

**АНАЛИЗ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ  
РАЗЛИЧНЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ  
В ЛЕЧЕНИИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО КЕРАТОКОНУСА****Е. Г. Солодкова, В. П. Фокин***ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова»,  
Волгоградский филиал, г. Волгоград*

Проведен анализ результатов хирургического лечения прогрессирующего кератоконуса ранних и выраженных стадий на основе применения фемтосекундных технологий. Обследованы 3 группы пациентов (80 человек, 80 глаз), оперированных по поводу прогрессирующего кератоконуса 1–3 стадии. При прогрессирующем кератоконусе 1–2 стадии (по классификации Amsler-Krumeich) с центральным расположением зоны максимальной кератэктазии методом выбора является кросслинкинг роговичного коллагена с точечной дозированной эксимерлазерной дезэпителизацией, который обладает высокой эффективностью и стабильностью клинических результатов. При прогрессирующем кератоконусе 1–2-й стадии с периферическим расположением зоны максимальной кератэктазии методом выбора является кросслинкинг роговичного коллагена с фемтосекундным формированием интрастромального кармана для введения фотосенсибилизатора и локальным ультрафиолетовым облучением. Интраламеллярная кератопластика с имплантацией роговичных сегментов эффективно стабилизирует кератоконус на 3 стадии, обеспечивает улучшение остроты зрения пациентам, как на ранних, так и отдаленных сроках наблюдения за счет повышения регулярности как передней, так и задней роговичной поверхности. Во всех случаях отмечалось достоверное повышение остроты зрения (НКОЗ и МКОЗ), снижение кератометрических показателей, уменьшение элевации как передней, так и задней роговичной поверхности.

*Ключевые слова:* кератоконус, интраламеллярная кератопластика, имплантация роговичных сегментов, фемтосекундный лазер, кросслинкинг роговичного коллагена.

DOI 10.19163/1994-9480-2017-3(63)-93-97

**CLINICAL AND FUNCTIONAL OUTCOMES OF VARIOUS SURGICAL APPROACHES  
TO THE TREATMENT OF PROGRESSIVE KERATOKONUS****E. G. Solodkova, V. P. Fokin***Volgograd Affiliate of the Federal State Autonomous Institution «The S. N. Fyodorov Eye Microsurgery Complex»  
of the Ministry of Public Health of the Russian Federation, Volgograd*

The article analyzes the results of surgical treatment of progressive early and late-stage keratoconus using a femtosecond laser. Three groups of patients ( $n = 80$ , 80 eyes) were operated on for progressive stages I–III keratoconus. Based on the Amsler-Krumeich classification, corneal collagen cross-linking with excimer-laser-assisted deepithelialization is considered to be the treatment of choice for progressive keratoconus (stages I–II) with central corneal thickness due to its efficacy and stability. Corneal collagen crosslinking with a femtosecond-assisted intrastromal pocket for administration of a photosensitizer and local ultraviolet irradiation is considered to be the treatment of choice for progressive keratoconus (stages I–II) with peripheral corneal thickness. Intralamellar keratoplasty with corneal segment implantation can effectively arrest the progression of stage III keratoconus and improve visual acuity both in the short and long term through improving anterior and posterior corneal surface regularity. All cases showed a statistically significant increase in visual acuity (NCD and IHEC), a decrease in keratometric corneal parameters, and a decrease in anterior and posterior corneal elevation.

*Key words:* keratoconus, intralamellar keratoplasty, implantation of corneal segments, femtosecond laser, crosslinked corneal collagen.

В настоящее время различные хирургические подходы в лечении кератэктазий систематизированы с учётом их клинических форм и стадий [1].

Следование этим рекомендациям позволяет повысить качество лечения и реабилитации данного контингента пациентов [1, 2].

