

Использование фемтосекундного лазера VisuMax для проведения кросслинкинга роговичного коллагена

И.В. Богуш, К.Ю. Краснер, Р.Ш. Садрутдинов, К.Б. Бурилов, С.А. Карпеев, В.В. Черных
ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России,
Новосибирский филиал

РЕФЕРАТ

Актуальность. Кросслиндинг роговичного коллагена является способом лечения прогрессирующего кератоконуса, в результате которого происходит «уплотнение» или увеличение прочности стромы роговицы. Высокие функциональные результаты и сокращенные сроки послеоперационного периода у пациентов при проведении кросслинкинга с использованием фемтосекундного лазера определяют перспективы дальнейшего изучения данного направления.

Цель. Изучить условия и применить метод фемтокросслинкинга на основе стандартных опций формирования лоскута на фемтолазерной установке VisuMax.

Материал и методы. Под нашим наблюдением находилось 20 пациентов с прогрессирующим кератоконусом (20 глаз), которым проводилась операция фемтокросслинкинга роговичного коллагена с использованием фемтолазера VisuMax. Все пациенты проходили стандартное предоперационное офтальмологическое обследование (визометрия, тонометрия, кераторефрактометрия, пахиметрия, кератотопография). Факт прогрессирования кератоконуса был установлен на основании динамического наблюдения не менее 6 мес.

Офтальмохирургия. 2020;1: 14–17.

Результаты. Особенности метода фемтокросслинкинга роговичного коллагена на фемтолазерной установке VisuMax являются: 1) расширение ножки лоскута в операционных настройках (угловой размер перешейка увеличен до 320°); 2) формирование с помощью фемтолазера кругового роговичного кармана параллельно передней поверхности и одного дугообразного роговичного разреза с параметрами глубины 140–160 мкм, диаметром кармана и дугообразного разреза 7,9–8,7 мм. У всех пациентов (20 глаз, 100%) была достигнута стабилизация эктатического процесса через 6 и 12 мес. наблюдения.

Выводы. Определены условия для применения лазерной установки VisuMax (Carl Zeiss) по программе «FLAP» в операции фемтокросслинкинга роговичного коллагена. Преимущество данного метода заключается в упрощении классического способа выполнения кросслинкинга и повышении его эффективности.

Ключевые слова: кросслиндинг роговичного коллагена, прогрессирующий кератоконус, фемтосекундный лазер, фемтосекундный кросслиндинг, VisuMax. ■

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

ABSTRACT

Femtosecond laser VisuMax application for corneal collagen crosslinking

I.V. Bogush, K.Y. Krasner, R.Sh. Sadrutdinov, K.B. Burilov, S.A. Karpeev, V.V. Chernykh

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, the Novosibirsk Branch, Novosibirsk

Introduction. Corneal collagen crosslinking is a treatment method of advanced keratoconus, improving a «compaction» thickness or increasing a strength of corneal stroma. The high functional results and the shortened postoperative periods in patients during crosslinking using a femtosecond laser determine the prospects for a further study of this trend.

Purpose. To study the conditions and to apply the femtocrosslinking method based on the standard flap formation options using the VisuMax femtolasers device.

Material and methods. There were 20 patients under our observation with progressive keratoconus (20 eyes) who underwent

femto cross-linking of corneal collagen using a VisuMax femto-laser. All patients were examined using the standard preoperative ophthalmologic methods (visometry, tonometry, keratorefractometry, pachymetry, keratopography). The fact of progression of keratoconus was established on the basis of dynamic follow-up for at least 6 months.

Results. Features of the method of femto-cross-linking of corneal collagen using the VisuMax are: 1) extension of the flap leg in the operating settings (the angular size of the bridge increased to 320°); 2) formation of the circular corneal pocket parallel to the front surface via the femto-laser and one arcuate corneal incision depth of 140–160 μm, and the diameter of the pocket and the arcuate cut – 7.9–8.7 mm.



All patients (20 eyes, 100%) were achieved the stabilization of ecstastic process within the follow-up period of 6 and 12 months.

