

Состояние роговой оболочки в отдаленном периоде после передней радиальной кератотомии



Н.В. Пасикова

ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ»
ул. Пушкина, 90, г. Уфа, 450008, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(1):38–42

Цель: изучить состояние роговицы глаза пациентов после передней радиальной кератотомии (ПРК) в отдаленные (более 20 лет) сроки наблюдения. **Пациенты и методы.** Обследовано 80 человек (147 глаз) в возрасте от 41 до 65 лет, которым ПРК была выполнена в среднем $23,9 \pm 1,9$ года назад. Количество кератотомических рубцов варьировало от 6 до 18. На 125 глазах была проведена радиальная кератотомия, на 22 — радиально-тангенциальная, на 3 глазах — повторная радиальная кератотомия по поводу остаточной миопии средней степени. Офтальмологическое обследование пациентов включало общепринятые методики. **Результаты.** В 76,2% случаев в центральной части роговицы были обнаружены скопления гемосидерина; в 63,3% — признаки интраоперационных микро- и макроперфораций, которые проходили через все слои роговой оболочки, захватывая десцеметову мембрану и эндотелий, что явилось причиной снижения плотности эндотелиальных клеток. В 2,7% случаев имелся субэпителиальный фиброз; в 9,5% присутствовали признаки посткератотомической кератэктазии с преобладанием сложных гиперметропических и смешанных форм астигматизма; в 21,8% случаев при эндотелиальной микроскопии выявлены «темные зоны», которые в сочетании с плеоморфизмом и полимегатизмом свидетельствовали об уменьшении функциональных резервов эндотелия у пациентов после передней радиальной кератотомии. **Вывод:** к особенностям состояния роговой оболочки после ПРК в отдаленном периоде следует отнести скопление гемосидерина в оптической части роговицы, признаки интраоперационных перфораций в зоне кератотомических рубцов, субэпителиальный фиброз, посткератотомическую кератэктазию, снижение плотности эндотелиальных клеток, плеоморфизм, полимегатизм, «темные зоны», обнаруженные при эндотелиальной микроскопии.

Ключевые слова: передняя радиальная кератотомия, роговица, биомикроскопия, кератотомические рубцы, отдаленный период

Для цитирования: Пасикова Н.В. Состояние роговой оболочки в отдаленном периоде после передней радиальной кератотомии. *Офтальмология*. 2018;15(1):38–42. DOI: 10.18008/1816-5095-2018-1-38-42

Прозрачность финансовой деятельности: Автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует

Long Term Follow-up of the Corneal State after Anterior Radial Keratotomy

N.V. Pasikova

Ufa Eye Research Institute
Pushkin str., 90, Ufa, 450008, Republic of Bashkortostan, Russia

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2018;15(1):38–42

Purpose: to investigate the cornea condition in the patients after anterior radial keratotomy in long-term (over 20 years) period. **Patients and methods.** The study involved 80 patients (147 eyes) aged from 41 to 65 years, who had keratotomy in average 23.9 ± 1.9 years ago. The number of keratotomy scars varied from 6 to 18. Radial keratotomy was performed in 125 eyes, in 22 eyes — radial and tangential keratotomy, repeat radial keratotomy about residual moderate myopia was performed in 3 eyes. Ophthalmologic examination of patients included conventional techniques. **Results.** In 76.2% of cases in the corneal optical zone were observed accumulation of hemosiderin; in 63.3% — signs of intraoperative micro- and macroperforations, going through all cornea



Н.В. Пасикова

layers, capturing the Descemet membrane and the endothelium, leading to a decrease in the density of endothelial cells. There was subepithelial fibrosis in 2.7% cases; the signs of postkeratotomic keratectasia with expressed refractive disorders and prevalence of hyperopic complex or mixed forms of astigmatism were in 9.5%; during the endothelial microscopy in 21.8% of cases «dark zones» were revealed. It in combination with pleomorphism and polimegatizm indicates a decrease of endothelial functional reserve in patients after anterior radial keratotomy. **Conclusions.** The special features of the cornea state oafter keratotomy in the long term are including the accumulation of hemosiderin in the corneal optical zone, the signs of intraoperative perforation in the area of keratotomy scars, subepithelial fibrosis, postkeratotomy keratectasia, reducing of the density of endothelial cells, pleomorphism, polimegatizm, «dark zones» found at endothelial microscopy.

