

Количественная оценка структурных изменений роговицы на фоне длительного ношения контактных линз по результатам конфокальной микроскопии

З.В. Сурнина[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5692-1800>, medzoe@yandex.ru

В.В. Аверич, <https://orcid.org/0000-0001-5778-4123>, veronikky@mail.ru

Научно-исследовательский институт глазных болезней; 119021, Россия, Москва, ул. Россолимо, д. 11а

Резюме

Введение. В статье рассмотрена объективная оценка состояния морфофункционального статуса роговицы на фоне длительного ношения мягких контактных линз (МКЛ).

Цель. Оценить качественное и количественное изменение микроструктуры роговицы с помощью лазерной конфокальной микроскопии на фоне многолетнего ношения МКЛ, а также комбинированной слезозаместительной терапии на основе трегалозы и гиалуроновой кислоты.

Материалы и методы. В исследование включены 62 пациента (124 глаза), разделенные на три группы. В первые две входили 32 пациента (64 глаза) с миопией различной степени, использующие в качестве оптической коррекции МКЛ в течение 7–15 лет (в среднем 11 лет): первая группа – 15 пациентов (30 глаз), использующих слезозаместительную терапию в виде препарата на основе трегалозы и гиалуроновой кислоты 2 раза в день в течение 3 мес., вторая группа – 17 пациентов (34 глаза), не получавших какой-либо слезозаместительной терапии. Лазерную конфокальную микроскопию роговицы проводили на гейдельбергском ретинальном томографе HRT III с последующей цифровой обработкой снимков при помощи авторских программных обеспечений с акцентом на состоянии нервных волокон и дендритиформных макрофагов (клеток Лангерганса).

Результаты и обсуждение. Лазерная конфокальная микроскопия роговицы с оценкой структуры нервных волокон роговицы и клеток Лангерганса может быть использована в ходе динамического наблюдения за состоянием переднего отрезка глаза у пользователей МКЛ. При выявлении патологических изменений пациенту может быть рекомендована корнеотрофическая терапия и (или) переход на другой тип контактных линз.

Заключение. Применение слезозаместительного препарата на основе трегалозы и гиалуроновой кислоты улучшает субъективную переносимость МКЛ, а также позволяет в значительной степени снизить выраженность эпителиопатии у пациентов, длительно использующих МКЛ в качестве оптической коррекции.

Ключевые слова: лазерная конфокальная микроскопия, роговица, мягкие контактные линзы, слезозаместительная терапия, трегалоза, гиалуроновая кислота

Для цитирования: Сурнина З.В., Аверич В.В. Количественная оценка структурных изменений роговицы на фоне длительного ношения контактных линз по результатам конфокальной микроскопии. *Медицинский совет.* 2023;17(6):214–219. <https://doi.org/10.21518/ms2022-027>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Quantitative assessment of structural changes in the cornea against the background of long-term wearing of contact lenses according to the results of confocal microscopy

Zoya V. Surnina[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5692-1800>, medzoe@yandex.ru

Veronika V. Averich, <https://orcid.org/0000-0001-5778-4123>, veronikky@mail.ru

Research Institute of Eye Diseases; 11A, Rossolimo St., Moscow, 119021, Russia

Abstract

Introduction. The article presents an objective assessment of the morphofunctional status of the cornea during the long-term wear of soft contact lenses (SCLs).

Aim. To assess the qualitative and quantitative changes in the cornea microstructure using the laser confocal microscopy during the long-term wear of SCLs, as well as combined tear replacement therapy based on formulations consisting of trehalose and hyaluronic acid.

Materials and methods. The study included 62 patients (124 eyes) divided into three groups. The first two groups included 32 patients (64 eyes) with different degrees of myopia, using SCLs as an optical correction for 7–15 years (11 years on average): Group 1 included 15 patients (30 eyes) using tear replacement therapy in the form of a drug containing trehalose and hyaluronic acid twice a day for 3 months, Group 2 included 17 patients (34 eyes) who did not receive any tear replacement therapy. The laser corneal confocal microscopy was performed using Heidelberg Retinal Tomograph III followed by digital image processing aided by author software with the focus on the state of nerve fibers and dendritiform macrophages (Langerhans cells).