Conclusion. The conditions for the use of a laser installation VisuMax (Carl Zeiss) using the «FLAP» program in the operation of corneal collagen femtocrosslinking have been determined. The advantage of this method is to simplify the classical way of doing cross-linking and increase its

effectiveness. Promising is the further study of technology, dynamic control over patients and long-term results.

Key words: corneal collagen crosslinking, progressive keratoconus, femtosecond laser, femtosecond crosslinking, VisuMax. ■

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

Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2020;1: 14–17.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Кератоконус – это, как правило, прогрессирующее дегенеративное заболевание роговицы, при котором происходит постепенное истончение стромы роговицы и ее центральная деформация, которая характеризуется конусовидной формой роговицы, появлением миопии и нерегулярного астигматизма со снижением зрения. Заболевание возникает в молодом, работоспособном возрасте и нередко приводит к инвалидизации. Это заболевание может быть первичным, генетически обусловленным, либо вторичным, являющимся одним из наиболее серьезных осложнений рефракционной хирургии.

Патогенетически обоснованным способом предотвращения дальнейшего прогрессирования кератоконуса является кросслиндинг роговичного коллагена [1, 2] с помощью раствора фотосенсибилизатора и облучения роговицы ультрафиолетом А. Дрезденский протокол, описанный Wollensak et al. предусматривает скарификацию эпителия, 30-минутную аппликацию 0,1% раствора рибофлавина с последующим 30-минутным облучением ультрафиолетом А с длиной волны 370 нм и мощностью 3 мВт/см² (5,4 J/см²) [3].

Для стабилизации патологического процесса при кератоконусе широко используется кросслиндинг (сшивка) роговичного коллагена [4–6], в результате которого происходит «уплотнение» или увеличение прочности структурных элементов стромы роговицы [7, 8].

Противопоказаниями к проведению кросслинкинга являются толщина роговицы менее 400 мкм, эпизод герпетической инфекции в анамнезе, выраженное рубцевание или помутнение, низкая скорость эпителизации, патология иммунной системы, беременность и грудное вскармливание [9–11].

Наряду с «поверхностным» насыщением роговицы фотосенсибилизатором (трансэпителиальный кросслиндинг) [12–15] существует альтернативный способ формирования роговичного «кармана» фемтосекундным лазером для введения рибофлавина без скарификации. Фемтосекундный лазер стал активно применяться для формирования «туннелей» и «карманов» в строге роговицы [16] для введения рибофлавина [17–20]. Данный подход позволяет сократить сроки послеоперационного периода, является эффективным методом лечения прогрессирующего кератоконуса.

Относительно применения других фемтосекундных лазеров, у лазерной установки VisuMax отсутствует специализированная программа для проведения кросслинкинга роговичного коллагена. Нами была подана заявка на патент «Способ лечения прогрессирующего кератоконуса» № 2017140603 (приоритет от 22.11.2017 г.).

ЦЕЛЬ

Изучить условия и применить метод фемтокросслинкинга на основе стандартных опций формирования лоскута на фемтолазерной установке VisuMax.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под нашим наблюдением находилось 20 пациентов с прогрессирующим кератоконусом (20 глаз), которым проводилась операция фемтокросслинкинга роговичного коллагена с использованием фемтолазера VisuMax. Все пациенты проходили стандартное предоперационное офтальмологическое обследование (визометрия, тонометрия, кераторефрактометрия, пахиметрия, кератотопография). Факт прогрессирования кератоконуса был установлен на основании динамического наблюдения не менее 6 мес.

После местной анестезии накладывали блефаростат и выполняли контакт роговицы глаза пациента с индивидуальным интерфейсом, надетым на конус рабочей части лазерной установки, с последующим включением вакуумного удержания контакта. При достижении достаточного уровня вакуума с помощью фемтосекундной лазерной установки VisuMax формировали круговой роговичный карман параллельно передней поверхности и один дугообразный роговичный разрез со следующими топографическими параметрами: глубина 140–160 мкм, в зависимости от исходной толщины роговицы, диаметр кармана и дугообразного разреза 7,9–8,7 мм, угловой размер перешейки 320°, положение перешейки 270°, угол вертикального вреза 90°, протяженность дугообразного разреза 2,8–3,0 мм. После

