

Электронная микроскопия роговичной стромы после стандартного кросслинкинга и с применением фемтолазера в эксперименте

В.В. Зотов¹, Н.П. Паштаев¹, Е.В. Ларионов², Н.А. Поздеева¹, С.И. Анисимов³

¹ Чебоксарский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России;

² ООО «НПК Витаформ», Москва;

³ ООО «Восток-Прозрение», Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Изучение и сравнение состояния тканей роговицы после стандартного кросслинкинга роговичного коллагена (КРК) и фемтокросслинкинга в эксперименте.

Материал и методы. В работе использовали 9 самцов кроликов (18 глаз) породы Шиншилла массой 2-3 кг, которые были разделены на 3 группы в зависимости от вида хирургического вмешательства: после фемтокросслинкинга, стандартного КРК и контрольная группа, где проводилась процедура фемтолазерного формирования кармана без процедуры кросслинкинга. Кроликов выводили из эксперимента на сроках 1 неделя, 1 и 3 мес. Глаза энуклеировали, роговицы вырезали с помощью трепана 9,0 мм. Выкроенные роговицы исследовали на трансмиссионном электронном микроскопе JEOL 1200 EX (Япония).

Результаты. Проведя анализ микроснимков трансмиссионной электронной микроскопии после фемтокросслинкинга и стандартного КРК на всех сроках наблюдения, было выяв-

лено одинаковое количество швов волокон коллагена. После стандартной процедуры КРК визуализируются изменения на уровне базальной мембраны и базальных клеток эпителия с признаками полиморфизма и увеличенными межклеточными пространствами.

Заключение. На снимках ультраструктуры стромы роговицы выявлены сопоставимые изменения в группах стандартного и фемтокросслинкинга, что говорит о одинаковой эффективности методик, а выявленные изменения в базальной мембране спустя неделю после стандартного КРК свидетельствуют о травматичности этапа удаления эпителия, в отличие от атравматичного формирования стромального кармана фемтолазером.

Ключевые слова: кросслинкинг роговичного коллагена, трансмиссионная электронная микроскопия, фемтосекундный лазер, фемтокросслинкинг. ■

Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.

Офтальмохирургия. – 2015. – № 2. – С. 22-27.

Для корреспонденции:

Паштаев Николай Петрович, докт. мед. наук, профессор, директор Чебоксарского филиала ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России;

Поздеева Надежда Александровна, докт. мед. наук, зам. директора по научн. работе;

Зотов Вадим Валерьевич, врач-офтальмолог

Чебоксарский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России

Адрес: 428028, Чебоксары, пр-т Тракторостроителей, 10

Ларионов Евгений Викторович, ведущ. научн. сотрудник, ген. директор

ООО «НПК Витаформ»

Адрес: 127434, Москва, ул. Дубки, 4

Анисимов Сергей Игоревич, докт. мед. наук, профессор, научн. директор

ООО «Восток-Прозрение»

Адрес: 123557, Москва, Б. Тишинский пер., 38

ABSTRACT

Electron microscopy of the corneal stroma after the standard cross-linking and using femtosecond laser in experimentV.V. Zotov¹, N.P. Pashtayev¹, E.V. Larionov², N.A. Pozdeyeva¹, S.I. Anisimov³¹ The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Cheboksary Branch, Cheboksary;² The NPK Vitaform Ltd. company, Moscow;³ The Eye Center «East-Sight Recover», Moscow

Purpose. The study and comparison of the corneal tissues condition after the standard corneal collagen cross-linking (CXL) and femto-cross-linking in experiment.

Material and methods. The study used 9 male Chinchilla rabbits (18 eyes) weighing 2-3kg, which were divided into 3 groups depending on the type of surgical intervention: femto-cross-linking, standard CXL and the control group where the femtolaser formation of pocket were performed without the cross-linking procedure. Rabbits were taken out of the experiment at 1 week, 1 and 3 months. The eyes were enucleated, cornea was excised using a 9.0mm trephine. The corneal discs were examined by the transmission electron microscope JEOL 1200 EX (Japan).