Results and discussion. The laser corneal confocal microscopy with assessment of the structure of the corneal nerve fibers and Langerhans cells can be used for the dynamic monitoring of the state of the anterior segment of the eye in SCL users. When pathological changes are detected, a patient may be recommended the corneotrophic therapy and (or) switching to another type of contact lenses.

Conclusion. The use of tear replacement medications containing trehalose and hyaluronic acid improves the subjective tolerance of SCLs and also makes it possible to significantly reduce the severity of epitheliopathy in patients, who use SCLs as optical correction for a long time.

Keywords: laser confocal microscopy, cornea, soft contact lenses, tear replacement therapy, trehalose, hyaluronic acid

For citation: Surnina Z.V., Averich V.V. Quantitative assessment of structural changes in the cornea against the background of long-term wearing of contact lenses according to the results of confocal microscopy. *Meditsinskiy Sovet.* 2023;17(6):214–219. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2022-027>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день контактные линзы (КЛ) являются одним из самых востребованных видов оптической коррекции аметропий. По оценкам, в мире насчитывается более 140 млн пользователей КЛ [1], а постоянное совершенствование технологий изготовления КЛ с каждым годом позволяет расширять список показаний к их назначению: помимо коррекции рефракционных нарушений, линзы назначаются для контроля прогрессирования миопии, лечения амблиопии, с косметическими, диагностическими и терапевтическими целями при различных глазных патологиях [2, 3]. Однако, наряду с их несомненной эффективностью, линзы оказывают и неблагоприятное воздействие на структуры переднего отрезка глаза, в частности на роговицу [4–15]. Основными звеньями, лежащими в основе патологических изменений структур роговицы, являются механическое воздействие КЛ и гипоксический стресс [4, 11–15].

Внедрение в клиническую практику метода конфокальной микроскопии позволяет неинвазивно и прижизненно на морфологическом уровне оценить структурные особенности роговицы как в норме, так и при различных патологических состояниях [16, 17]. В настоящее время с помощью данного метода довольно подробно описаны морфологические изменения роговицы, характерные для длительного ношения КЛ [4–6, 10, 11, 18–20].

К основным изменениям в слое эпителия относят:

- эпителиопатию различной степени выраженности;
- изменение ядер эпителиоцитов;
- появление микроцист;
- полиморфизм клеток базального слоя;
- увеличение плотности клеток Лангерганса [4–6, 11, 18–20].

Визуализируемые суббазальные нервные волокна роговицы (НВР) имели неравномерный ход и были изогнуты [21–23]. Значимые изменения в строении приходились на ее передние и средние слои, в которых

отмечали нарушение прозрачности экстрацеллюлярного матрикса, снижение визуализации ядер кератоцитов и увеличение числа так называемых депозитов или клеточных телец [4, 10, 11]. Задний стромальный слой характеризовался наличием гиперрефлективных кератоцитов на фоне повышения увеличения отражательной способности межклеточного вещества [4, 10, 11]. Для эндотелиального слоя роговицы на фоне длительного ношения КЛ характерен полиморфизм и полимегатизм клеток, в ряде случаев имел место отек ядер эндотелиоцитов и формирование апоптозных телец [4, 11]. Описанные изменения всех слоев роговицы ассоциированы с многолетним (более 10 лет) ношением КЛ и являются наглядной картиной постепенной декомпенсации клеточного метаболизма и дезадаптации всех структур роговой оболочки в ответ на длительный гипоксический и механический фактор, обусловленный наличием на глазу КЛ. Однако основное количество научных работ по данной тематике носят в большей степени описательный характер. В последние годы авторами предпринимались попытки количественного анализа плотности кератоцитов, клеток воспаления и иммунного ответа в слоях переднего эпителия, а также объективной оценки состояния НВР [6, 21–23]. Но в силу обследования различных когорт пациентов и полученных противоречивых результатов до сих пор нет полноценного и согласованного понимания состояния НВР и иммунного статуса роговицы на фоне длительного использования КЛ.

