

## Гистоморфологическое исследование роговицы у пациентов с миопией при использовании ортокератологических линз



Е.А. Ежова



И.А. Мелихова



С.В. Балалин

ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоградский филиал  
ул. Землячки, 80, Волгоград, 400138, Российская Федерация

### РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(2S):183–188

**Цель** — изучить гистоморфологическое состояние роговицы с помощью конфокальной микроскопии у пациентов с миопией в период адаптации к ортокератологическим контактным линзам (ОКЛ). **Пациенты и методы.** Проведено исследование гистоморфологического состояния роговицы в центральной оптической (ЦОЗ), средне-периферической (СПЗ) и перилимбальной зоне с помощью прижизненной конфокальной микроскопии (ConfoScan-4) у 72 пациентов (144 глаза) с миопией слабой степени (38 человек, 76 глаз) и средней степени (34 человека, 68 глаз) в течение 12 месяцев после использования ОКЛ. **Результаты.** Через 7 дней применения ОКЛ в центральной оптической зоне (ЦОЗ) роговицы фиксировалось достоверное увеличение степени изменения эпителия, а через 1 месяц — степени активации нервных волокон и количества активированных кератоцитов. В средне-периферической зоне (СПЗ) роговицы отмечалось через 1 месяц достоверное увеличение степени изменения эпителия, количества активированных кератоцитов, а через 3 месяца — степени активации нервных волокон. Через 12 месяцев применения ОКЛ в ЦОЗ и СПЗ роговицы наблюдалась стабилизация показателя степени изменения эпителия, нервных волокон, а также количества активированных кератоцитов. **Заключение.** Полученные результаты гистоморфологических показателей позволили выделить «стрессовый» период адаптации продолжительностью 1 месяц, переходный период — от 1 до 3 месяцев и устойчивый период адаптации, формирование которого отмечалось к 12 месяцу применения ОКЛ. Стабильные данные плотности кератоцитов в различных слоях стромы роговицы, ПЭК в течение всего периода наблюдения свидетельствовали о достаточно хорошей переносимости ОКЛ.

**Ключевые слова:** роговица, ортокератологические контактные линзы, конфокальная микроскопия, периоды адаптации

**Для цитирования:** Ежова Е.А., Мелихова И.А., Балалин С.В. Гистоморфологическое исследование роговицы у пациентов с миопией при использовании ортокератологических линз. *Офтальмология*. 2018;15(2S):183–188. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-183-188>

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

**Конфликт интересов отсутствует**



# Value of Confocal Microscopy of the Cornea in Assessment of the Adaptation Period at Patients with Myopia when Using Orthokeratological Lenses

E.A. Ezhova, I.A. Melikhova, S.V. Balalin

The Volgograd branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Zemlyachki str., 80, Volgograd, 400138, Russia

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2018;15(2S):183–188**

**Purpose:** to study the histomorphological state of the cornea with the help of confocal microscopy in patients with myopia in the period of adaptation to orthokeratological contact lenses (OCL). **Patients and methods.** The study of the histomorphological status of the cornea was performed in the central optical, middle peripheral and perilimbal zones using confocal microscopy (ConfoScan-4) in 72 patients (144 eyes) with low myopia (38 people, 76 eyes) and middle myopia (34 persons, 68 eyes) after the appointment of OCL within 1 to 12 months. **Results.** The maximum significant increase in the degree of epithelial changes in the central optical zone of the cornea was recorded after 7 days of the application of OCL and an increase of nerve fibers activation, the number of activated keratocytes — after 1 month. There were noted the degree of changes in the epithelium, the number of activated keratocytes after 1 month and the degree of activation of nerve fibers after 3 months in the middle peripheral zone of the cornea. At a period of 12 months of the using of OCL in the central optical zone and middle peripheral zone of the cornea the index of the degree of changes in the epithelium, nerve fibers, and the number of activated keratocytes was stabilized. In the perilimbal zone of the cornea the histomorphological parameters did not differ from the initial data at the observation periods, except for innervation. The densities of keratocytes in various layers of the stroma, endothelial cells did not change statistically throughout the study. **Conclusions.** The results of the histomorphological indices made it possible to single out a "stressful" period of adaptation lasting 1 month, a transitional period of 1 to 3 months and a stable adaptation period, the formation of which was noted after 12 months of the application of OCL. Stable densities of keratocytes in various layers of the corneal stroma, endothelial cells during the entire period of observation indicated a fairly good tolerability of OCL.