Keywords: anterior radial keratotomy, cornea, biomicroscopy, keratotomy scars, distant period

For citation: Pasikova N. V. Long Term Follow-up of the Corneal State after Anterior Radial Keratotomy. *Ophthalmology in Russia.* 2018;15(1):38–42. DOI: 10.18008/1816-5095-2018-1-38-42

Financial Disclosure: The author has no a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

Актуальность. С середины XX века одним из самых распространенных методов коррекции миопии и миопического астигматизма стала передняя радиальная кератотомия (ПРК). Техника операции заключалась в нанесении несквозных (до 90–95% глубины стромы) радиальных надрезов роговицы, в результате этого наступало необратимое изменение ее преломляющей силы. Под действием внутриглазного давления периферический ослабленный отдел роговой оболочки «выбухал», а центральный — уплощался [1]. С помощью компьютерной программы на основе индивидуальных оптометрических параметров глаза проводились расчеты параметров вмешательства (количество и глубина радиальных надрезов, расположение, длина и глубина тангенциальных надрезов, диаметр центральной оптической зоны). Операции выполнялись с использованием стандартного набора разметчиков и алмазных ножей для кератотомии с микрометрической подачей лезвия. Технология повторной кератотомии при гипоеффекте от первой операции, причиной которого являлась недостаточная глубина просечения ткани, предусматривала углубление радиальных надрезов по старым рубцам с максимальным прорезанием стромы роговицы

К настоящему времени в научной литературе освещены рефракционные результаты ПРК как в ближайшие [2–4], так и отдаленные [5, 6] сроки наблюдения. Однако остается открытым вопрос о состоянии роговицы пациентов после ПРК в пе-

риод более 20 лет после операции, что обуславливает актуальность данной проблемы. Цель: изучить состояние роговицы глаза пациентов, оперированных методом передней радиальной кератотомии, в отдаленный (более 20 лет) срок наблюдения. Пациенты и методы. Было обследовано 80 человек (147 глаз). Средний возраст пациентов составил $52,3 \pm 5,3$ года (от 41 до 65 лет), давность ПРК — $23,9 \pm 1,9$ года (от 18 до 30 лет), возраст на момент выполнения ПРК — $28,5 \pm 5,3$ года (от 23 до 35 лет). Количество кератотомических рубцов варьировало от 6 до 18. На 125 (85%) глазах была проведена радиальная кератотомия, на 22 (15%) — радиально-тангенциальная. На 3 (2%) глазах была выполнена повторная радиальная кератотомия по поводу остаточной миопии средней степени. В комплекс офтальмологического обследования пациентов включали авторефрактокератометрию, визометрию, тонометрию, пахиметрию, корнеотопографию, биометрию, эндотелиальную и конфокальную микроскопию, биомикроскопию, прямую офтальмоскопию. Результаты и обсуждение. При биомикроскопическом исследовании у пациентов отмечались нарушения технологии выполнения ПРК, рекомендованной разработчиками: искривленный ход кератотомических надрезов, разная длина надрезов, уменьшение центральной оптической зоны вследствие захождения надрезов в зону менее 3 мм, неточное расположение центральной зоны, свободной от надрезов. В ряде случаев надрезы затрагивали

краевую петлистую сеть у лимба, что приводило к появлению новообразованных сосудов по ходу рубцов. Сформировавшиеся рубцы на месте надрезов отличались значительным полиморфизмом по ширине, оптической плотности, четкости краев, заметности, встречались варианты с расхождением и удвоением рубцов с расширенной эпителиальной пробкой между краями рубцов.

Конфокальная микроскопия выявила хаотичное строение соединительной ткани и произвольно-неравномерное заполнение волокнами коллагена надрезов на протяжении всей их длины (рис. 1). Частой находкой являлись темные множественные вакуоли различного размера, заполненные жидкостью (эпителиальные кисты). Аналогичные изменения описаны в литературе [7].