Помимо этого, к негативному воздействию КЛ на глаз относят дестабилизацию прероговичной слезной пленки, опосредованную изменением морфологии эпителия роговицы и конъюнктивы, с постепенным возникновением признаков синдрома сухого глаза [24–26]. В настоящее время для медикаментозной коррекции такого состояния успешно используется слезозамес-

тительная терапия на основе гиалуроновой кислоты и трегалозы [27–31]. Гиалуроновая кислота за счет водородных связей способна удерживать большое количество молекул воды. Являясь в то же время стимулятором регенерационных процессов, она способствует улучшению состояния эпителия роговицы и конъюнктивы [27, 28]. В свою очередь, трегалоза (дисахарид, который содержится во многих растениях, а также в организме животных) обладает защитными и стабилизирующими свойствами в отношении мембран клеток, предотвращая денатурацию белков и разложение липидов [28–31]. Комбинация этих двух веществ увлажняет и обеспечивает определенную протекцию глазной поверхности в течение длительного времени, в частности, у пользователей мягких КЛ (МКЛ).

Таким образом, более детальное изучение роговицы у пользователей КЛ и потенциальное влияние слезозаместительной терапии на ее микроструктуру с применением количественных методов оценки является чрезвычайно актуальным, что и определило цель настоящей работы.

Цель – оценить качественное и количественное изменение микроструктуры роговицы с помощью лазерной конфокальной микроскопии у пользователей МКЛ на фоне их многолетнего ношения, а также комбинированной слезозаместительной терапии на основе трегалозы и гиалуроновой кислоты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены 62 человека (124 глаза): 32 пациента (64 глаза) с миопией различной степени, использующие в качестве оптической коррекции МКЛ в течение 7–15 лет (в среднем 11 лет), и 30 человек (60 глаз) – группа контроля, имеющая аметропию слабой степени и использующая только очковую коррекцию. Пользователи МКЛ, в свою очередь, были разделены на две группы. В первую были включены 15 пациентов (30 глаз), использующих слезозаместительную терапию в виде глазных капель Гилан Ультра комфорт 2 раза в день в течение 3 мес. Вторую группу составили 17 пациентов (34 глаза), не получавших какую-либо слезозаместительную терапию на фоне ношения МКЛ.

В данное исследование включены пациенты, носящие МКЛ плановой (двухнедельной и ежемесячной) замены из силикон-гидрогелевого материала. Мониторинг состояния переднего отрезка глаза и контроль посадки МКЛ осуществляли с помощью биомикроскопии, авторефрактометрии. Радиус кривизны КЛ соответствовал индивидуальным параметрам кератометрии и составлял 8,4–8,8 мм. Диаметр линзы варьировал от 14,2 до 14,5 мм, исходя из диаметра роговицы и полного перекрытия перелимбальной сосудистой сети. Тест на смещение МКЛ не превышал 1 мм.

Лазерную конфокальную микроскопию роговицы проводили на гейдельбергском ретинальном томографе HRT III со специальной насадкой для роговицы Rostock