**Keywords:** cornea, orthokeratology lenses, in vivo confocal microscopy, adaptation periods

**For citation:** Ezhova E.A., Melikhova I.A., Balalin S.V. Value of Confocal Microscopy of the Cornea in Assessment of the Adaptation Period at Patients with Myopia when Using Orthokeratological Lenses. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(2S):183–188. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-183-188>

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

**There is no conflict of interests**

В настоящее время у детей и подростков для коррекции и контроля миопии применяются различные виды оптических средств коррекции зрения [1–15], в том числе ортокератологические линзы (ОКЛ) [16–23]. Известно, что для создания рефракционного эффекта в дизайне ОКЛ используется принцип «обратной» геометрии. В результате данных конструктивных особенностей ОКЛ в подлинзовом слезном слое формируются разнонаправленные гидродинамические силы, положительная часть которых в центральной оптической зоне роговицы (0–3 мм) формирует уплощение эпителиального слоя, отрицательная — в средне-периферической зоне (3–5 мм) — вызывает увеличение объема межклеточной жидкости, что создает эффект «накопления» (увеличение толщины) эпителия. Безусловно, морфометрические изменения эпителиального слоя оказывают влияние на гистоморфологическую картину роговицы [3, 12, 14, 16]. Исследования в данном направлении в настоящее время возможны благодаря прижизненной (*in vivo*) конфокальной микроскопии (КМ) [1, 3, 4, 17], позволяющей в онлайн-режиме наблюдать за состоянием физиологической жизнедеятельности роговицы при применении контактных линз [4, 6, 8, 16]. В настоящее время в литературе имеется ряд немногочисленных российских [16,

17] и зарубежных работ [19, 20, 22, 23], посвященных изучению гистоморфологической картины роговицы на фоне использования ОКЛ. Соответственно, представляется клинически значимым исследование влияния ОКЛ на ультраструктуру роговицы в период адаптации к ним, а также определение границ переносимости данного вида лечения.

**Цель исследования** — изучить гистоморфологическое состояние роговицы с помощью конфокальной микроскопии у пациентов с миопией в период адаптации к ОКЛ.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В работе проведено комплексное офтальмологическое обследование 72 пациентов (144 глаза) детского и подросткового возраста, которым для коррекции миопии были назначены ОКЛ. Средний возраст обследуемых лиц составлял —  $13,6 \pm 2,3$  года (от 9 до 17 лет), среди них лиц женского пола — 34 (47,2%), мужского пола — 38 (52,8 %). Диапазон клинической рефракции находился в пределах от  $-0,5$  до  $-5,0$  дптр, астигматизм не превышал  $-1,5$  дптр, рефракция по сферозквиваленту (СЭ) составляла  $-2,96 \pm 1,07$  дптр (от  $-1,0$  до  $-5,75$  дптр). Все обследуемые были разделены на две группы: первая включала 38 пациентов (76 глаз) с миопией слабой сте-