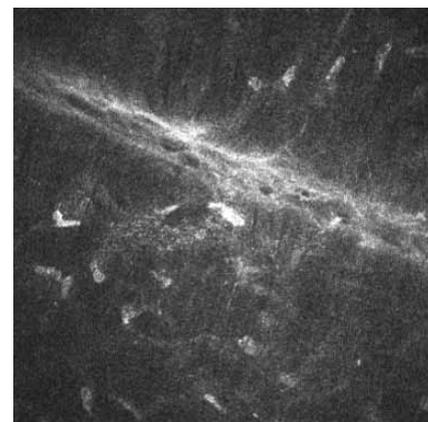


Рис. 1. Конфокальная микроскопия кератотомического рубца

Fig. 1. Confocal microscopy of the keratotomy scar

На 112 (76,2%) глазах в центральной зоне роговицы отмечались скопления гемосидерина (iron lines),

которые имели линейную или звездчатую форму (рис. 2). Согласно литературным данным, возникновению iron lines способствует формирование роговичных неровностей после ПРК и задержка слезной жидкости на поверхности глаза. У здорового человека 100 мл слезы содержит 86 мг гемосидерина. Застаивание слезы в местах, где кривизна передней поверхности роговицы изменена, приводит к аккумуляции гемосидерина в базальных клетках эпителия [8]. В соответствии с теорией лактоферрин-трансферриновых рецепторов [9] повреждение эпителиальных клеток роговицы активирует трансферриновые или лактоферриновые рецепторы, расположенные на их поверхности, что ведет к усилению захвата гемосидерина из слезной жидкости и накоплению его в цитоплазме эпителиальных клеток. Возникновение соединений железа в эпителиальных клетках связано с нарушением обмена веществ, что является следствием стрессорного воздействия на роговицу [9].

Признаки интраоперационных микро- и макроперфораций нами обнаружены на 93 (63,3%) глазах. Они были представлены сквозными белесоватыми рубчиками веретенообразной формы, проходящими через все слои роговицы (рис. 3). Перфорации обуславливали снижение плотности эндотелиальных клеток у пациентов после ПРК [10].

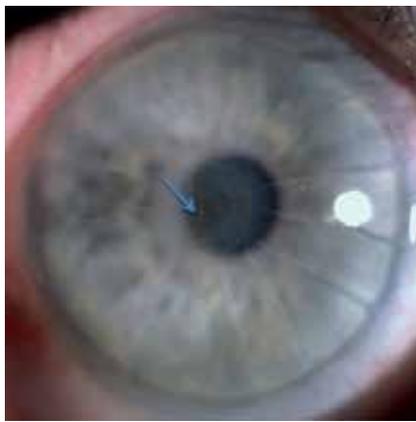


Рис. 2. Отложение соединений железа (указано стрелкой) в оптической зоне роговицы у пациента после ПРК

Fig. 2. The deposition of iron compounds in the cornea optical zone of the patient after anterior radial keratotomy (arrow)

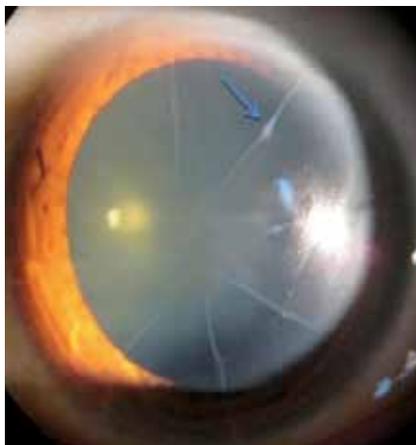


Рис. 3. Интраоперационная перфорация (указано стрелкой) в зоне кератотомического рубца

Fig. 3. Intraoperative perforation in the zone of keratotomy scar (arrow)

На 4 (2,7%) глазах имелся субэпителиальный фиброз, возникновение которого связано с наличием длительное время после операции эпителиальной пробки и активных фибробластов в кератотомических рубцах [7]. По данным гистологических исследований S.M. Patel и соавт., фиброзная пленка, появляясь между эпителиальными клетками роговицы и боуеновой мембраной, начинается над рубцами, постепенно сдвигается к центру и захватывает интактную роговицу, что приводит к снижению зрения [7].

На 14 (9,5%) глазах присутствовали признаки посткератотомической кератэктазии, которые проявлялись значительными нарушениями рефракции с преобладанием сложных гиперметропических и смешанных форм астигматизма, в том числе высоких степеней. На кератотопограммах средние значения преломляющей силы роговицы в вертикальном меридиане составляли $31,30 \pm 3,58 D$, в горизонтальном — $37,02 \pm 4,67 D$. Существенная разница кератометрических показателей в центральной зоне роговицы на протяжении горизонтального меридиана, проходящего через эктазированный участок, свидетельствовала об иррегулярности астигматизма. В верхних секторах преломляющая сила роговицы имела значение в среднем $36,23 \pm 3,78 D$ (от 28,76 до 46,02 D), в нижних — в среднем $33,97 \pm 7,69 D$ (от 27,44 до 52,48 D) (рис. 4).