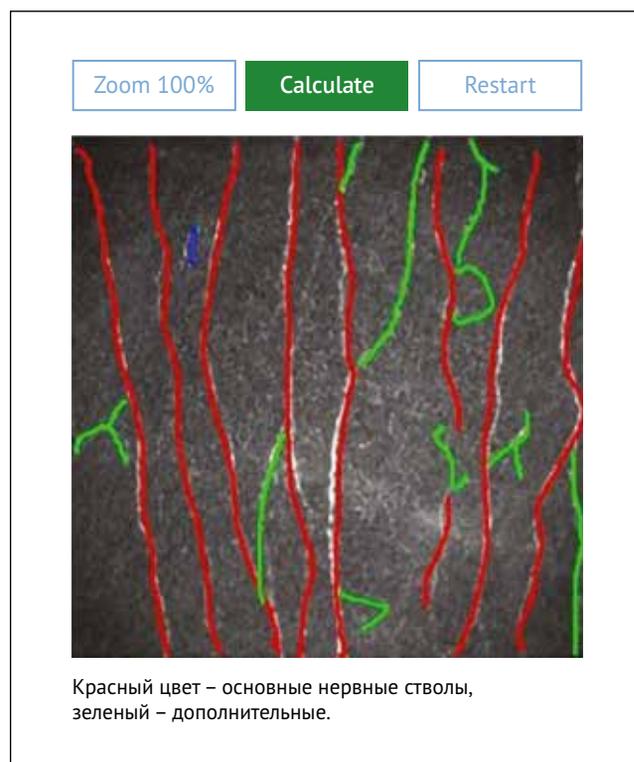
Cornea. Анализ конфокальных снимков НВР выполняли при помощи авторских программных обеспечений Liner 1.2 S и Liner Calculate. Дополнительно проводили оценку цифровых значений коэффициентов анизотропии и симметричности направленности нервных волокон, характеризующих извитость нервов, их длину и плотность. Помимо этого, оценивали количество и размер дендритиформных макрофагов (клеток Лангерганса).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У всех участников эксперимента были выявлены изменения структуры роговицы той или иной степени выраженности. Наименее выраженные изменения роговицы были зафиксированы в группе контроля: на фоне интактных слоев роговицы в 3 случаях (3 глаза) регистрировалось увеличение количества макрофагов в передних слоях, нервные волокна были вытянуты, однонаправлены (рис. 1).

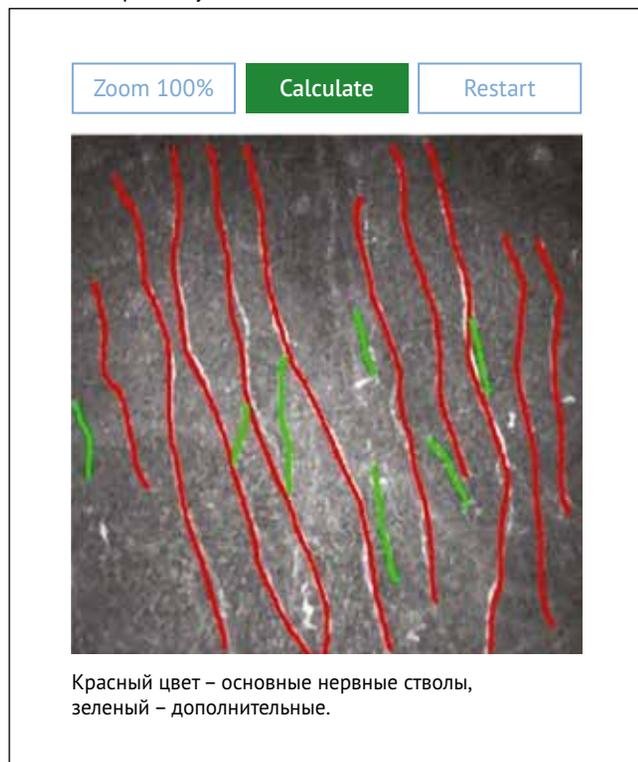
Невыраженные нарушения роговицы удалось обнаружить у пациентов 1-й группы, которым проводилась инстилляция слезозаместительного препарата на основе трегалозы и гиалуроновой кислоты. При этом нами были отмечены такие изменения эпителиальных слоев роговицы, как локальная эпителиопатия, полиморфизм клеток базального слоя. Нервные волокна были частично извиты, их ход нарушен, при этом длина и плотность основных нервных стволов оставались в пределах относительной нормы (рис. 2). Также отмечали незначительные изменения