пени, вторая группа — 34 пациента с миопией средней степени (68 глаз). Всем пациентам для коррекции зрения были подобраны жесткие газопроницаемые ОКЛ Emerald фирмы Euclid Systems Corporation (США), изготовленные из материала оприфокона А, кислородная проницаемость — 85 ISO/Fatt, удельный вес — 1,05 г, общий диаметр — 10,6 мм. ОКЛ назначали в ночном режиме применения (в течение 7–9 часов). Перед планируемым подбором ОКЛ всем пациентам, помимо стандартного офтальмологического обследования, для изучения гистоморфологической картины роговицы проводили конфокальную микроскопию в центральной оптической (0–3 мм), средне-периферической (3–5 мм) и перилимбальной (7–10 мм) зоне (ConfoScan-4, Nidek, Япония). В мануальном режиме осуществляли подсчет кератоцитов в передней, средней и задней строме роговицы, а также активированных кератоцитов на площади 1 мм<sup>2</sup>. Определяли также плотность эндотелиальных клеток (ПЭК), показатели плеоморфизма и полимегатизма. Были исследованы качественные морфологические характеристики состояния роговицы по степени выраженности изменения эпителия, активизации нервных волокон. Повторные исследования в центральной оптической и средне-периферической зоне роговицы выполняли через 7 дней, 1, 3, 6 и 12 месяцев, а в перилимбальной зоне — через 7 дней и 1 месяц после начала использования ОКЛ.

Выявленные изменения гистоморфологических показателей роговицы оценивали по адаптированной для ОКЛ четырехбалльной шкале, разработанной в Волгоградском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова». Так, 0 баллов выставляли при отсутствии изменений в эпителии и наличии в строме роговицы до 5 активированных кератоцитов. Данная гистоморфологическая картина расценивалась как норма. Слабую степень изменений оценивали в 1 балл: в эпителии визуализировались слабовыраженные явления псевдокератинизации крыловидных клеток (не более 10 кл./мм<sup>2</sup>), в строме роговицы фиксировалось неравномерное повышение рефлективности суббазальных нервных волокон, количество активированных кератоцитов — 5–10 кл./мм<sup>2</sup>. Умеренная степень изменений (2 балла)

характеризовалась наличием в эпителии умеренно выраженных явлений псевдокератинизации крыловидных клеток (10–30 кл./мм<sup>2</sup>), в передней строме роговицы визуализировалась неравномерная повышенная рефлективность суббазальных нервных волокон и стромальных нервов, количество активированных кератоцитов — 10–30 кл./мм<sup>2</sup>. Выраженная степень изменений в эпителии роговицы (3 балла) характеризовалась наличием более 30 кл./мм<sup>2</sup> псевдокератинизированных эпителиоцитов, в передней строме роговицы наблюдалась неравномерная повышенная рефлективность, прямолинейность и сниженная ветвистость суббазальных нервных волокон, утолщенные стромальные нервы, количество активированных кератоцитов более 30 кл./мм<sup>2</sup>.

Полученные результаты обрабатывали с применением пакетов прикладных программ Microsoft Excel и статистического пакета Statistica 10.0. с подсчетом средних арифметических величин ( $M$ ) и стандартных ошибок средних арифметических ( $\pm m$ ), стандартного отклонения ( $\pm \sigma$ ). Значимость различий вариационных рядов оценивали с помощью критерия Стьюдента ( $t$ ). Достоверными признавались различия, при которых уровень достоверности ( $p$ ) составлял более 95% ( $p \leq 0,05$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перед подбором ОКЛ всем пациентам проводили конфокальную микроскопию в центральной оптической (ЦОЗ), средне-периферической (СПЗ) и перилимбальной (ПЛЗ) роговицы. Критерием отбора в группу исследования являлось наличие у пациента гистоморфологической картины, соответствующей норме — эпителиальные клетки с четкими границами, слои стромы прозрачные, боуменова и десцеметова мембрана не визуализируются, суббазальные нервные волокна и стромальные нервы имеют параллельный ход и равномерную рефлективность, количество активированных кератоцитов не превышает 2–3 кл./мм<sup>2</sup>, ПЭК — более 3000 кл./мм<sup>2</sup>.

Через 7 дней применения ОКЛ в ЦОЗ роговицы отмечалось достоверное увеличение степени изменения эпителия, что составляло в среднем  $1,7 \pm 0,6$  балла (табл. 1) ( $t = 16,1$ ;  $p < 0,001$ ).