Results. Analysis of microscopic pictures from the transmission electron microscopy after the femto-cross-linking and the standard CXL revealed an equal quantity of cross-links in

collagen fibers. After the standard CXL the changes in the basal membrane and basal epithelial cells were visualized with signs of polymorphism and increased intercellular spaces.

Conclusion. In the electron-microscopic images of ultra-structure in the corneal stroma the comparable changes were found in the standard group and femto-cross-linking that suggests an identical efficiency of both techniques. The detected changes in the basal membrane a week after the standard CXL suggests a traumatism of the stage of epithelium removal in contrast to an atraumatic formation of stromal pocket using the femtosecond laser.

Key words: cross-linking of corneal collagen, transmission electron microscopy, femtosecond laser, femto-cross-linking.

No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned. ■

Ophthalmosurgery.- 2015.- No. 2.- P. 22-27.

Кератоконус является прогрессирующей, двусторонней, часто асимметричной, невоспалительной эктазией роговицы [15, 16, 20]. Распространенность кератоконуса в общей популяции составляет 1:2000 и обычно он диагностируется в течение второго и третьего десятилетия жизни [7]. Имеющиеся в настоящее время методы лечения кератоконуса (жесткие контактные линзы, послойная кератопластика, интрастромальные сегменты и кольца) в основном представляют собой вмешательства, имеющие тектоническую, оптическую либо рефракционную цель [1, 4, 5, 6, 10, 14, 21]. К сожалению, ни один из этих методов не является патогенетическим и не способен влиять на механизмы развития заболевания.

Кросслинкинг роговичного коллагена (КРК) является методом биохимического ремоделирования роговицы и основан на совместном использовании фотосенсибилизатора рибофлавина и УФ-света длиной

волны 370 нм, который был предложен в 2003 г. доктором Волензаком с соавт. [22-24, 27, 28]. КРК является единственным методом лечения, направленным на биомеханическую и структурную стабилизацию в кератоконусной роговице, что предотвращает прогрессирование эктазии [8]. КРК вызывает образование в коллагене ковалентных меж- и интрафибрилярных сшивок, которые повышают биомеханические свойства человеческой роговицы примерно на 300% [27]. «Сшивающий» эффект максимален только в передней строме [25].

Хотя КРК зарекомендовал себя в клинической практике, по-прежнему предпринимаются усилия для изменения стандартного протокола, чтобы повысить безопасность и комфорт пациентов [13]. Широко распространенный Цюрихский протокол для КРК включает удаление эпителии роговицы для облегчения проникновения рибофлавина в строму [28]. Однако дезэпители-

зация сопровождается болью, ощущением инородного тела, дискомфортом в виде жжения и слезотечения в течение нескольких дней. Кроме того, при удалении эпителии уменьшается общая толщина роговицы, а последующее проведение КРК на роговице толщиной менее 400 мкм может быть причиной рубцов роговой оболочки, повреждения эндотелия и даже перфорации [11, 17, 18]. Поэтому исследователи и клиницисты в настоящее время заинтересованы в разработке варианта КРК с максимальным сохранением эпителиального слоя при сохранении эффективности стандартного подхода. Одним из перспективных направлений является технология УФ-кроссликинга с дозированной скарификацией эпителии роговицы, показавшая снижение степени выраженности и продолжительности послеоперационного дискомфорта пациента за счет ускоренной эпителизации роговицы по сравнению с классической технологией [3].

Также известна методика трансэпителиального кросслинкинга, при которой перед закапыванием рибофлавина для разрыхления эпителия роговицы инстиллируют сначала раствор тетракаина в течение 30 минут [9, 12, 19]. Однако при применении данной методики достигается только одна пятая часть биомеханического эффекта [26].

На фоне этого разработанная нами методика роговичного кросслинкинга без удаления эпителия с фемтосекундным формированием интрастромального кармана для введения 0,1% раствора рибофлавина с последующим ультрафиолетовым облучением выглядит не менее актуальной [2]. Представляет интерес изучение изменений ультраструктуры стромы роговицы в различные сроки после проведения стандартного КРК и фемтокросслинкинга для подтверждения эффективности новой методики.