- **Рисунок 1.** Результаты конфокальной микроскопии: структура нервных волокон у участника группы контроля
- **Figure 1.** Confocal microscopy findings: the structure of nerve fibers in the control group subject



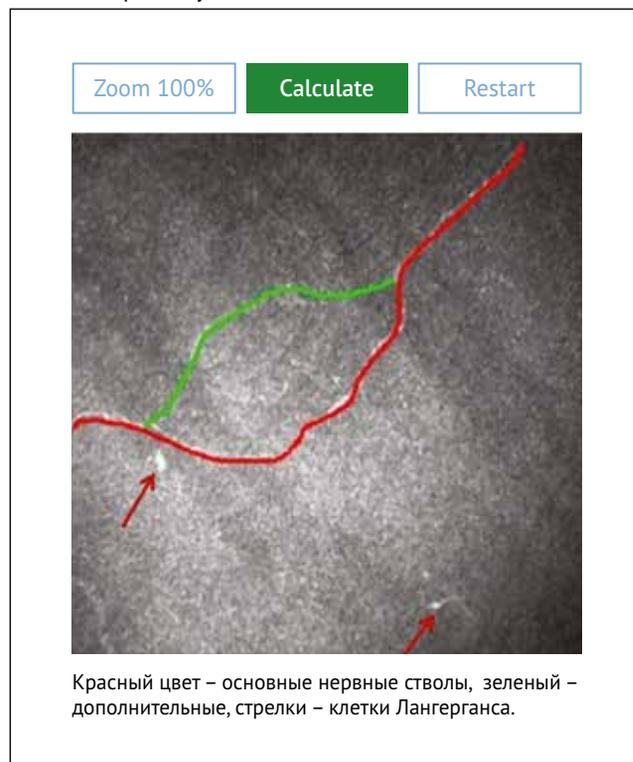
● **Рисунок 2.** Результаты конфокальной микроскопии: структура нервных волокон и клеток Лангерганса участника 1-й группы

● **Figure 2.** Confocal microscopy findings: the structure of nerve fibers and Langerhans cells in the Group 1 subject



● **Рисунок 3.** Результаты конфокальной микроскопии: структура нервных волокон и клеток Лангерганса участника 2-й группы

● **Figure 3.** Confocal microscopy findings: the structure of nerve fibers and Langerhans cells in the Group 2 subject



в структуре передней стромы, заключавшиеся в увеличении количества гиперрефлектирующих кератоцитов. Слои средней и задней стромы, а также эндотелий роговицы остался интактным.

У участников 2-й группы были выявлены более выраженные структурные изменения, чем у участников 1-й группы. Эпителиопатия была более выражена, также отмечали полиморфизм и полимегатицизм клеток переднего эпителия. Нервные волокна были более извитыми, чем у участников 1-й группы, что отразилось в увеличении коэффициента анизотропии направленности НВР и в обратном пропорциональном снижении коэффициента симметричности, при этом длина и плотность НВР выражено не менялись (рис. 3).

У всех участников исследования обнаружено увеличение количества клеток Лангерганса (макрофагов) на фоне ношения КЛ. Количество воспалительных макрофагов не коррелировало со степенью выраженности синдрома сухого глаза и длительностью ношения КЛ, а также не зависело от анатомо-морфометрических показателей НВР. Данную ситуацию можно объяснить относительно коротким периодом наблюдения за пациентами.