Так, в Клинике Волгоградского филиала применяются различные способы хирургического лечения кератоконуса. При 1–2 стадии кератоконуса (по классификации Amsler-Krumeich) [3] с центральным расположением зоны эктазии используется модифицированная методика КРК с точечной дозированной эксимерлазер-

ной дезэпителизацией, выполняемой на глубину эпителиального слоя по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) роговицы [4, 5], при периферическом расположении зоны эктазии – методика кросслинкинга роговичного коллагена с фемтосекундным формированием интрастромального кармана для введения фотосенсибилизатора и локальным ультрафиолетовым облучением, разработанная в Чебоксарском филиале ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России [6, 7]. Методика применяется в соответствии с приказом № 221 от 25.10.2016 г. «О плановых объемах оказания медицинской помощи

в рамках клинической апробации методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации на 2016 год ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России и приказом ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России № 176 от 29 июля 2016 года.

С 2016 г. для лечения прогрессирующего кератоконуса развитых стадий в Волгоградском филиале внедрена и успешно применяется методика интраламеллярной кератопластики с фемтосекундным сопровождением с имплантацией роговичных сегментов [8, 9, 10]. При 4 стадии кератоконуса успешно проведены первые операции СКП и ПГПК с фемтосекундным сопровождением [10, 11].

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Провести анализ клинико-функциональных результатов различных способов хирургического лечения кератоконуса в зависимости от вида, типа и стадии заболевания.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Наблюдались 3 группы пациентов, оперированных по поводу прогрессирующего кератоконуса в клинике Волгоградского филиала ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России в 2016–2017 гг.

В первую группу наблюдения вошли пациенты, оперированные по поводу прогрессирующего кератоконуса 1–2 стадии (по классификации Amsler-Krumeich) с центральным расположением зоны максимальной кератэктазии методом кросслинкинга роговичного коллагена с точечной дозированной эксимерлазерной деэпителизацией, выполняемой на глубину эпителиального слоя по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) – 36 человек (36 глаз). Средний возраст ( $26 \pm 0,66$ ) лет (от 18 до 55 лет). С 1-й степенью кератоконуса по Amsler – 30 глаз (16 %), 2-й степенью кератоконуса – 6 глаз (84 %).

Во вторую группу наблюдения вошли пациенты, оперированные по поводу прогрессирующего кератоконуса 1–2 стадии (по классификации Amsler-Krumeich) с периферическим расположением зоны максимальной кератэктазии методом кросслинкинга роговичного коллагена с фемтосекундным формированием интрастромального кармана для введения фотосенсибилизатора и локальным ультрафиолетовым облучением – 20 человек (20 глаз). Средний возраст группы ( $27 \pm 1,3$ ) лет (от 20 до 35 лет). С 1-й степенью кератоконуса по Amsler – 16 глаз (80 %), 2-й степенью кератоконуса – 4 глаза (20 %).

В третью группу наблюдения вошли пациенты, оперированные по поводу прогрессирующего кератоконуса 3 стадии (по классификации Amsler-Krumeich) с различным расположением зоны максимальной кератэктазии методом интраламеллярной кератопластики с фемтосекундным сопровождением

с имплантацией роговичных сегментов – 24 человека (24 глаза). Средний возраст группы ( $30 \pm 0,84$ ) лет (от 22 до 38 лет); 18 мужчин (75,0 %) и 6 женщин (25,0 %). Со 2-й степенью кератоконуса по Amsler – 8 глаз (33,3 %), 3 степенью кератоконуса – 16 глаз (66,7 %).

Все пациенты были обследованы перед операцией не ранее 1 месяца (1-й визит), при выписке на 1–5 день после операции (2-й визит), а также через 1 и 6 месяцев после операции (3 и 4 визиты). Было проведено обследование, включающее исследование некорригированной (НКОЗ) и корригированной остроты зрения (КОЗ), кератотопографию с анализом элевационных карт по данным Шаймпфлюг-анализатора роговицы «Sirius» (SCHWIND, Германия) и определением среднего значения кератометрии  $K_{avg}$ , максимального значения кератометрии на вершине кератоконуса  $K_{max}$ , величины задней элевации роговицы, оптическую когерентную томографию роговицы с определением глубины залегания демаркационной линии, глубины залегания роговичных сегментов, а также конфокальную микроскопию с подсчетом плотности эндотелиальных клеток.