ЦЕЛЬ

Изучение и сравнение структуры тканей роговицы после стандартного КРК и фемтокросслинкинга в эксперименте.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использовали самцов кроликов породы Шиншилла массой 2-3 кг. Исследования выполняли на 18 глазах 9 кроликов. Животные были разделены на 3 группы (табл. 1):

1. Опытная группа – кролики, которым проводилась процедура кросслинкинга с применением фемтолазера [2].

2. Группа сравнения – кролики, которым проводилась процедура стандартного кросслинкинга по Цюрихскому протоколу [28].

3. Контрольная группа – кролики, которым проводилось только фемтолазерное формирование кармана без процедуры кросслинкинга.

Срок наблюдения составил 1 неделю, 1 и 3 мес.

Процедура проводилась под общей (в/м 5% раствор кетамина) и местной (инстиляция 0,3% раствора инокаина) анестезией. Животным 1 группы под местной анестезией выполняли процедуру фемтокросслинкинга с помощью фемтосекундного лазера IntraLaseFS 60 кГц (Advanced Medical Optics) (рис. 1). Для этого на заданной глубине (100-110 мкм) формировали карман диаметром 9,0 мм, углом вреза 45 градусов, углом петли 45 градусов. В сформированный таким образом карман с помощью тупоконечной канюли вводили 0,1% раствор рибофлавина до полного и равномерного пропитывания стромы. Затем проводили облучение ультрафиолетовым светом плотностью мощности 3,0 мВт/см² в течение 30 минут (табл. 2).



Рис. 1. Этап формирования кармана в роговичной строме с помощью фемтолазера IntraLaseFS 60 кГц (Advanced Medical Optics)

Кроликам 2 группы производилось механическое удаление эпителия роговицы диаметром 9 мм, затем инстиляция 0,1% раствора рибофлавина в течение 15 минут. Облучение роговицы ультрафиолетом (3,0 мВт/см² в течение 30 мин.) в обеих группах осуществляли с помощью аппарата EVOLUTION (ООО «Трансконтакт», Россия) (рис. 2).

В 3 группе животным проводили только процедуру формирования роговичного кармана на заданной глубине (100-110 мкм) и диаметром 9,0 мм с углом вреза 45 градусов, углом петли 45 градусов с помощью фемтосекундного лазера – IntraLase FS 60 (рис. 3).

На сроках 1 неделя, 1 и 3 мес. кроликов выводили из эксперимента воздушной эмболией, глаза энуклеировали, роговицы вырезали с помощью трепана 9,0 мм. Выкроенные роговицы фиксировали в растворе глутаральдегида на фосфатном буфере в течение 24 часов, далее фиксировали осмием и готовили препараты для электронной микроскопии. Гистоморфологические исследования делали на трансмиссионном электронном микроскопе JEOL

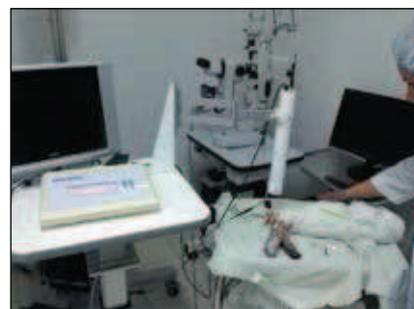


Рис. 2. Этап облучения роговицы кролика ультрафиолетом



Рис. 3. Изображение процесса формирования роговичного кармана на мониторе фемтосекундного лазера

Таблица 1

Распределение экспериментальных животных по группам

Процедура	Срок эксперимента	n – количество прооперированных глаз		
		1 неделя	1 мес.	3 мес.
Опытная группа Фемтокросслиндинг – фемтолазерное формирование кармана с последующим КРК		2	2	2
Группа сравнения Стандартный метод КРК		2	2	2
Контрольная группа Фемтолазерное формирование кармана без КРК		2	2	2

Таблица 2

Параметры создания роговичного кармана	
Параметр	Диапазон
Глубина, на которой выполняется резекция кармана	100-110 мкм
Диаметр роговичного кармана	9 мм
Угол петли роговичного кармана, определяющий ширину ножки	45 град
Угол вреза роговичного кармана	45 град
Энергия импульса лазера, используемого для создания кармана	1,5-1,7 мкДж

1200 EX (Япония) на базе Института биотехнологии РАН (г. Москва).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных электронно-микроскопических исследований показали, что через неделю после операции у животных 1 группы сразу под эпителием идет формирование продольных и поперечных швов коллагена, которые сконцентрированы вблизи базальной мембраны эпителия (рис. 4).