Для корреспонденции:

Краснер Кристина Юрьевна, врач-офтальмолог
ORCID ID: 0000-0002-1921-8072
E-mail: k.krasner@mntk.nsk.ru

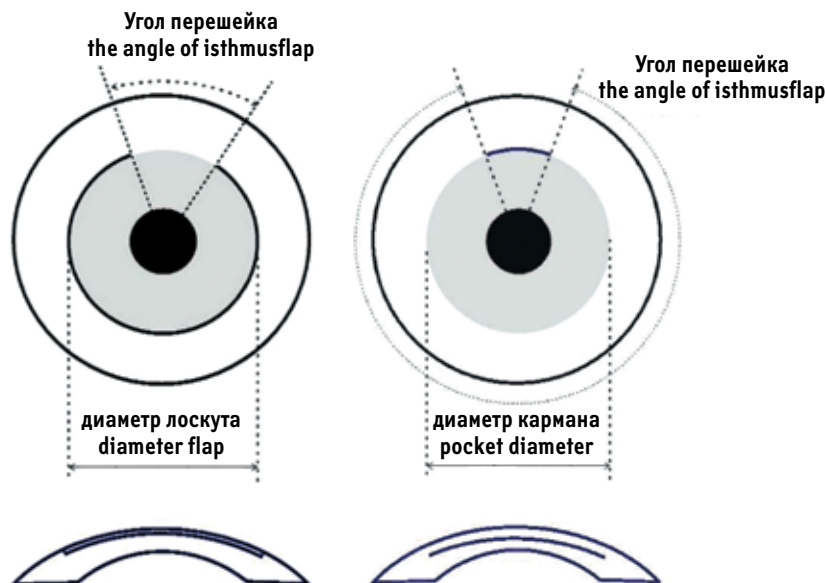


Рис. 1. Схема формирования эпителиально-стромального лоскута

Fig. 1. The scheme of formation of epithelial-stromal flap

Рис. 2. Схема формирования роговичного кармана и дугообразного разреза

Fig. 2. The scheme of formation of a corneal pocket and a curved cut

снятия индивидуального интерфейса изогнутым шпательом через дугообразный разрез производили расслоение роговицы в пределах сформированного кармана. Пространство кармана заполняли раствором «Декстралинк» (0,1% раствор рибофлавина) с помощью шприца с канюлей на 15–20 минут.

Затем с помощью системы УФ-излучения UV-X 1000 производили облучение роговицы лучом ультрафиолетового света с длиной волны 365 нм в течение 30 минут. Каждые 2 минуты дополнительно на роговицу наносили каплю раствора «Декстралинк». После автоматического выключения излучателя пространство кармана в роговице отмывали от фотосенсибилизатора физиологическим раствором, накладывали бандажную контактную линзу на 1 сутки с инстилляцией противовоспалительных капель в конъюнктивальный мешок. В послеоперационном периоде закапывали кортикостероиды в течение 3-х недель 3 раза в день, а также антибиотики в течение первой недели.

На *рисунке 1* представлена схема формирования эпителиально-стромального лоскута при операции

ФемтоЛасик по программе «FLAP» на лазерной установке VisuMax, где: α – угловой размер перешейка, 55° , d – диаметр формирования эпителиально-стромального лоскута 7,9–8,7 мм.

На *рисунке 2* представлена схема формирования роговичного кармана и дугообразного разреза по программе модифицированных настроек «FLAP» на лазерной установке VisuMax, где: α – угловой размер перешейка (увеличен до 320°), d – диаметр кармана и дугообразного разреза (остался прежний 7,9–8,7 мм).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Нами проведена фемтодиссекция роговицы на лазерной установке VisuMax (Carl Zeiss) по программе «FLAP», что позволяет расширить функциональные возможности лазерной установки. У всех пациентов (20 глаз, 100%) была достигнута стабилизация эктатического процесса через 6 и 12 мес. наблюдения.