При проведении операции КПК в первой группе наблюдения дозированная деэпителизация осуществлялась с помощью эксимерного лазера с опцией интраоперационной он-лайн пахиметрии «Швинд-Амарис» (Германия) с использованием разработанной диафрагмирующей решетки (патент РФ на изобретение № 2594434 от 18.06.2015 г.). На этапе насыщения роговицы раствором рибофлавина использовался пластиковый воронкообразный векорасширитель, устанавливаемый на поверхность глазного яблока перилимбально и заполняемый 0,5–1,0 мл 0,1%-м раствором рибофлавина (патент РФ на изобретение № 2556791 от 19.02.2012 г.).

Этап формирования роговичных тоннелей проводился при помощи фемтосекундного лазера FS-200 Wave Light (Alcon, Германия). Во второй группе посредством двухэтапной резекции сначала производился кольцевой разрез (тоннель) на глубине 150 мкм, внутренним диаметром 4,0 мм и внешним 9,0 мм, а затем входной разрез в радиальном направлении от 0° для левого глаза до 180° для правого глаза длиной 2,5 мм, начиная на глубине тоннеля и заканчивая на наружной поверхности роговицы, с последующим введением 0,1%-го раствора рибофлавина в декстране в тоннель и локальным ультрафиолетовым облучением. В третьей группе сначала производился кольцевой разрез (тоннель) на расчетной глубине, внутренним диаметром 5,0 мм и внешним 6,2 мм, а затем входной разрез в радиальном направлении, длиной 1,3 мм, начиная на глубине тоннеля и заканчивая на наружной поверхности роговицы, с последующим введением в тоннель одного или двух роговичных сегментов производства ООО НЭП «Микрохирургия глаза» высотой 200–400 мкм, диаметром 5,0 мм, основанием

0,6 мм, с поперечным разрезом в форме полусферы. Планирование расположения сегментов в тоннеле осуществлялось по номограмме Kerating Calculation Guidelines [10].

Этап ультрафиолетового облучения при проведении модифицированной методики КРК в первой группе наблюдения осуществлялся с помощью прибора для кросслинкинга роговичного коллагена «UV-X версия 1000» («IROC AG», Швейцария). Для проведения локального ультрафиолетового воздействия центр используемых диафрагм прибора был закрыт металлическим диском диаметром 4,0 мм.

Всем пациентам в раннем послеоперационном периоде назначались инстилляции антибиотика, нестероидного противовоспалительного препарата и корнепротекторов в течение 10 дней.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В первой группе наблюдения продолжительность операции составила в среднем ( $50,1 \pm 3,0$ ) мин, длительность этапа насыщения роговицы раствором рибофлавина при выполнении модифицированной методики КРК составила ( $15,1 \pm 0,5$ ) минут. Длительность полной реэпителизации роговицы – ( $48,2 \pm 1,0$ ) часов.

Средняя продолжительность операций во второй группе наблюдения составила ( $42,0 \pm 4,0$ ) мин, этапа насыщения роговицы раствором рибофлавина ( $7,0 \pm 3,0$ ) мин. В раннем послеоперационном периоде продолжительность субъективного дискомфорта в виде светобоязни, слезотечения, чувства инородного тела составила ( $4,0 \pm 1,0$ ) часа.

Средняя продолжительность операций интраламеллярной кератопластики с фемтосекундным сопровождением с имплантацией ИСС составила ( $10,0 \pm 3,0$ ) мин. В раннем послеоперационном периоде про-

должительность субъективного дискомфорта в виде светобоязни, слезотечения, чувства инородного тела составила ( $3,0 \pm 1,0$ ) часа.