Нами была выявлена сильная прямая корреляционная связь между показателем анизотропии направленности НВР и длительностью ношения КЛ ($r = 0,74$, $p < 0,005$). Однако корреляционная связь между длиной НВР,

● **Таблица.** Средние значения извитости, длины и плотности нервных волокон роговицы у участников исследования, $M \pm \delta$

● **Table.** Mean values of tortuosity, length and density of corneal nerve fibers in study subjects, $M \pm \delta$

Показатель	Группа 1	Группа 2	Контроль
Kaniz	$3,17 \pm 0,75$	$3,02 \pm 0,68$	$4,49 \pm 0,81$
Ksym	$0,96 \pm 0,04$	$0,95 \pm 0,05$	$0,93 \pm 0,03$
Длина НВР, мм/мм ²	98 ± 2	74 ± 3	109 ± 2
Плотность НВР, волокно/мм ²	7 ± 1	5 ± 1	9 ± 1
Количество макрофагов, в поле зрения	5 ± 1	17 ± 1	21 ± 2

Примечание. НВР – нервные волокна роговицы.

их плотностью и длительностью ношения КЛ не была обнаружена. Отмечали тенденцию к снижению длины и плотности НВР на фоне длительного ношения КЛ. Как было отмечено ранее, такая ситуация, возможно, объяснима относительно коротким периодом наблюдения за пациентами.

Наглядно данные по структуре НВР представлены в таблице.

ВЫВОДЫ

1. Лазерная конфокальная микроскопия роговицы с оценкой структуры НВР и клеток Лангерганса может быть использована в ходе динамического наблюдения за состоянием переднего отрезка

глаза у пользователей МКЛ. При выявлении патологических изменений пациенту может быть рекомендована корнеотрофическая терапия и (или) переход на другой тип КЛ.

2. Отмечены сильные корреляционные связи между степенью нарушения НВР и длительностью ношения КЛ ($r = 0,74$, $p < 0,005$).

3. Применение слезозаменителя Гилан Ультра комфорт улучшает индивидуальную переносимость МКЛ, а также позволяет в значительной степени снизить выраженность эпителиопатии у пациентов, длительно использующих МКЛ в качестве оптической коррекции. 