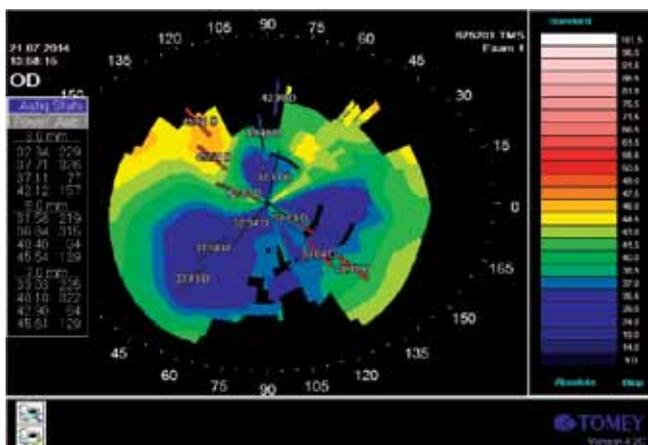


Рис. 4. Кератотопограмма пациента с посткератотомической кератэктазией

Fig. 4. Keratotopogram of a patient with postkeratotomy keratectasia

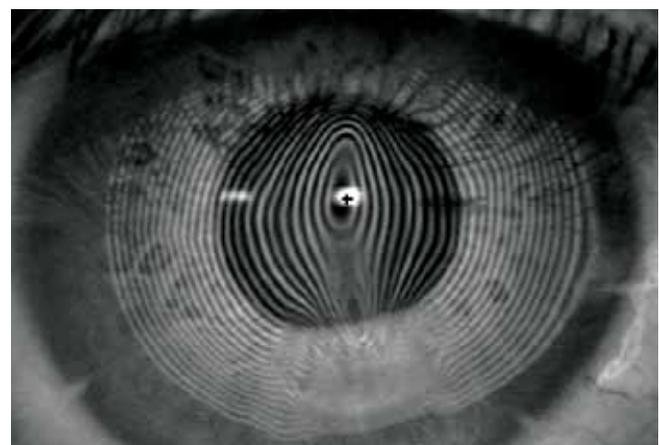


Рис. 5. Деформация колец Плачида у пациента с посткератотомической кератэктазией

Fig. 5. Deformation of the Plachido rings in a patient with postkeratotomy keratectasia

В эктазированной зоне роговицы, которая типично находилась в нижнем отделе, определялся участок протрузии с формированием «валика». Преломляющая сила роговицы на его вершине возрастала и достигала в среднем $40,03 \pm 6,79 D$ (от 28,77 до 61,02 D). Как правило, именно здесь находились разошедшиеся кератотомические рубцы. Кератоскопическая картина протрузии с выраженным искривлением колец Плачида представлена на рис. 5.

Отметим, что, несмотря на существенную деформацию роговицы, половина больных с кератэктазией имела высокую корригированную остроту зрения, поскольку зона деформации находилась ниже оптической оси. В двух случаях некорригированная острота зрения вследствие неправильного астигматизма снизилась до 0,02–0,04 и не поддавалась очковой или контактной коррекции, что привело к профессиональным ограничениям и частичной потере трудоспособности.

Биомикроскопическими особенностями посткератотомической эктазии являлись: плоская центральная зона роговицы и «выбухание» нижних периферических отделов, искривление радиальных рубцов, расхождение непрозрачных краев кератотомических рубцов с прозрачной эпителиальной пробкой между ними (рис. 6). Тангенциальные рубцы имели диастаз краев и широкие эпителиальные пробки в виде проминирующих валиков. На двух глазах радиальные рубцы пересекались тангенциальными, повторные радиальные надрезы были выполнены не по старым рубцам, что расценивалось нами как нарушение технологии выполнения кератотомии.