Случаев возникновения необходимости медикаментозного купирования болевого синдрома приемом анальгетиков после выполнения всех видов операций отмечено не было.

В группах после проведения методик кросслинкинга роговичного коллагена в послеоперационном периоде на 2-м визите было отмечено снижение средних показателей НКОЗ и КОЗ, что связано с наличием транзиторного отека эпителия, поверхностной и средней стромы роговицы, менее выраженные во второй группе наблюдения, поскольку описанные явления отмечались в параоптической зоне роговицы. К сроку наблюдения 1 месяц (3-й визит), отмечалось незначительное повышение НКОЗ и КОЗ относительно дооперационного уровня, что связано с восстановлением прозрачности роговицы в оптической зоне. В дальнейшем сохранялась тенденция к повышению НКОЗ и МКОЗ.

В третьей группе наблюдения в сроке наблюдения 1 месяц было отмечено статистически достоверное повышение средних показателей НКОЗ и скорректированной остроты зрения ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ). К сроку наблюдения 6 месяцев также отмечалось незначительное повышение НКОЗ и КОЗ относительно дооперационного уровня ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ), что связано с продолжающимися процессами уплощения роговицы в оптической зоне (табл. 1–3).

Во всех случаях на всех сроках наблюдения отмечалось постепенное понижение значений  $K_{max}$  и  $K_{ave}$ , а также величины задней элевации роговицы по сравнению с дооперационными значениями. Различия между исследуемыми средними значениями были статистически достоверны в сроке наблюдения 6 месяцев ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ).

Таблица 1

**Динамика изменений клинко-функциональных и морфологических показателей у пациентов с кератоконусом 1–2 стадии после кросслинкинга с точечной дозированной эксимерлазерной дезэпителизацией ( $n = 36$ ),  $M \pm \sigma$**

Метод операции	Параметры	До операции	1–5 день после операции	1 мес. после операции	6 мес. после операции
		$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$
Локальный фемтокреслинкинг	НКОЗ	$0,15 \pm 0,04^*$	$0,125 \pm 0,020^*$	$0,26 \pm 0,05^{**}$	$0,35 \pm 0,07^{**}$
	КОЗ	$0,30 \pm 0,08^*$	$0,45 \pm 0,05^*$	$0,48 \pm 0,05^*$	$0,50 \pm 0,05^{**}$
	$K_{max}, D$	$59,1 \pm 2,2^*$	$59,9 \pm 2,6^*$	$58,5 \pm 2,9^*$	$56,5 \pm 2,0^{**}$
	$K_{avg}, D$	$47,7 \pm 1,6^*$	$48,0 \pm 1,9^*$	$45,4 \pm 1,1^*$	$43,50 \pm 1,05^*$
	Задняя элевация, мкм	$60,0 \pm 3,2^*$	$57,0 \pm 3,2^*$	$53,0 \pm 4,1^{**}$	$49,0 \pm 3,5^{**}$
	Глубина демаркационной линии, мкм	-	-	$256,3 \pm 6,5$	$239,0 \pm 7,1$
	Пахиметрия в зоне эктазии, мкм	$458,0 \pm 4,0^*$	$425,0 \pm 4,4^*$	$419,0 \pm 4,0^*$	$424,0 \pm 5,7^*$

\* , \*\*Различия между средними значениями статистически достоверны ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ).