Поступила / Received 04.10.2022

Поступила после рецензирования / Revised 23.12.2022

Принята в печать / Accepted 30.12.2022

Список литературы / References

- Lim C.H.L., Stapleton F., Mehta J.S. Review of Contact Lens-Related Complications. *Eye Contact Lens*. 2018;44(Suppl. 2):S1–S10. <https://doi.org/10.1097/icl.0000000000000481>.
- Lim L., Lim E.W.L. Therapeutic Contact Lenses in the Treatment of Corneal and Ocular Surface Diseases – A Review. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020;9(6):524–532. <https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000331>.
- Ma X., Ahadian S., Liu S., Zhang J., Liu S., Cao T. et al. Smart Contact Lenses for Biosensing Applications. *Adv Intell Syst*. 2021;3(5):2000263. <https://doi.org/10.1002/aisy.202000263>.
- Егорова Г.Б., Федоров А.А., Бобровских Н.В. Влияние многолетнего ношения контактных линз на состояние роговицы по данным конфокальной микроскопии. *Вестник офтальмологии*. 2008;124(6):25–29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11709774>. Egorova G.B., Fedorov A.A., Bobrovskikh N.V. The effect of long-term wearing of contact lenses on the state of the cornea according to confocal microscopy. *Vestnik Oftalmologii*. 2008;124(6):25–29. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11709774>.
- Паштаев Н.П., Бодрова С.Г., Бородин Н.В., Зарайская М.М., Майчук Н.В. Влияние мягких контактных линз на структуру и биомеханические свойства роговицы. *Офтальмохирургия*. 2009;4(10):10–13. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15518928>. Pashtaev N.P., Bodrova S.G., Borodina N.V., Zaraiskaya M.M., Maichuk N.V. Influence of soft contact lenses on the structure and biomechanical properties of the cornea. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2009;4(10):10–13. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15518928>.
- Patel S.V., McLaren J.W., Hodge D.O., Bourne W.M. Confocal microscopy in vivo in corneas of long-term contact lens wearers. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002;43(4):995–1003. Available at: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2200179>.
- Jalbert I., Stapleton F. Effect of lens wear on corneal stroma: preliminary findings. *Aust N Z J Ophthalmol*. 1999;27(3–4):211–213. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1606.1999.00205.x>.
- Wiffen S.J., Hodge D.O., Bourne W.M. The effect of contact lens wear on the central and peripheral corneal endothelium. *Cornea*. 2000;19(1):47–51. <https://doi.org/10.1097/00003226-200001000-00010>.
- Holden B.A., Sweeney D.F., Vannas A., Nilsson K.T., Efron N. Effects of long-term extended contact lens wear on the human cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1985;26(11):1489–1501. Available at: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2159548>.
- Oliveira-Soto L., Efron N. Morphology of corneal nerves in soft contact lens wear. A comparative study using confocal microscopy. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2003;23(2):163–174. <https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2003.00106.x>.
- Hollingsworth J.G., Efron N. Confocal microscopy of the corneas of long-term rigid contact lens wearers. *Cont Lens Anterior Eye*. 2004;27(2):57–64. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2004.02.002>.
- Stapleton F., Chao C., Golebiowski B. Topical Review: Effects of Contact Lens Wear on Corneal, Conjunctival, and Lid Margin Sensitivity. *Optom Vis Sci*. 2019;96(10):790–801. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001429>.
- Lin M.C., Yeh T.N. Mechanical complications induced by silicone hydrogel contact lenses. *Eye Contact Lens*. 2013;39(1):115–124. <https://doi.org/10.1097/ICL.0b013e31827c77fd>.
- Lin M.C., Soliman G.N., Song M.J., Smith J.P., Lin C.T., Chen Y.Q., Polse K.A. Soft contact lens extended wear affects corneal epithelial permeability: hypoxic or mechanical etiology? *Cont Lens Anterior Eye*. 2003;26(1):11–16. [https://doi.org/10.1016/S1367-0484\(02\)00088-7](https://doi.org/10.1016/S1367-0484(02)00088-7).
- Covey M., Sweeney D.F., Terry R., Sankaridurg P.R., Holden B.A. Hypoxic effects on the anterior eye of high-Dk soft contact lens wearers are negligible. *Optom Vis Sci*. 2001;78(2):95–99. <https://doi.org/10.1097/00006324-200102000-00009>.
- Jalbert I., Stapleton F., Papas E., Sweeney D.F., Coroneo M. In vivo confocal microscopy of the human cornea. *Br J Ophthalmol*. 2003;87(2):225–236. <https://doi.org/10.1136/bjo.87.2.225>.
- Chiou A.G., Kaufman S.C., Kaufman H.E., Beuerman R.W. Clinical corneal confocal microscopy. *Surv Ophthalmol*. 2006;51(5):482–500. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2006.06.010>.
- Efron N. Contact lens-induced changes in the anterior eye as observed in vivo with the confocal microscope. *Prog Retin Eye Res*. 2007;26(4):398–436. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2007.03.003>.
- Alipour F., Soleimanzade M., Latifi G., Aghaie S.H., Kasiri M., Dehghani S. Effects of Soft Toric, Rigid Gas-Permeable, and Mini-Scleral Lenses on Corneal Microstructure Using Confocal Microscopy. *Eye Contact Lens*. 2020;46(2):74–81. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000612>.
- Zhivov A., Stave J., Vollmar B., Guthoff R. In vivo confocal microscopic evaluation of langerhans cell density and distribution in the corneal epithelium of healthy volunteers and contact lens wearers. *Cornea*. 2007;26(1):47–54. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31802e3b55>.
- López-De La Rosa A., Arroyo-Del Arroyo C., Cañadas P., López-Miguel A., Calonge M., Enríquez-De-Salamanca A., González-García M.J. Are Contact Lens Discomfort or Soft Contact Lens Material Properties Associated with Alterations in the Corneal Sub-Basal Nerve Plexus? *Curr Eye Res*. 2018;43(4):487–492. <https://doi.org/10.1080/02713683.2017.1420804>.
- Liu Q., Xu Z., Xu Y., Zhang J., Li Y., Xia J. et al. Changes in Corneal Dendritic Cell and Sub-basal Nerve in Long-Term Contact Lens Wearers With Dry Eye. *Eye Contact Lens*. 2020;46(4):238–244. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000691>.
- Kocabeyoglu S., Colak D., Mocan M.C., Irkek M. Sensory Adaptation to Silicone Hydrogel Contact Lens Wear Is Not Associated With Alterations in the Corneal Subbasal Nerve Plexus. *Cornea*. 2019;38(9):1142–1146. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002031>.
- Guillon M., Maissa C. Dry eye symptomatology of soft contact lens wearers and nonwearers. *Optom Vis Sci*. 2005;82(9):829–834. <https://doi.org/10.1097/O1.opx.0000178060.45925.5d>.
- Koh S. Contact Lens Wear and Dry Eye: Beyond the Known. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020;9(6):498–504. <https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000329>.
- Pili K., Kaštelan S., Karabatić M., Kasun B., Čulig B. Dry eye in contact lens wearers as a growing public health problem. *Psychiatr Danub*. 2014;26(Suppl. 3):528–532. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25536992/>.
- Yang Y.J., Lee W.Y., Kim Y.J., Hong Y.P. A Meta-Analysis of the Efficacy of Hyaluronic Acid Eye Drops for the Treatment of Dry Eye Syndrome. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(5):2383. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052383>.