К 1 мес. после процедуры кросслинкинга с применением фемтолазера шивки коллагена в основном представлены в поверхностных слоях стромы (рис. 5).

На сроке 3 мес. после процедуры сформированные шивки сохраня-

ются, вероятно, без влияния на них процессов ремоделирования (рис. 6).

При большем увеличении в поверхностных слоях стромы определяются пласты шитых волокон и пучков коллагена (рис. 7). Часть волокон шито бок в бок, другая часть – конец в конец. На всех сроках наблюдения на препаратах 1 группы не обнаруживали явлений воспаления либо других осложнений.

Во второй группе эпителизация роговицы происходила быстро, и через 1 неделю после стандартной процедуры кросслинкинга визуализируются отечные базальные клетки эпителия с признаками полиморфизма и увеличенными межклеточными пространствами, а также базальная мембрана с выраженными полудесмосомами. Это, по нашему мнению, свидетельствует о травма-

тичности этапа удаления эпителия. В подлежащей строме видны участки поперечно шитых коллагеновых волокон и фибрилл (рис. 8).

Через 1 мес. после стандартной процедуры кросслинкинга базальная мембрана плотная, в поверхностных слоях стромы роговой оболочки коллагеновые волокна и фибриллы шиты бок в бок и конец в конец. Волокна коллагена выглядят хаотически уложенными. Межточное вещество сжато, волокна плотно соприкасаются друг с другом (рис. 9).

Через 3 мес. в роговице животных 2-й группы волокна коллагена в продольном и поперечном направлении остаются шитыми (рис. 10).

Анализ микроснимков трансмиссионной электронной микроскопии после фемтокросслинкинга и стандартного КРК на всех сроках наблюдения показал одинаковое количество швов коллагена, что можно расценить как равноценную эффективность обеих методик.

В роговицах кроликов контрольной группы заживление эпителия и роговичной стромы на всех сроках после фемтолазерного формирования кармана, без последующей процедуры кросслинкинга, проходило без каких-либо особенностей. А именно через 1 неделю в зоне фемтолазерного формирования кармана определяются некротические отложения в строме между коллагеновы-



Рис. 4. Ультраструктурная картина участка передней стромы опытной роговицы через 1 неделю после процедуры фемтокросслинкинга. Шивки коллагена под эпителием (А) и в поверхностных слоях стромы (В) (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 6000$)

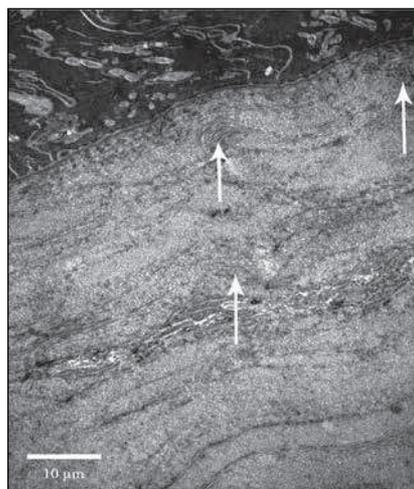


Рис. 5. Электронно-микроскопическая картина участка стромы опытного животного через 1 мес. после процедуры кросслинкинга с применением фемтолазера. Шивки (обозначены стрелками) волокон коллагена поверхностной стромы роговой оболочки (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 6000$)

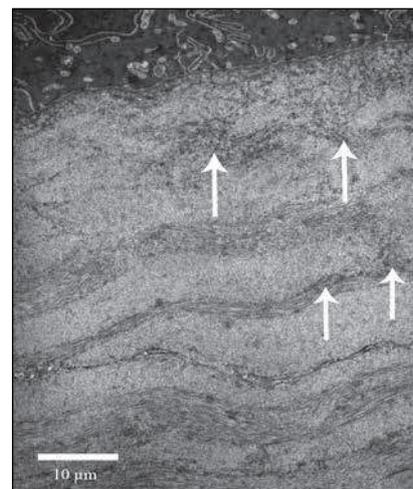


Рис. 6. Электронно-микроскопическая картина участка стромы опытного животного через 3 мес. после процедуры кросслинкинга с применением фемтолазера. Шивки (обозначены стрелками) волокон коллагена поверхностной стромы роговой оболочки (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 6000$)