Таблица 2

**Динамика изменений клинико-функциональных и морфологических показателей у пациентов с кератоконусом 1–2 стадии после локального фемтокреслинкинга ( $n = 20$ ),  $M \pm \sigma$**

Метод операции	Параметры	До операции	1–5 день после операции	1 мес. после операции	6 мес. после операции
		$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$
Локальный фемтокреслинкинг	НКОЗ	$0,43 \pm 0,19^*$	$0,33 \pm 0,09^*$	$0,53 \pm 0,09^{**}$	$0,63 \pm 0,09^{**}$
	КОЗ	$0,63 \pm 0,09^*$	$0,53 \pm 0,10^*$	$0,67 \pm 0,09^*$	$0,77 \pm 0,09^{**}$
	$K_{max}, D$	$54,80 \pm 2,32^*$	$53,90 \pm 2,16^*$	$53,00 \pm 2,16^*$	$49,00 \pm 2,16^{**}$
	$K_{avg}, D$	$46,15 \pm 1,18^*$	$44,6 \pm 1,9^*$	$43,80 \pm 2,05^*$	$42,80 \pm 2,05^*$
	Задняя элевация, мкм	$56,0 \pm 4,2^*$	$55,0 \pm 3,2^*$	$49,0 \pm 4,1^{**}$	$45,0 \pm 3,5^{**}$
	Глубина демаркационной линии, мкм	-	-	$260,3 \pm 21,1$	$240,3 \pm 17,1$
	Пахиметрия в зоне эктазии, мкм	$466,0 \pm 12,2^*$	$466,10 \pm 15,87^*$	$459,6 \pm 11,5^*$	$471,0 \pm 10,5^*$

\*, \*\*Различия между средними значениями статистически достоверны ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ).

Таблица 3

**Динамика изменений клинико-функциональных и морфологических показателей у пациентов с кератоконусом 2–3 стадии после интралмеллярной кератопластики с фемтосекундным сопровождением с имплантацией ИРС ( $n = 24$ ),  $M \pm \sigma$**

Параметры	До операции	1–5 день после операции	1 мес. после операции	6 мес. после операции
	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$
НКОЗ	$0,23 \pm 0,09^*$	$0,5 \pm 0,1^*$	$0,65 \pm 0,15^{**}$	$0,78 \pm 0,10^{**}$
КОЗ	$0,45 \pm 0,09^*$	$0,63 \pm 0,10^*$	$0,80 \pm 0,18^*$	$0,90 \pm 0,12^{**}$
$K_{max}, D$	$60,3 \pm 2,2^*$	$48,4 \pm 2,8^*$	$46,7 \pm 2,2^*$	$46,5 \pm 2,5^{**}$
$K_{avg}, D$	$45,4 \pm 1,3^*$	$43,1 \pm 2,0^*$	$42,7 \pm 2,0^*$	$42,9 \pm 1,9^*$
Задняя элевация, мкм	$76,0 \pm 6,2^*$	$65,0 \pm 3,0^*$	$52,0 \pm 3,7^{**}$	$49,0 \pm 3,0^{**}$
Глубина залегания сегментов, мкм	-	$297,0 \pm 15,0$	$292,0 \pm 13,0$	$289,5 \pm 12,0$
Пахиметрия в ЦОЗ, мкм	$397,0 \pm 11,6^*$	$399,0 \pm 10,5^*$	$401,0 \pm 11,5^*$	$409,0 \pm 8,7^*$

\*, \*\*Различия между средними значениями статистически достоверны ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ).

В первой группе наблюдения к сроку наблюдения 1 месяц отмечалось снижение пахиметрических показателей, что свидетельствовало о начале компактизации роговицы. В остальных случаях изменений значений пахиметрии отмечено не было, различия между средними значениями исследуемых параметров были статистически не достоверны ( $t > 2,0$ ;  $p > 0,05$ ), то есть прогрессирования кератоконуса во всех сроках наблюдения не отмечалось.

Уже на сроке наблюдения 1 месяц у пациентов после проведения методик креслинкинга роговичного коллагена при офтальмомобиомикроскопии, а также при проведении ОКТ роговицы наблюдалось появление нежного линейного помутнения в средних и задних слоях стромы – так называемой «демаркационной линии» или «заднего стромального хейза». На данном сроке глубина залегания «демаркационной линии» у пациентов 1-й группы составила в среднем ( $256 \pm 6,5$ ) мкм, у пациентов 2-й группы – ( $260,3 \pm 21,1$ ) мкм.