**Таблица 1.** Гистоморфологические показатели роговицы в центральной оптической зоне у пациентов с миопией ( $n = 114$ )

**Table 1.** Histomorphological parameters of the cornea in the central optical zone in patients with myopia ( $n = 114$ )

Показатели Indicators	До подбора ОКЛ Before the selection of OCL ( $M \pm \sigma$ )	После подбора ОКЛ After the selection of OCL					$P_{0-5}$
		7 дней 7 days ( $M \pm \sigma$ )	1 месяц 1 month ( $M \pm \sigma$ )	3 месяца 3 months ( $M \pm \sigma$ )	6 месяцев 6 months ( $M \pm \sigma$ )	12 месяцев 12 months ( $M \pm \sigma$ )	
		0	1	2	3	4	
Степень изменения эпителия, баллов The degree of epithelial changes, points	$0,38 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,6$	$1,4 \pm 0,6$	$1,4 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,5$	$0,8 \pm 0,5$	$<0,001$
Количество активированных кератоцитов, кл./мм <sup>2</sup> Number of activated keratocytes, cells/mm <sup>2</sup>	$2,4 \pm 0,5$	$7,7 \pm 2,6$	$8,2 \pm 2,9$	$6,1 \pm 1,5$	$4,6 \pm 2,1$	$3,2 \pm 1,1$	$<0,001$
Степень рефлективности нервных волокон, баллы Degree of reflectivity of nerve fibers, points	$0,43 \pm 0,6$	$1,8 \pm 0,6$	$2,0 \pm 0,6$	$1,9 \pm 0,5$	$1,8 \pm 0,6$	$1,6 \pm 0,6$	$<0,001$

На данном сроке применения ОКЛ выявлено увеличение размеров крыловидных эпителиоцитов, при этом некоторые из них имели неправильную форму, нечеткие границы, гиперрефлектирующие ядра, псевдокератинизация — до 10–30 кл./мм<sup>2</sup>.

В передней строме роговицы в ЦОЗ имело место увеличение количества активированных кератоцитов до  $7,7 \pm 2,5$  кл./мм<sup>2</sup> ( $t = 26,5$ ;  $p < 0,001$ ) с достоверной разностью между группами пациентов с миопией слабой и средней степени ( $t = 2,6$ ;  $p < 0,01$ ). При превышении количества активированных кератоцитов более 2-й степени по классификации ( $>10$  кл./мм<sup>2</sup>) назначали корнеопротекторную терапию для профилактики осложнений (патент RU на изобретение 2571714 «Способ подбора ортокератологических линз у детей и подростков с миопией», 25.11.15) [19].

В группе пациентов с миопией слабой степени количество активированных кератоцитов в передней строме роговицы свыше 10 кл./мм<sup>2</sup> отмечено в 11% случаев (8 глаз), а в группе пациентов с миопией средней степени — в 37% (25 глаз).

В качестве корнеопротектора использовали корнерегель по 1 капле 3 раза в день в течение 10–14 дней. В результате проведения кератопротекторной терапии отмечалось улучшение состояния эпителия и уменьшение количества активированных кератоцитов. 2-я степень изменений на фоне лечения у пациентов с миопией слабой степени снижалась до 5% (4 глаза), в группе пациентов с миопией средней степени — до 15% (10 глаз).

Через 1 месяц применения ОКЛ в ЦОЗ роговицы отмечено уменьшение степени изменения эпителия роговицы до  $1,4 \pm 0,6$  балла (табл. 2). В то же время в СПЗ роговицы имели место максимальные изменения эпителия, соответствующие в среднем  $1,37 \pm 0,5$  балла ( $t = 12,5$ ;  $p < 0,001$ ). В передней строме роговицы в ЦОЗ зафиксированы максимальные показатели количества активированных кератоцитов —  $8,2 \pm 2,9$  кл./мм<sup>2</sup> (табл. 1). Отмечалась неравномерная повышенная рефлективность суббазальных нервных волокон и стромальных нервов, что соответствовало в среднем  $2,0 \pm 0,6$  балла ( $t = 19,6$ ;  $p < 0,001$ ). В данный период времени определялась пря-

молинейность и сниженная ветвистость суббазальных нервных волокон.