Рис. 6. Диастаз рубцов с эпителиальной пробкой между их краями у пациента с посткератотомической кератэктазией

Fig. 6. Diastasis of the scars with an epithelial plug between their edges in a patient with postkeratotomy keratectasia

В ходе проведенного исследования у пациентов после ПРК было обнаружено снижение плотности эндотелиальных клеток в среднем до $2208,1 \pm 314,4$ кл./мм², при этом степень потери эндотелия была связана с наличием интраоперационных перфораций в кератотомических рубцах и выше при повторной кератотомии. Морфологические характеристики эндотелия — коэффициент вариабельности размеров клеток и процент гексагональ-

ности — составили в среднем $0,43 \pm 0,06$ (норма 0,25) и $35,2 \pm 5,8\%$ (норма 60–80%), соответственно. Снижение плотности эндотелиальных клеток, плеоморфизм и полимегатизм (рис. 7) являются маркерами низких функциональных резервов эндотелия роговицы у пациентов после ПРК [10].

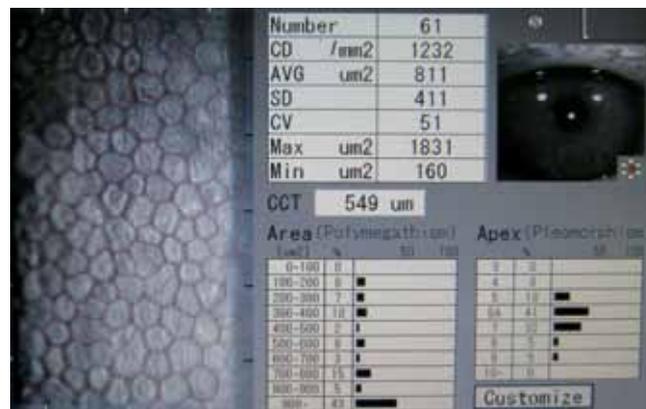


Рис. 7. Низкая плотность эндотелиальных клеток, полимегатизм, плеоморфизм при эндотелиальной микроскопии у пациента после ПРК

Fig. 7. Low endothelial cells density, polymegathism, pleomorphism in endothelial microscopy in a patient after anterior radial keratotomy

С помощью эндотелиальной микроскопии на 32 (21,8%) глазах были выявлены «темные зоны», или guttae (рис. 8), характерные для cornea guttata [11]. Их появление связано с поглощением света при проведении зеркальной биомикроскопии, в то время как от здорового эндотелия он отражается [11].

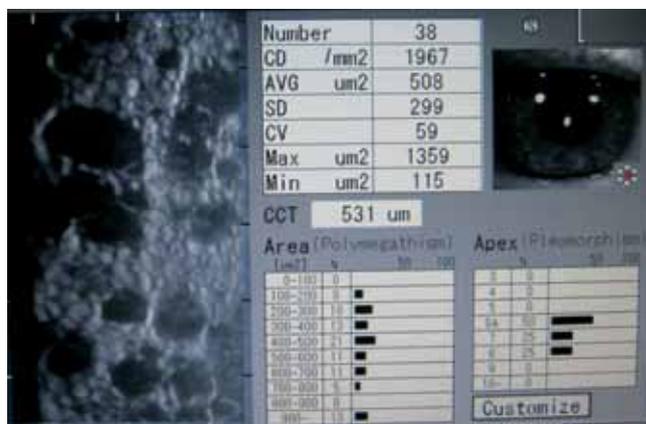


Рис. 8. Низкая плотность эндотелиальных клеток роговицы, «темные зоны» при эндотелиальной микроскопии у пациента после ПРК

Fig. 8. Low endothelial cells density, “dark zones” in endothelial microscopy in a patient after anterior radial keratotomy

При электронной микроскопии «темные зоны» выглядят как грибовидные наросты на задней поверхности десцеметовой оболочки, выступающие в переднюю камеру глаза (рис. 9). А. Chiou и соавт. описывают следующую трансформацию передних слоев роговицы над «темными зонами»: растяжение эндотелиальных клеток, потеря ими своей гексагональной формы, увеличение межклеточного пространства, утолщение в 3–4 раза и расслоение десе-

метовой оболочки [11]. Несмотря на выявленные изменения эндотелия, роговица при биомикроскопическом осмотре сохраняла свою прозрачность.