По данным ОКТ переднего отрезка глубина залегания роговичных сегментов при обследовании в сроке 1–3 день после операции составила в среднем  $297,0 \pm$

$15,0$  ( $M \pm \sigma$ ) и оставалась стабильной в более поздние сроки наблюдения, тенденции к экстррузии или протрузии сегментов в переднюю камеру отмечено не было. ПЭК оставалась неизменной во всех сроках наблюдения.

ПЭК оставалась неизменной на всех сроках наблюдения.

При проведении операций в обеих группах, а также на сроках наблюдения осложнений не отмечалось.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Различные способы хирургического лечения кератоконуса, выполненные в соответствии со стадией и локализацией кератэктазии в клинике Волгоградского филиала ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России, позволяют эффективно и безопасно стабилизировать кератэктатический процесс, однако требуется проведение дальнейшей сравнительной научно-исследовательской работы для оценки возможного влияния интрастромального разреза на биомеханику роговицы и течение кератоконуса в сравнении с классической методикой проведения креслинкинга роговичного коллагена.

Интраламеллярная кератопластика с имплантацией роговичных сегментов эффективно стабилизирует кератоконус выраженных стадий, обеспечивает улучшение остроты зрения пациентам, как на ранних, так и отдаленных сроках наблюдения за счет повышения регулярности как передней, так и задней роговичной поверхности. Применение фемтосекундного лазера позволяет повысить безопасность лечения кератоконуса, уменьшить риск развития интра- и послеоперационных осложнений, сократить продолжительность операции и ускорить реабилитацию пациентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Измайлова С.Б. Медико-технологическая система хирургического лечения прогрессирующих кератэктазий различного генеза: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2014. – 49 с.
2. Малюгин Б.Э., Измайлова С.Б., Авраменко С.А., Мерзлов Д.Е. Лечение парацентральных кератэктазий различного генеза методом интрастромальной кератопластики с имплантацией роговичного сегмента в зону наибольшей эктазии // Офтальмохирургия. – 2011. – № 4. – С. 16–22.
3. Amsler M. La notion du keratocone // Bull. Soc. franc. Ophthalmol. – 1951. Vol. 64. – № 2. – P 272–275.
4. Солодкова Е.Г. Модифицированная методика кроссликинга роговичного коллагена с точечной дозированной эксимерлазерной дезпигментацией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2016. – 25 с.
5. Wollensak G., Spoerl E., Seiler T. Riboflavin/ultraiolet-A-induced collagen cross-linking for the treatment of keratoconus // Am. J. Ophthalmol. – 2003. – Vol. 135. – № 5. – P. 620–627.
6. Зотов В.В., Паштаев Н.П., Ларионов Е.В., Поздеева Н.А., Анисимов С.И. Сравнительное гистохимическое исследование структуры коллагена нормальной и кератоконусной роговицы в ходе моделирования процедуры кроссликинга с применением фемтолазера *in vitro* // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 32–36.
7. Зотов В.В., Сальников В.В., Поздеева Н.А. Изменения ультраструктуры стромы роговицы после проведения кроссликинга // Практическая медицина. – 2012. – № 1, № 4. – С. 95–96.
8. Colin J., Malet F. J. Intacs for the correction of keratoconus: two-year follow-up // J. Cataract. Refract. Surg. – 2007. – Vol. 33. – № 1. – P. 69–74.
9. Kanellopoulos A.J., Pe L.H., Perry H.D., et al. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus: efficacy and complications // Cornea. – 2006. – Vol. 25. – № 1. – P. 29–33.
10. Костенев С.В., Черных В.В. Сравнительный клинико-функциональный анализ имплантации интрастромальных роговичных сегментов по традиционному и усовершенствованному методу с применением фемтосекундного лазера // Практическая медицина. – 2013. – № 1–3. – С. 71–74.

