом действия препаратов, нивелирующим разницу в клиническом эффекте, а также влиянием неучтенных индивидуальных особенностей пациентов. Кроме того, использование категориальных данных при статистическом анализе ограничивает точность оценки, что требует перехода к количественным показателям в будущих исследованиях. Для вери-

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143403-412

фикации полученных результатов необходимы дальнейшие исследования с увеличением числа участников и применением количественных методов оценки.

Список литературы | References

1. Yang K, Wu S, Ke L, et al. Association between potential factors and dry eye disease: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2024;103(52):e41019. doi: 10.1097/md.0000000000041019 EDN: SOLFLB
2. Britten–Jones AC, Wang MTM, Samuels I, et al. Epidemiology and Risk Factors of Dry Eye Disease: Considerations for Clinical Management. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(9):1458. doi: 10.3390/medicina60091458 EDN: MRHHLS
3. Brzheskiy VV. Modern possibilities of pathogenetically oriented therapy for dry eye syndrome. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2023;139(2):95–103. doi: 10.17116/oftalma202313902195 EDN: XJXGBQ
4. Hynnekleiv L, Magno M, Vernhardsdottir RR, et al. Hyaluronic acid in the treatment of dry eye disease. *Acta Ophthalmol*. 2022;100(8):844–860. doi: 10.1111/aos.15159 EDN: PVXLGV
5. Trufanov SV, Subbot AM, Malozhen SA, et al. Risk factors, clinical presentations, prevention, and treatment of corneal graft rejection. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2016;132(6):108–116. doi: 10.17116/oftalma20161326108-116 EDN: XIOWTX
6. Riks IA. Cyclosporine use in “dry eye” syndrome. *Ophthalmology Reports*. 2019;12(3):75–82. doi: 10.17816/OV15853 EDN: LVIZDG
7. Mittal R, Patel S, Galor A. Alternative therapies for dry eye disease. *Curr Opin Ophthalmol*. 2021; 32(4):348–361. doi: 10.1097/ICU.0000000000000768 EDN: ZUFNHG
8. Murri MS, Moshirfar M, Birdsong OC, et al. Amniotic membrane extract and eye drops: a review of literature and clinical application. *Clin Ophthalmol.* 2018;12:1105–1112. doi: 10.2147/OPTH.S165553
9. Lin P-H, Jian H-J, Li Yu-J, et al. Alleviation of dry eye syndrome with one dose of antioxidant, anti-inflammatory, and mucoadhesive lysine-carbonized nanogels. *Acta Biomater*. 2022;141:140–150. doi: 10.1016/j.actbio.2022.01.044 EDN: RPZTYU
10. Messmer EM. Pathophysiology of dry eye disease and novel therapeutic targets. *Exp Eye Res.* 2022; 217:108944. doi: 10.1016/j.exer.2022.108944 EDN: CPSMDM
11. Huang R, Su C, Fang L, et al. Dry eye syndrome: comprehensive etiologies and recent clinical trials. *Int Ophthalmol.* 2022;42(10):3253–3272. doi: 10.1007/s10792-022-02320-7 EDN: MCSSEG
12. Brzheskiy VV, Drozdova EA, Bobryshev VA, et al. New possibilities for reparative therapy of dry eye syndrome. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2024; 140(1):58–64. doi: 10.17116/oftalma202414001158 EDN: AKUOTI
13. Brzhesky VV. Combined artificial tear medications in the treatment of patients with dry eye syndrome. *Russian Ophthalmological Journal.* 2022;15(2):154–159. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-154-159 EDN: EQERUJ
14. Gaybaryan RV, Fedoseyev YB, Vardanyan EV, Vardanyan BV. IPL-therapy in ophthalmology: literature review. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald***.** 2025;33(1):117–122. doi: 10.17816/PAVLOVJ501747 EDN: CMXUWJ
15. Sevastyanov VI, Perova NV. Mnogokomponentnye gidrogelevye biopolimernye mimetiki vnekletochnogo matriksa v tehnologiyah regenerativnoj mediciny. *Opinion Leader.* 2025;(81):39–55. (In Russ.)
16. Baratta RO, Schlumpf E, Del Buono BJ, et al. Corneal collagen as a potential therapeutic target in dry eye disease. *Surv Ophthalmol*. 2022;67(1): 60–67. doi: 10.1016/j.survophthal.2021.04.006 EDN: UADOKJ
17. Glantz SA. *Primer of Biostatistics*. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 1997.
18. Meek KM. Corneal collagen-its role in maintaining corneal shape and transparency. *Biophys Rev*. 2009;1(2):83–93. doi: 10.1007/s12551-009-0011-x EDN: DKHKQU
19. Taskina ES, Solovyova AA, Mudrov VA, Makarchuk NA. Contribution of Precorneal Tear Film to the Total Refraction of the Eye. *Science of the Young (Eruditio Juvenium).* 2024;12(1):13–24. doi: 10.23888/HMJ202412113-24 EDN: MVSLAA
20. Wareham LK, Holden JM, Bossardet OL, et al. Collagen mimetic peptide repair of the corneal nerve bed in a mouse model of dry eye disease. *Front Neurosci*. 2023;17:1148950. doi: 10.3389/fnins.2023.1148950 EDN: GFDYHF
21. Rana D, Desai N, Salave S, et al. Collagen-Based Hydrogels for the Eye: A Comprehensive Review. *Gels.* 2023;9(8):643. doi: 10.3390/gels9080643 EDN: GGTXJS
22. Maychuk DYu, Tarkhanova AA, Pronkin IA. Ophthalmic products with extracellular matrix components. Their effectiveness in the process of corneal repair in neurotrophic, herpetic, recurrent keratitis and erosions. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2022;(2):91–100. doi: 10.25276/0235-4160-2022-2-91-100 EDN: UTJFNG
23. Lee H, Kim ChE, Ahn B-N, Yang Ja. Anti-inflammatory effect of hydroxyproline-GQDGLAGPK in desiccation stress-induced experimental dry eye mouse. *Sci Rep.* 2017;7(1):7413. doi: 10.1038/s41598-017-07965-4
24. Chattopadhyay S, Raines RT. Review: collagen-based biomaterials for wound healing. *Biopolymers*. 2014;101(8):821–833. doi: 10.1002/bip.22486