В перилимбальной зоне роговицы при применении в течение месяца ОКЛ изменение эпителия было минимальным и составляло  $0,37 \pm 0,48$  балла и достоверно не изменялось при дальнейшем динамическом наблюдении ( $t < 2,0$ ;  $p > 0,05$ ), но имело место достоверное увеличение степени рефлективности нервных волокон от  $1,1 \pm 0,5$  до  $1,8 \pm 0,6$  балла ( $t = 5,4$ ;  $p < 0,001$ ). Это связано с вовлечением иннервации данной зоны в общий процесс адаптации роговицы.

Через 3 месяца в ЦОЗ роговицы зафиксировано постепенное снижение степени изменения эпителия, что на сроке 6 месяцев составляло  $0,97 \pm 0,5$  балла, то есть соответствовало верхней границе нормы. В СПЗ роговицы отмечалось начальное снижение степени выраженности изменения эпителия, которое к 6 месяцам соответствовало  $1,12 \pm 0,8$  балла и не отличалось от показателей, характерных для ЦОЗ ( $t = 1,5$ ;  $p > 0,05$ ). В передней строме СПЗ роговицы определялось максимальное увеличение количества активированных кератоцитов —  $7,6 \pm 1,3$  кл./мм<sup>2</sup> ( $t = 19,3$ ;  $p < 0,001$ ), а также степени рефлективности нервных волокон —  $2,4 \pm 0,6$  балла ( $t = 13,4$ ;  $p < 0,001$ ). На сроке 3 месяца в ЦОЗ и 6 месяцев в СПЗ имело место постепенное снижение количества активированных кератоцитов в передней строме роговицы, снижение неравномерной рефлективности нервных волокон и стромальных нервов.

Через 12 месяцев использования ОКЛ степень изменения эпителия в ЦОЗ и СПЗ роговицы не превышала 1 балла, что составляло в среднем  $0,82 \pm 0,5$  и  $0,98 \pm 0,9$  балла, соответственно. При проведении конфокальной микроскопии определялась сглаженность границ между слоями эпителия, единичные явления поверхностной псевдокератинизации ( $<10$  кл./мм<sup>2</sup>). В передней строме ЦОЗ роговицы среднее количество активированных кератоцитов составляло  $3,2 \pm 1,1$  кл./мм<sup>2</sup>, что соответствовало верхней границе нормы, а в СПЗ —  $4,7 \pm 1,4$  кл./мм<sup>2</sup>, что на 34% превышало верхнюю границу нормы. Уровень рефлективности нервных волокон в ЦОЗ роговицы соответствовал в среднем

**Таблица 2.** Гистоморфологические показатели роговицы в средне периферической зоне у пациентов с миопией ( $n = 68$ )

**Table 2.** Histomorphological parameters of the cornea in the middle peripheral zone in patients with myopia ( $n = 114$ )

Показатели (Indicators)	До подбора ОКЛ Before the selection of OCL ( $M \pm \sigma$ )	После подбора ОКЛ After the selection of OCL					$P_{0-5}$
		7 дней 7 days ( $M \pm \sigma$ )	1 месяц 1 month ( $M \pm \sigma$ )	3 месяцев 3 months ( $M \pm \sigma$ )	6 месяцев 6 months ( $M \pm \sigma$ )	12 месяцев 12 months ( $M \pm \sigma$ )	
		0	1	2	3	4	
Степень изменения эпителия, баллов The degree of epithelial changes, points	$0,37 \pm 0,5$	$1,3 \pm 0,6$	$1,37 \pm 0,5$	$1,2 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,8$	$0,98 \pm 0,9$	$<0,001$
Количество активированных кератоцитов, кл./мм <sup>2</sup> Number of activated keratocytes, cells/mm <sup>2</sup>	$2,5 \pm 0,5$	$5,4 \pm 1,9$	$6,2 \pm 2,7$	$7,6 \pm 1,3$	$5,7 \pm 2,1$	$4,7 \pm 1,4$	$<0,001$
Степень рефлективности нервных волокон, баллов Degree of reflectivity of nerve fibers, points	$0,93 \pm 0,7$	$1,9 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,6$	$2,4 \pm 0,6$	$2,2 \pm 0,7$	$2,0 \pm 0,6$	$<0,001$



1,6 ± 0,6 балла, в СПЗ — 2,0 ± 0,6 балла, что не превышало верхнюю границу нормы.