ванному методу с применением фемтосекундного лазера // Практическая медицина. – 2013. – № 1–3. – С. 71–74.

11. Rabinowitz Y.S. Keratokonous // Survey of ophthalmology. – 1998. – № 42. – P. 297–319.

## REFERENCES

1. Izmajlova S.B. Mediko-tehnologicheskaja sistema hirurghicheskogo lechenija progressirujushhij keratjktazij razlichnogo geneza: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. M., 2014. 49 s.
2. Maljugin B.Je., Izmajlova S.B., Avramenko S.A., Merzlov D.E. Leche-nie paracentral'nyh keratjktazij razlichnogo geneza metodom intrastro-mal'noj keratoplastiki s implantaciej rogovichnogo segmenta v zonu naibol'shej jektazii [Treatment of paracentral keratectasias of various genesis by the method of intrastromal keratoplasty with implantation of the corneal segment into the zone of greatest ectasia] *Oftal'mohirurgija*. 2011, no4, S. 16-22 (In Russ.)
3. Amsler M. La notion du keratocone // Bull. Soc. franc. Ophthalmol. 1951. Vol. 64. no2. P 272-275.
4. Solodkova E.G. Modificirovannaja metodika krosslinkinga rogovichnogo kollagena s tochechnoj dozirovannoj jeksimerlazernoj dejepitelizaciej: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. M., 2016. 25 s.
5. Wollensak G., Spoerl E., Seiler T. Riboflavin/ultraiolet-A-induced collagen cross-linking for the treatment of keratoconus/ Am. J. Ophthalmol. 2003, Vol. 135, R. 620-627 (In Russ.)
6. Zotov V.V., Pashtaev N.P., Larionov E.V., Pozdeeva N.A., Anisimov S.I. Sravnitel'noe gistohimicheskoe issledovanie struktury kollagena normal'noj i keratokonusnoj rogovicy v hode modelirovanija procedury krosslinkinga s primeneniem femtolazera in vitro [Comparative histochemical study of the structure of normal collagen and keratoconus cornea during the modeling of crosslinking with the use of a femtolaser in vitro] *Kataraktal'naja i refrakcionnaja hirurgija*. 2013, T. 13, no2. S. 32-36 (In Russ.)
7. Zotov V.V., Sal'nikov V.V., Pozdeeva N.A. Izmenenija ul'trastruktury stromy rogovicy posle provedenija krosslinkinga [Changes in the ultrastructure of the corneal stroma after cross-linking] *Prakticheskaja medicina*. 2012, no1, no4. S. 95-96 (In Russ.)
8. Colin J., Malet F. J. Intacs for the correction of keratoconus: two-year follow-up. J. Cataract. Refract. Surg. 2007. Vol. 33. no1. P. 69-74.
9. Kanellopoulos A.J., Pe L.H., Perry H.D., et al. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus: efficacy and complications. Cornea. 2006. Vol. 25. no1. P. 29-33.
10. Kostenev S.V., Chernyh V.V. Sravnitel'nyj kliniko-funkcional'nyj analiz implantacii intrastro-mal'nyh rogovichnyh segmentov po tradicionnomu i usovershenstvovannomu metodu s primeneniem femtosekundnogo lazera [Comparative clinical and functional analysis of intrastromal corneal segment implantation using a traditional and improved method using a femtosecond laser] *Prakticheskaja medicina*. 2013, no1-3, S. 71-74 (In Russ.)
11. Rabinowitz Y.S. Keratokonous. Survey of ophthalmology. 1998. no42. R. 297-319.

## Контактная информация

**Солодкова Елена Геннадиевна** – к. м. н., заведующая отделением коррекции аномалий рефракции, врач-офтальмохирург, e-mail: mntk@isee.ru