25. Bayer IS. Hyaluronic acid and controlled release: a review. *Molecules*. 2020;25(11):2649. doi: 10.3390/molecules25112649 EDN: IYMTNT
26. Brzheskiy VV, Romanova EA, Kireeva VA. Modern trends in tear replacement therapy for patients with dry eye syndrome. *Medical Council*. 2022; (23):255–261. doi: 10.21518/2079-701X-2022-16-23-255-261 EDN: VHMXPQ

Дополнительная информация | Additional Information

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено Локальным комитетом по биомедицинской этике Оренбургского филиала Национального медицинского исследовательского центра «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» (Протокол № 1 от 01.04.2024).
Согласие на публикацию. Неприменимо.
Источники финансирования. Отсутствуют.
Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.
Оригинальность. При проведении исследования и создании настоящей статьи авторы не использовали ранее полученные и опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).
Генеративный искусственный интеллект. При создании статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.
Рецензирование. В рецензировании участвовали два рецензента и член редакционной коллегии издания.

Ethics approval: The study was approved from the Local Biomedical Ethics Committee of the Orenburg Branch of S.N. Fedorov National Medical Research Center "MNTK "Eye Microsurgery" (Protocol No. 1 on April 01, 2024).
Consent for publication: Not applicable.
Funding sources: No funding.
Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities or interests related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.
Statement of originality: In conducting the research and writing this article, the authors did not use previously obtained and published information (text, illustrations, data).
Generative AI: Generative AI technologies were not used for this article creation.
Peer-review: Two reviewers and a member of the editorial board participated in the review.

Об авторах:
***Казакова Татьяна Витальевна**, канд. биол. наук;
адрес: Российская Федерация, 460047, Оренбург, ул. Салмышская, д. 17;
ORCID: 0000-0003-3717-4533;
eLibrary SPIN: 1283-1267;
e-mail: vaisvais13@mail.ru

Чупров Александр Дмитриевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-7011-4220;
e-mail: nauka@ofmntk.ru

Трубников Вячеслав Александрович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-9451-8622;
eLibrary SPIN: 2002-1951;
e-mail: postal2004@bk.ru

Кузьмина Ольга Михайловна, канд. мед. наук;
ORCID: 0009-0000-9081-5630;
eLibrary SPIN: 3328-1086;
e-mail: kuzmina_o_m@mail.ru

Маршинская Ольга Владимировна, канд. биол. наук;
ORCID: 0000-0002-5611-5128;
eLibrary SPIN: 3285-6597;
e-mail: m.olja2013@yandex.ru

Author info:
***Tatiana V. Kazakova**, Cand. Sci. (Biology);
address: 17 Salmyshskaya St, Orenburg, 460047, Russian Federation;
ORCID: 0000-0003-3717-4533;
eLibrary SPIN: 1283-1267;
e-mail: vaisvais13@mail.ru

Aleksandr D. Chuprov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-7011-4220;
e-mail: nauka@ofmntk.ru

Vyacheslav A. Trubnikov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-9451-8622;
eLibrary SPIN: 2002-1951;
e-mail: postal2004@bk.ru

Olga M. Kuzmina, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0009-0000-9081-5630;
eLibrary SPIN: 3328-1086;
e-mail: kuzmina_o_m@mail.ru

Olga V. Marshinskaia, Cand. Sci. (Biology);
ORCID: 0000-0002-5611-5128;
eLibrary SPIN: 3285-6597;
e-mail: m.olja2013@yandex.ru

Вклад авторов:
Чупров А.Д. — концепция исследования, редактирование.
Трубников В.А. — редактирование.
Кузьмина О.М. — обследование пациентов.
Казакова Т.В. — статистическая обработка данных, анализ данных, написание текста.
Маршинская О.В. — работа с данными, анализ литературных источников, написание текста.
Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Author contributions:
Chuprov A.D.: concept of the study, editing.
Trubnikov V.A.: editing.
Kuzmina O.M.: examination of patients.
Kazakova T.V.: statistical processing of data, analysis of data, writing the text.
Marshinskaya O.V.: working with data, analysis of literary sources, writing the text.
All authors have approved the manuscript (version for publication) and agree to be accountable for all aspects of the work, ensuring proper consideration and resolution of questions related to the accuracy or integrity of any part of it.

Рукопись получена: 13.03.2026
Received: 13.03.2026

Рукопись одобрена: 01.09.2026
Accepted: 01.09.2026

Опубликована: 30.09.2026
Published: 30.09.2026