Особенностями работы с программным обеспечением являлись:

1) расширение ножки лоскута в операционных настройках (угловой

размер перешейка увеличен до 320°), предназначенных для формирования эпителиально-стромального лоскута в стандартной операции ФемтоЛасик на лазерной установке VisuMax;

2) формирование с помощью фемтолазера кругового роговичного кармана параллельно передней поверхности и одного дугообразного роговичного разреза со следующими топографическими параметрами: глубина 140–160 мкм, в зависимости от исходной толщины роговицы, диаметр кармана и дугообразного разреза 7,9–8,7 мм, угловой размер перешейка 320° , положение перешейка 270° , угол вертикального разреза 90° , протяженность дугообразного разреза 2,8–3,0 мм, что позволяет упростить способ и в меньшей степени травмировать каркас роговицы.

Техническим результатом, достигаемым при использовании предлагаемого метода, является упрощение стандартного алгоритма [1–3] выполнения кроссликинга и облегчение послеоперационного периода для пациента благодаря отсутствию дезэпителизации.

ОБСУЖДЕНИЕ

Применение лазерной установки VisuMax в операции фемтокроссликинга роговичного коллагена относительно классической методики с дезэпителизацией [1–3] позволяет облегчить послеоперационный период для пациента и сократить время операции за счет легкой, контролируемой через микроскоп центрации интерфейса на роговице, быстрого процесса фемтодиссекции и выполнения последующих этапов операции без перемещения пациента на другой операционный стол, оборудованный операционным микроскопом.

ВЫВОДЫ

В данной работе определены условия для применения лазерной установки VisuMax (Carl Zeiss) с ис-

пользованием программы «FLAP» в операции фемтокреслинking роговичного коллагена.