ми фибриллами, вызванные деструктивными изменениями после воздействия фемтосекундного лазера. Изменений эпителия и субэпителиального слоя над стромальным карманом не визуализируются. Через 1 мес. после фемтолазерного форми-

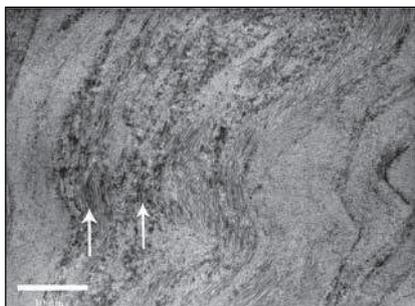


Рис. 7. Электронно-микроскопическая картина участка стромы опытного животного через 3 мес. после процедуры кросслинкинга с применением фемтолазера. Шивки (обозначены стрелками) волокон коллагена поверхностной стромы роговой оболочки (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 8000$)

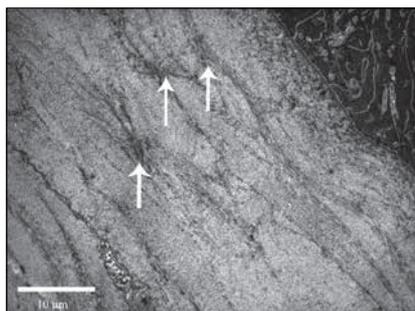


Рис. 8. Электронно-микроскопическая картина участка стромы роговицы кролика 2-й группы стандартного кросслинкинга через 1 неделю после процедуры. Шивки (обозначены стрелками) волокон коллагена поверхностной стромы роговой оболочки (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 8000$)

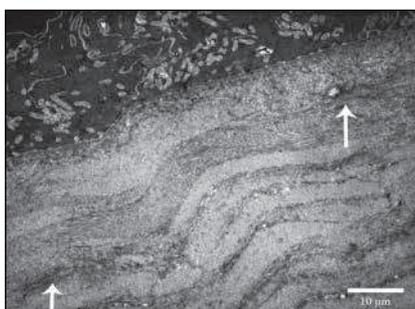


Рис. 9. Электронно-микроскопическая картина участка стромы роговицы кролика 2-й группы стандартного кросслинкинга через 1 мес. после процедуры. Шивки (обозначены стрелками) волокон коллагена в поверхностной строме роговой оболочки (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 6000$)

рования кармана эпителий и субэпителиальный слой, а также ход волокон в зоне формирования кармана не изменены, определяются единичные кератобласты (рис. 11).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование состояния ультраструктуры коллагена стромы роговицы экспериментальных животных выявило сопоставимые изменения в группах стандартного КРК и фемтокросслинкинга.

Выявленные изменения в базальной мембране после стандартного КРК свидетельствуют о травматичности этапа удаления эпителия в отличие от методики КРК с введением рибофлавина в стромальный карман сформированный фемтолазером, которая является более безопасной для клинического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бикбов М.М., Бикбова Г.М. Результаты лечения кератоконуса методом имплантации интрастромальных роговичных колец MyoRing в сочетании с кросслинкингом роговичного коллагена // Офтальмохирургия. – 2012. – № 4. – С. 6-9.
2. Зотов В.В., Пахтаев Н.П. Новый метод кросслинкинга роговичного коллагена в лечении больных с кератоконусом. Отдаленные результаты // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: Сб. науч. ст. – М., 2011. – С. 299-302.
3. Малюгин Б.Э., Измайлова С.Б., Мерзлов Д.Е. и др. Отдаленные резуль-

таты использования различных технологий УФ-кросслинкинга у пациентов с прогрессирующим кератоконусом // Офтальмохирургия. – 2014. – № 4. – С. 42-49.

4. Малюгин Б.Э., Пахтаев А.Н., Елаков Ю.Н. и др. Глубокая передняя послойная кератопластика с использованием фемтосекундного лазера Intralase 60 kHz: первый опыт // Практическая медицина. – 2012. – № 4. – С. 100.