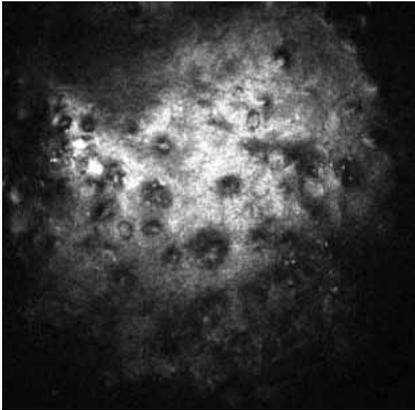


Рис. 9. Конфокальная эндотелиальная микроскопия «темных зон» у пациента после ПРК

Fig. 9. Confocal endothelial microscopy of “dark zones” in the patient after anterior radial keratotomy

ВЫВОД

Проведенное нами исследование позволило выявить некоторые изменения состояния роговой оболочки глаза со сроком давности выполнения передней радиальной кератотомии 20 и более лет. Выявленные особенности представлены скоплениями гемосидерина в оптической части роговицы в 76,2% случаев; признаками интраоперационных перфораций в зоне кератотомических рубцов в 63,3% случаев; субэпителиальным фиброзом в 2,7% случаев; посткератотомической кератэктазией в 9,5% случаев; снижением плотности эндотелиальных клеток, плеоморфизмом, полимегацитизмом; обнаруженными при эндотелиальной микроскопии «темными зонами» в 21,8% случаев.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Fyodorov S.N., Durnev V.V. Operations of dosage dissection of corneal circular ligament in cases of myopia of mild degree. *Ann. Ophthalmol.* 1979;11:1885–1890.
2. Arrowsmith P.N., Marks R.G. Visual, refractive and keratometric results of radial keratotomy. Five-year follow up. *Arch Ophthalmol.* 1989;107:506–511.
3. Sawelson H., Marks R.G. Five-year results of radial keratotomy. *Refract Corneal Surg.* 1989;5(1):8–20.
4. Waring G.O., Lynn M.J., McDonnell P.J. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. *Arch Ophthalmol.* 1994;112(10):1298–1308.
5. Балашевич Л.И., Никулин С.А., Нгакуту М.С. Отдаленные результаты передней радиальной кератотомии. *Офтальмохирургия.* 2005;4:9–11. [Balashevich L.I., Nikulin S.A., Ngakutu M.S. Long-term results of anterior radial keratotomy. *Ophthalmosurgery in Russia=Oftal'mohirurgiya.* 2005;4:9–11. (in Russ.)]
6. Бикбов М.М., Бикбулатова А.А., Пасикова Н.В. Отдаленные рефракционные результаты передней радиальной кератотомии. *Катарактальная и рефракционная хирургия.* 2015;3(15):22–26. [Bikbov M.M., Bikbulatova A.A., Pasikova N.V. Long-term refractive outcomes of anterior radial keratotomy. *Cataractal and Refractive Surgery=Kataraktal'naja i refrakcionnaja hirurgija.* 2015;3(15):22–26. (in Russ.)]
7. Patel S.M., Tesser R.A., Albert D.M., Croasdale C.R. Histopathology of radial keratotomy. *Arch Ophthalmol.* 2005;123:104–105.
8. Steinberg E.B., Wilson L.A., Warning G.O., Lynn M.J., Coles W.H. Stellate iron lines in the corneal epithelium after radial keratotomy. *Am. J. Ophthalmol.* 1984;98:416–421.
9. Loh A. A., Hadziahmetovica M., Dunaief J.L. Iron homeostasis and eye disease. *Biochim. Biophys. Acta.* 2009;1790:637–649.
10. MacRae S.M., Matsuda M., Rich L.F. The effect of radial keratotomy on the corneal endothelium. *Am. J. Ophthalmol.* 1985;100(4):538–542.
11. Chiou A., Kaufman S.C., Beuerman R.W., Toshihiko O, Soliman H., Kaufman H.E. Confocal microscopy in cornea guttata and Fuchs' endothelial dystrophy. *Br. J. Ophthalmol.* 1999;83(2):185–189.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ»
Пасикова Наталья Владимировна
заочный аспирант
ул. Пушкина, 90, Уфа, 450008, Республика Башкортостан

ABOUT THE AUTHOR

Ufa Eye Research Institute
Pasikova Natal'ja V.
Postgraduate
Pushkin str., 90, Ufa, 450008, Republic of Bashkortostan, Russia