Перспективным является дальнейшее изучение технологии, динамический контроль над пациентами и отдаленными результатами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mohammed Z, Allon B, Neda S et al. ASCRS Cornea Clinical Committee. Reshaping procedures for the surgical management of corneal ectasia. J. Cataract. Refract. Surg. 2015;41: 842–72. doi.org/10.1016/j.jcrs.2015.03.010.
2. Cresta FB, Cresta ML, Alves MR. Corneal collagen cross-linking. E-Oftalmo. CBO. 2017;3: 1–6. doi.org/10.17545/e-oftalmo.cbo/2017.92.
3. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. Am J. Ophthalmol. 2003;135: 620–7. doi.org/10.1016/s0002-9394(02)02220-1.
4. Koller T, Pajic B, Vinciguerra P, et al. Flattening of the cornea after collagen crosslinking for keratoconus. J. Cataract. Refract. Surg. 2011;37: 1488–92. doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.03.041.
5. Randleman JB, Khandelwal SS, Hafezi F. Corneal cross-linking. J. Surv. Ophthalmol. 2015;60: 509–23. doi.org/10.1016/j.survophthal.2015.04.002.
6. Vinciguerra P, Randleman JB, Romano V, et al. Transepithelial to phoresis corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus: initial clinical outcomes. J. Refract. Surg. 2014;30: 746–753. doi.org/10.3928/1081597X-20141021-06.
7. Kohlhaas M, Spoerl E, Schilde T, et al. Biomechanical evidence of the distribution of cross-links in corneas treated with riboflavin and ultraviolet a light. J. Cataract. Refract. Surg. 2006;32: 279–83. doi.org/10.1016/j.jcrs.2005.12.092.
8. 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;29(9): 1780–5.
9. Alhayek A, Lu PR. Corneal collagen crosslinking in keratoconus and other eye disease. Int. J. Ophthalmol. 2015;18: 407–18. doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2015.02.35.
10. Raiskup F, Spoerl E. Corneal crosslinking with riboflavin and ultraviolet A. Part II. Clinical indications and results. J. Ocul. Surf. 2013; 11: 93–108. doi.org/10.1016/j.jtos.2013.01.003.
11. Vinciguerra P, Albe E, Trazza S, et al. Refractive, topographic, tomographic and aberrometric analysis of keratoconic eyes undergoing corneal cross-linking. J. Ophthalmology. 2009;116: 369–78. doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.09.048.
12. Eljarrat-Binstock E, Domb AJ. Iontophoresis: a non-invasive ocular drug delivery. J. Control Release. 2006;110: 479–89. https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2005.09.049.
13. Leccisotti A, Islam T. Transepithelial corneal collagen cross-linking in keratoconus. J. Refract. Surg. 2010;26: 942–8. doi.org/10.3928/1081597X-20100212-09.
14. Samaras K, O'Brart D, Douth J, et al. Effect of epithelial retention and removal on riboflavin absorption in porcine corneas. J. Refract. Surg. 2009;25: 771–5. doi.org/10.3928/1081597X-20090813-03.
15. Sarkar J, Chaudhary S, Namavari A, et al. Corneal neurotoxicity due to topical benzalkonium chloride. J. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2012;53(4): 1792–802. doi.org/10.1167/jovs.11-8775.
16. Краснер К.Ю., Бурилов К.Б., Черных Д.В. и др. Рефракционная операция Relex Smile у пациента после циркуля с миопической рефракцией (клинический случай). Практическая медицина. 2018;16: 140–3. [Krasner KU, Burilov KB, Chernykh DV, et al. Relex Smile refractive operation in a patient after scleral buckle with myopic refraction (clinical case). Prakticheskaya medicina. 2018;16: 140–3. (In Russ.)] doi.org/10.32000/2072-1757-2018-16-5-140-143.
17. Летникова К.Б., Ханджан А.Т., Оганесян О.Г. и др. Фемтосекундный кросслинking роговичного коллагена в лечении пациентов с прогрессирующим кератоконусом I-II стадии. Соврем. технол. мед. 2016;1: 128–33. [Letnikova KB, Khandjan AT, Oganesyans OG, et al. Femtosecond crosslinking corneal collagen in treatment of patients with progressive keratoconus stages I-II. Sovrem. tekhnol. med. 2016;1: 128–33. (In Russ.)] doi.org/10.17691/stm2016.8.1.17.
18. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Зотов В.В. и др. Сравнительное исследование влияния фемтокреслинkingа на биомеханические свойства роговицы в эксперименте. Фундаментальные исследования. 2015;1: 1218–9. [Pashtayev NP, Pozdeeva NA, Zotov VV, et al. Comparative evaluation of different corneal crosslinking techniques with respect to biomechanical stability of the cornea. Fundamentalnye issledovaniya. 2015;1: 1218–9. (In Russ.)] doi.org/10.17116/oftalma2016132238-46.
19. Dong Z, Zhou X. Collagen cross-linking with riboflavin in a femtosecond laser-created pocket in rabbit corneas: 6-month results. Am J. Ophthalmol. 2011;152: 22–7. doi.org/10.1016/j.ajo.2011.01.010.
20. Wollensak G, Hammer CM, Spor E, et al. Biomechanical efficacy of collagen crosslinking in porcine cornea using a femtosecond laser pocket. J. Cornea. 2014;33(3): 300–5. doi.org/10.1097/ICO.0000000000000059.

Поступила 18.03.2019

КНИГИ



Шпак А.А.

«Оптическая когерентная томография: проблемы и решения»

Оптическая когерентная томография: проблемы и решения / Шпак А.А. – М.: Офтальмология, 2019. – 148 с.: ил.

В книге рассмотрены основные проблемы, возникающие при оценке количественных результатов измерений, выполняемых методом оптической когерентной томографии. Освещены вопросы точности, повторяемости и воспроизводимости измерений. Изложены принципы сопоставления с нормативными базами данных и дан сравнительный анализ нормативных баз на приборах для оптической когерентной томографии разных производителей. Выработаны рекомендации по оценке измерений оптической когерентной томографии у детей и подростков и у пациентов с аномалиями рефракции. Изучена роль артефактов оптической когерентной томографии и предложена их рабочая классификация.

Книга предназначена для врачей-офтальмологов, специалистов в области оптической когерентной томографии.

Адрес издательства «Офтальмология»:
127486, Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.
Тел.: 8 (499) 488-89-25. Факс: 8 (499) 488-84-09.
E-mail: publish_mntk@mail.ru