5. Маслова Н.А. Формирование интрастромальных роговичных тоннелей для имплантации роговичных сегментов у пациентов с кератоконусом с помощью фемтосекундного лазера IntraLase // Бюллетень СО РАМН. – 2009. – № 4. – С. 75-79.

6. Пахтаев Н.П., Поздеева Н.А., Сущицын М.В. Коррекция миопии высокой степени в сочетании с тонкой роговицей методом фемтолазерной интрастромальной имплантации кольца MyoRing // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2013. – № 4. – С. 25-28.

7. Braun E., Kanellopoulos J., Pe L., Jankov M. Riboflavin ultraviolet A-induced collagen cross-linking in the management of keratoconus // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2005. – Vol. 46. – P. 49-64.

8. Caporossi A., Mazzotta C., Baiocchi S., Caporossi T. Long-term results of riboflavin ultraviolet a corneal collagen cross-linking for keratoconus in Italy: the Siena eye cross study // Am. J. Ophthalmol. – 2010. – Vol. 149. – P. 585-593.

9. Chan C.C., Sharma M., Wachler B.S. Effect of inferior-segment Intacs with and without C3-R on keratoconus // J. Cataract Refract. Surg. – 2007. – Vol. 33. – P. 75-80.

10. Colin J., Malet F.J. Intacs for the correction of keratoconus: two-year follow-up // J. Cataract Refract. Surg. – 2007. – Vol. 33. – P. 69-74.

11. Faschinger C., Kleinert R., Wedrich A. Corneal melting in both eyes after simultaneous corneal cross-linking in a patient with keratoconus and Down syndrome //

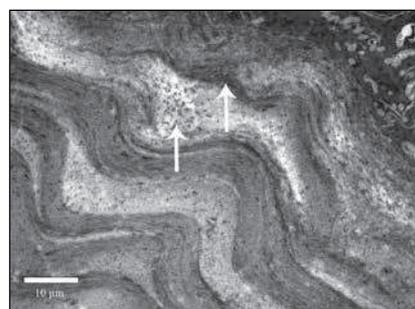


Рис. 10. Электронно-микроскопическая картина участка стромы роговицы кролика 2-й группы стандартного кросслинкинга через 3 мес. после процедуры. Шивки (обозначены стрелками) волокон коллагена в поверхностной строме роговой оболочки (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 6000$)

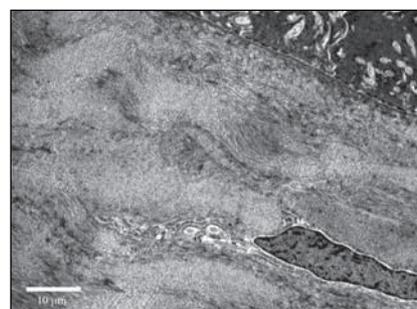


Рис. 11. Электронно-микроскопическая картина участка стромы роговицы кролика контрольной группы через 1 мес. после фемтолазерного формирования кармана (электронная трансмиссионная микроскопия, увеличение $\times 6000$)

Ophthalmologe. – 2010. – Vol. 107. – P. 951-952.

12. *Filippello M., Stagni E., O'Brart D.* Transepithelial corneal collagen crosslinking: bilateral study // J. Cataract Refract. Surg. – 2012. – Vol. 38. – P. 283-291.

13. *Hayes S., O'Brart D.P., Lamdin L.S. et al.* Effect of complete epithelial debridement before riboflavin-ultraviolet-A corneal collagen crosslinking therapy // J. Cataract Refract. Surg. – 2008. – Vol. 34. – P. 657-661.

14. *Hwang J.S., Lee J.H., Wee W.R., Kim M.K.* Effects of multicurve RGP contact lens use on topographic changes in keratoconus // Korean J. Ophthalmol. – 2010. – Vol. 24, № 4. – P. 201-206.

15. *Kennedy R.H., Bourne W.M., Dyer J.A.* A 48-year clinical and epidemiological study of keratoconus // Am. J. Ophthalmol. – 1986. – Vol. 101. – P. 267-273.