28. Бржеский В.В., Егорова Г.Б., Егоров Е.А. *Синдром «сухого глаза» и заболевания глазной поверхности: клиника, диагностика, лечение*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. 464 с.
Brzhesky V.V., Egorova G.B., Egorov E.A. *Dry eye syndrome and ocular surface diseases: clinic, diagnosis, treatment*. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. 464 p. (In Russ.)
29. Эскина Э.Н., Паршина В.А., Степанова М.А. Опыт применения препарата на основе трегалозы у пациентов после эксимерлазерных операций. *Офтальмология*. 2016;13(3):213–218. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2016-3-213-218>.
- Eskina E., Parshina V.A., Stepanova M. The experience of tregaloz based lubricant usage for patients who underwent excimer laser surgery. *Ophthalmology in Russia*. 2016;13(3):213–218. (In Russ.) <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2016-3-213-218>.
30. Matsuo T. Trehalose protects corneal epithelial cells from death by drying. *Br J Ophthalmol*. 2001;85(5):610–612. <https://doi.org/10.1136/bjo.85.5.610>.
31. Laihia J., Kaarniranta K. Trehalose for Ocular Surface Health. *Biomolecules*. 2020;10(5):809. <https://doi.org/10.3390/biom10050809>.

Информация об авторах:

Сурнина Зоя Васильевна, к.м.н., старший научный сотрудник отдела патологии оптических сред глаза, Научно-исследовательский институт глазных болезней; 119021, Россия, Москва, ул. Россолимо, д. 11а; medzoe@yandex.ru

Аверич Вероника Валерьевна, к.м.н., младший научный сотрудник отдела патологии оптических сред глаза, Научно-исследовательский институт глазных болезней; 119021, Россия, Москва, ул. Россолимо, д. 11а; veronikky@mail.ru

Information about the authors:

Zoya V. Surnina, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Pathology of the Optical Media of the Eye, Research Institute of Eye Diseases; 11A, Rossolimo St., Moscow, 119021, Russia; medzoe@yandex.ru

Veronika V. Averich, Cand. Sci. (Med.), Junior Researcher, Department of Pathology of the Optical Media of the Eye, Research Institute of Eye Diseases; Research Institute of Eye Diseases; 11A, Rossolimo St., Moscow, 119021, Russia; veronikky@mail.ru