Средние показатели плотности кератоцитов в передней, средней и глубокой строме роговицы, а также ПЭК в центральной, средне-периферической и лимбальной зоне роговицы достоверно не изменялись ( $t < 2,0$ ;  $p > 0,05$ ). Данные плеоморфизма и полимегатизма в разных отделах роговицы на протяжении всего исследования были соизмеримы, стабильны и соответствовали в среднем 63,7 ± 5,5 и 28,3 ± 5,7%, соответственно.

Таким образом, данное исследование продемонстрировало динамическое изменение гистоморфологической картины роговицы в период адаптации к ОКЛ. До назначения ОКЛ данные ультраструктурного состояния в различных зонах и отделах роговицы соответствовали норме и были сопоставимы ( $t < 2,0$ ;  $p > 0,05$ ).

Максимальные показатели степени изменения эпителия в ЦОЗ роговицы ( $t = 16,1$ ;  $p < 0,001$ ) были зафиксированы через 7 дней применения ОКЛ.

В СПЗ роговицы максимальная степень изменения эпителия была отмечена через 1 месяц ( $t = 12,5$ ;  $p < 0,001$ ). Данные изменения эпителия в балльных значениях были ниже, чем в ЦОЗ через 7 дней ( $t = 16,1$ ;  $p < 0,001$ ), что свидетельствовало о более выраженном влиянии ОКЛ на эпителиальный слой в центральной оптической зоне роговицы по сравнению со средней периферией.

Через 3–6 месяцев применения ОКЛ явления эпителиопатии в ЦОЗ и СПЗ роговицы были менее выраженными и оставались стабильными до 12 месяцев.

Полученные результаты продемонстрировали, что основное первоначальное воздействие ОКЛ оказывает на гистоморфологическую картину роговицы в ЦОЗ с формированием пика метаболической активации кератоцитов, что позволяет выделить «стрессовый» период адаптации сроком до 1 месяца и переходный период от 1 до 3 месяцев (по данным количества активированных кератоцитов в СПЗ). На сроке 6–12 месяцев отмечалось уменьшение количества активированных кератоцитов до значений верхней границы нормы. В СПЗ количество активированных кератоцитов на 34% превышало верхнюю границу нормы.

## ВЫВОДЫ

Полученные при применении ОКЛ результаты гистоморфологических показателей роговицы позволили выделить «стрессовый» период адаптации длительностью 1 месяц, переходный период — от 1 до 3 месяцев и устойчивый период адаптации, формирование которого отмечалось к 12 месяцам применения ОКЛ.