16. *Krachmer J.H., Feder R.S., Belin M.W.* Keratoconus and related non-inflammatory corneal thinning disorders // Surv. Ophthalmol. – 1984. – Vol. 28. – P. 293-322.

17. *Koller T., Mrochen M., Seiler T.* Complication and failure rates after corneal crosslinking // J. Cataract Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35. – P. 1358-1362.

18. *Koppen C., Vryghem J.C., Gobin L., Tassignon M.-J.* Keratitis and corneal scarring after UVA/riboflavin cross-linking for keratoconus // J. Refract. Surg. – 2009. – Vol. 25. – P. 819-823.

19. *Leccisotti A., Islam T.* Transepithelial corneal collagen cross-linking in keratoconus // J. Refract. Surg. – 2010. – Vol. 26. – P. 942-948.

20. *Rabinowitz Y.S.* Keratoconus // Surv. Ophthalmol. – 1998. – Vol. 42. – P. 297-319.

21. *Rubinstein M.P., Sud S.* The use of hybrid lenses in management of the irregular cornea // Cont. Lens Anterior Eye. – 1999. – Vol. 22. – P. 87-90.

22. *Spoerl E., Huble M., Seiler T.* Erhöhung der Festigkeit der Hornhaut durch Vernetzung // Ophthalmologe. – 1997. – Vol. 94. – P. 902-906.

23. *Spoerl E., Huble M., Seiler T.* Induction of cross-links in corneal tissue // Exp. Eye Res. – 1998. – Vol. 66. – P. 97-103.

24. *Spoerl E., Schreiber J., Hellmund K.* Untersuchungen zur Verfestigung der Hornhaut am Kaninchen // Ophthalmologe. – 2000. – Vol. 97. – P. 203-206.

25. *Wollensak G., Iomdina E.* Biomechanical and histological changes after corneal crosslinking with and without epithelial debridement // J. Cataract Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35. – P. 540-546.

26. *Wollensak G., Spoerl E., Reber F., Seiler T.* Keratocyte cytotoxicity of riboflavin/UVA-treatment in vitro // Eye (Lond.). – 2004. – Vol. 18. – P. 718-722.

27. *Wollensak G., Spoerl E., Seiler T.* Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus // Am. J. Ophthalmol. – 2003. – Vol. 135. – P. 620-627.

28. *Wollensak G., Spoerl E., Seiler T.* Stress-strain measurements of human and porcine corneas after riboflavin-ultraviolet-A-induced cross-linking // J. Cataract Refract. Surg. – 2003. – Vol. 29. – P. 1780-1785.

Поступила 13.08.2014

КНИГИ

Под редакцией профессора В.Г. Копаевой

Глазные болезни. Основы офтальмологии

М.: «Медицина», 2012. – 552 с. Выпуски предыдущих изданий – 2002 и 2008 гг.

Учебник издан в рамках Федеральной целевой программы «Культура России» при поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям, рекомендован Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармакологическому образованию РФ в качестве учебника для студентов медицинских ВУЗов.

В создании учебника принимали участие педагоги и ученые ведущих учебных и научных институтов России. В учебнике систематизированы современные данные по истории офтальмологии, по эмбриологии, анатомии, физиологии органа зрения и физиологической оптике. Для удобства изучения болезней использован общепринятый, соответствующий программе высшей школы, анатомический принцип описания тонкой структуры отдельных частей глаза вместе с клиническими симптомами глазной патологии. Кроме того, имеется глава с кратким описанием строения орбиты, всего глазного яблока и его придаточного аппарата, кровоснабжения, иннервации, звеньев зрительного пути и зрачкового рефлекса. Представлены специальные методы исследования органа зрения и современные методы лечения заболеваний глаз. Отражены новые организационные формы и новые принципы консервативного и хирургического лечения с использованием современных лазерных, биологических и физических факторов воздействия, введен новый раздел о компьютерном зрительном синдроме.

За последние 10 лет учебник стал базовым для лечебных факультетов медицинских ВУЗов не только в России, но и в странах СНГ, настольным справочным пособием для практикующих врачей-офтальмологов.

Учебник можно приобрести в издательстве «Медицина»: Телефон: 8 499 264 93 83