Выявленные изменения, касающиеся иннервации и количества активированных кератоцитов в передней строме роговицы, при отсутствии таковых в глубоких слоях, а также стабильные данные плотности кератоцитов в различных слоях стромы роговицы и ПЭК свидетельствуют о достаточно хорошей переносимости ОКЛ.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Ежова Е.А. — проведение исследований, сбор данных, написание статьи;  
Мелихова И.А. — проведение исследований;  
Балалин С.В. — научное редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Аветисов С.Э., Егорова Г.Б., Федоров А.А., Бобровских Н.В. Конфокальная микроскопия роговицы. Сообщение 1. Особенности нормальной морфологической картины. *Вестник офтальмологии*. 2008;124(3):3–5. [Avetisov S.E., Egorova G.B., Fyodorov A.A., Bobrovskikh N.V. Confocal microscopy of the cornea. Message 1. Features of a normal morphological picture. *Annals of Ophthalmology=Vestnik of ophthalmology*. 2008;124(3):3–5. (In Russ.)]
2. Аветисов Э.С., Кащенко Т.П., Шамшинова А.М. Зрительные функции и их коррекция у детей. Москва; 2005:34. [Avetisov E.S., Kashchenko T.P., Shamshinova A.M. Visual functions and their correction in children. Moscow; 2005:34. (In Russ.)]
3. Бодрова С.Г., Зарайская М.М. Изменения роговицы по данным конфокальной микроскопии и анализатора биомеханических свойств в ранние сроки после ношения ортокератологических линз. *Практическая медицина*. 2012;59(4):87–90. [Bodrova S.G., Zaraiskaya M.M. Changes in the cornea according to confocal microscopy and a biomechanical properties analyzer in the early period after wearing orthokeratological lenses. *Practical medicine=Practicheskaya medicina*. 2012;59(4):87–90. (In Russ.)]
4. Егорова Г.Б., Федорова А.А., Бобровских Н.В. Влияние многолетнего ношения контактных линз на состояние роговицы по данным конфокальной микроскопии. *Вестник офтальмологии*. 2008;6:25–29. [Egorova G.B., Fedorova A.A., Bobrovskikh N.V. Influence of long-term wearing of contact lenses on the state of the cornea according to confocal microscopy data. *Annals of Ophthalmology=Vestnik of ophthalmology*. 2008;6:25–29. (In Russ.)]
5. Кошиц И.Н., Гусева М.Г., Светлов О.В. О выборе физиологически обоснованной рациональной коррекции для стабилизации приобретенной миопии у детей. *Глаз*. 2011;5:10–17. [Koshits I.N., Guseva M.G., Svetlov O.V. On the choice of physiologically justified rational correction for the stabilization of acquired myopia in children. *Eye=Glaz*. 2011;5:10–17. (In Russ.)]
6. Паштаев Н.П., Бодрова С.Г., Бородина Н.В., Зарайская М.М., Майчук Н.В. Влияние мягких контактных линз на структуру и биомеханические свойства роговицы. *Офтальмохирургия*. 2009;4:10–13. [Pashtaev N.P., Bodrova S.G., Borodina N.V. et al. Influence of soft contact lenses on the structure and biomechanical properties of the cornea. *Ophthalmosurgery=Oftalmokhirurgiya*. 2009;4:10–13. (In Russ.)]
7. Adler D., Millodot M. The possible effect of undercorrection on myopic progression in children. *Clin. Exp. Optom*. 2006;5:315–21. DOI: 10.1111/j.1444-0938.2006.00055.x
8. Aller T.A., Wildsoet C. Bifocal soft contact lenses as a possible myopia control treatment: a case report involving identical twins. *Clin. Exp. Optom*. 2008;91(4):394–9. DOI: 10.1111/j.1444-0938.2007.00230.x
9. Anstice N.S., Phillips J.R. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology*. 2011;118:1152–61. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.10.035
10. Berntsen D.A., Sinnott L.T., Mutti D.O., Zadnik K. A randomized trial using progressive addition lenses to evaluate theories of myopia progression in children with a high lag of accommodation. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2012;53:640–9. DOI: 10.1167/jovs.11-7769
11. Berntsen D.A., Barr C.D., Mutti D.O., Zadnik K. Peripheral defocus and myopia progression in myopic children randomly assigned to wear single vision and progressive addition lenses. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2013;54(8):5761–70. DOI: 10.1167/jovs.13-11904
12. Efron N., Perez-Gomez I., Morgan P.B. Confocal microscopic observations of stromal keratocytes during extended contact lens wear. *Clin. Exp. Optom*. 2002;85(3):156–60. DOI: 10.2147/OPTH.S1490
13. Efron N. Contact lens-induced changes in the anterior eye as observed *in vivo* with the confocal microscope. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2007;23:398–436. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2007.03.003
14. Guthoff R.F., Baudouin C., Stave J. Alterations of the cornea in contact lens wearers. Atlas of confocal laser scanning *in vivo* microscopy in ophthalmology. NY: Springer-Verlag. Heidelberg, 2006. DOI: 10.1007/978-3-540-32707-3
15. Walline J.J., Greiner K.L., McVey M.E., Jones-Jordan L.A. Multifocal contact lens myopia control. *Optom. Vis. Sci*. 2013; 90:1207–14. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000036
16. Вержанская Т.Ю., Тарутта Е.П., Манукян И.В., Толорая Р.Р. Влияние ортокератологических контактных линз на структуру переднего отрезка глаза. *Российский офтальмологический журнал*. 2009;(2):30–34. [Verzhanskaya T.Yu., Tarutta E.P., Manukyan I.V., Toloraya R.R. Influence of orthokeratological contact lenses on the structures of the anterior segment of the eye. *Russian Ophthalmological Journal=Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal*. 2009;2:30–34. (In Russ.)]
17. Тарутта Е.П., Вержанская Т.Ю., Толорая Р.Р., Манукян И.В. Влияние ортокератологических контактных линз на состояние роговицы по данным конфокальной микроскопии. *Российский офтальмологический журнал*. 2010;3:37–42. [Tarutta E.P., Verzhanskaya T.Yu., Toloraya R.R., Manukyan I.V. Effect

- of orthokeratological contact lenses on the state of the cornea according to confocal microscopy. *Russian Ophthalmological Journal=Rossiyskiy oftalmologicheskiy zhurnal*. 2010;3:37–42. [In Russ.]]
18. Alharbi A., Hood D.L., Swarbrick H.A. Overnight orthokeratology lens wear can inhibit the central stromal edema response. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2005;46(7):2334–40. DOI: 10.1167/iops.04-1162
  19. Cheah P.S. et al. Histomorphometric profile of the corneal response to short-term reverse-geometry orthokeratology lens wear in primate corneas: a pilot study. *Cornea*. 2008;27(4):461–70. DOI: 10.1097/ICO.0b013e318165642c
  20. Choo J.D., Caroline P.J., Harlin D.D., Meyers W. Morphologic changes in cat epithelium following continuous wear of orthokeratology lenses: a pilot study. *Contact Lens Ant Eye*. 2008;31(1):29–37. DOI: 10.1016/j.clae.2007.07.002
  21. Nieto-Bona A., González-Mesa A., Nieto-Bona M.P. Villa-Collar C., Lorente-Velázquez A. Short-term effects of overnight orthokeratology on corneal cell morphology and corneal thickness. *Cornea*. 2011;30(6):646–54. DOI: 10.1097/ICO.0b013e31820009bc
  22. Nieto-Bona A., González-Mesa A., Nieto-Bona M.P. Villa-Collar C., Lorente-Velázquez A. Long-term changes in corneal morphology induced by overnight orthokeratology. *Informa Healthcare USA*. 2011;36(10):895–904. DOI: 10.3109/02713683.2011.593723
  23. Wang Q., Stump R., McAvoy J.W., Lovicu F.J. The effect of orthokeratology on corneal cell densities. *Optom. Vis. Sci.* 2004;81:28–31.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоградский филиал  
Ежова Евгения Анатольевна  
врач-офтальмолог отделения коррекции аномалий рефракции  
ул. Землячки, 80, Волгоград, 400138, Российская Федерация

ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоградский филиал  
Мелихова Ирина Александровна  
врач-офтальмолог диагностического отделения  
ул. Землячки, 80, Волгоград, 400138, Российская Федерация

ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоградский филиал  
Балалин Сергей Викторович  
доктор медицинских наук, председатель Волгоградского отделения общества офтальмологов России, заведующий научным отделом Волгоградского филиала ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ул. Землячки, 80, Волгоград, 400138, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

The Volgograd Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Ezhova Ewgenia A.  
ophthalmologist  
Zemlyachki str., 80, Volgograd, 400138, Russia

The Volgograd Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Melikhova Irina A.  
ophthalmologist  
Zemlyachki str., 80, Volgograd, 400138, Russia

The Volgograd Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Balalin Sergey V.  
MD, chairman of the Volgograd branch of the Society of ophthalmologists of Russia, head of the scientific department  
Zemlyachki str., 80, the city of Volgograd, 400138, Russian Federation