



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-123-127>

Применение локального УФА-кросслинкинга при язве роговицы у ребенка. Клинический случай

И.Р. Мамакаева✉, А.В. Плескова, Е.Н. Иомдина, Л.А. Катаргина

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель работы — оценить результаты применения локального ультрафиолетового (УФА) кросслинкинга в комплексном лечении рецидивирующей язвы роговицы у ребенка. Пациент К., 6 лет, находился на лечении в отделе патологии глаз у детей ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» с диагнозом «язва роговицы». Из анамнеза: болен в течение 2 лет, периоды ремиссии чередовались с обострением, при иммунологическом обследовании выявлена сенсibilизация к вирусу простого герпеса I и II типа (IgG = 3,2 при норме < 0,18). Комплексное лечение включало медикаментозную терапию и локальный УФА-кросслиндинг роговицы (7 процедур по 6 мин через день). По данным оптической когерентной томографии (ОКТ) на фоне лечения зафиксирована положительная динамика: уменьшение глубины и площади инфильтрата роговицы. Через месяц после последней процедуры отмечено купирование воспалительного процесса и постепенное восстановление прозрачности роговицы, снижение ее васкуляризации. Через 2 мес зона инфильтрата просветлела на всем протяжении. По ОКТ выявлено постепенное уменьшение толщины инфильтрата и его замещение прозрачной тканью роговицы. **Заключение.** Полученный эффект свидетельствует о значительной перспективности применения локального УФА роговичного кросслинкинга в качестве компонента комплексного лечения кератитов и язв роговицы у детей.

Ключевые слова: роговичный УФА-кросслиндинг; кератит; язва роговицы

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Мамакаева И.Р., Плескова А.В., Иомдина Е.Н., Катаргина Л.А. Применение локального УФА-кросслинкинга при язве роговицы у ребенка. Клинический случай. Российский офтальмологический журнал. 2022; 15 (3): 123-7. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-123-127>

Local corneal UVA crosslinking used for corneal ulcer treatment in a child. A clinical case

Indira R. Mamakaeva✉, Alla V. Pleskova, Elena N. Iomdina, Lyudmila A. Katargina

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
imamakaeva@mail.ru

Purpose: to evaluate the results of corneal ultraviolet (UVA) crosslinking used in the complex treatment of recurrent corneal ulcer in a child. Patient K., 6, was treated in the department of children eye pathology with the diagnosis of corneal ulcer. The case history said the patient was sick for 2 years, periods of remission alternated with exacerbation. Immunological examination revealed sensitization to herpes simplex virus types 1 and 2 (IgG = 3.2 with the norm of < 0.18). The combined treatment included drug therapy and local UVA crosslinking of the cornea (7 procedures per 6 minutes every other day). Optical coherence tomography showed positive changes during treatment: the depth and area of cornea infiltrate became smaller. 1 month after the last procedure, the inflammatory process was stopped and the corneal clarity gradually restored whilst vascular activity became less intense. After 2 months, the infiltrate area became clear throughout. OCT revealed a gradual decrease of the infiltrate thickness and a replacement of the cornea with a transparent tissue. **Conclusion.** Local corneal UV-crosslinking used as part of the complex treatment of keratitis and corneal ulcers in children is a very promising method for implementation in clinical practice.

Keywords: UVA-corneal crosslinking; keratitis; corneal ulcer

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Mamakaeva I.R., Pleskova A.V., Iomdina E.N., Katargina L.A. Local corneal UVA crosslinking used for corneal ulcer treatment in a child. A clinical case. Russian ophthalmological journal. 2022; 15 (3): 123-7 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-123-127>

Кератиты составляют около 9–13 % всех воспалительных заболеваний глаз у детей. В 60–70 % случаев причиной кератитов является герпетическая инфекция, вызванная *herpes simplex*, *herpes zoster* или цитомегаловирусом [1]. Бактериальные, грибковые и токсико-аллергические кератиты встречаются реже. При локализации процесса в центральной зоне роговицы кератит может привести к значительному снижению остроты зрения, вплоть до инвалидизации. В связи с этим весьма актуальным является поиск новых эффективных методов лечения кератитов и восстановления прозрачности роговицы у детей после перенесенного воспалительного процесса.

В последние годы для лечения воспалительных заболеваний роговицы бактериального генеза у взрослых стал применяться кросслинкинг роговичного коллагена, индуцированный ультрафиолетом А-диапазона (УФА) [2–11]. Роговичный кросслинкинг — фотополимеризация стромальных волокон коллагена — является результатом комбинированного влияния фотосенсибилизирующего вещества (раствора рибофлавина — витамина В₂) и УФ-излучения с длиной волны 365–370 нм. Данная технология изначально была разработана для стабилизации процесса кератэктазии при кератоконусе [12] и в настоящее время широко применяется для лечения этого заболевания, в том числе и у детей [13, 14].

Стандартная технология проведения УФА-кросслинкинга роговицы для лечения кератоконуса описана в 2003 г. в Дрезденском протоколе [12]. Оптимальными являются следующие этапы процедуры: предварительное насыщение деэпителизированной роговицы 0,1 % раствором рибофлавина в течение 20–30 мин и последующие его инстилляциии каждые 1–2 мин в течение 30 мин УФА-воздействия при длине волны излучения 370 нм и мощности 3 мВт/см².

В последние годы для лечения кератоконуса и язвенных поражений роговицы стала применяться ускоренная процедура кросслинкинга, при которой снижение продолжительности УФА-облучения (до 5–10 мин) компенсируется пропорциональным повышением его мощности (до 9–10 мВт/см²) [8, 9]. Однако, по мнению ряда авторов, уменьшение времени воздействия при увеличении его мощности не дает такого же результата, как использование стандартного протокола [15, 16]. В то же время недавно сотрудниками ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» совместно с Елатомским приборным заводом было разработано устройство для локального кросслинкинга, позволяющее при короткой продолжительности процедуры (2–7 мин) и мощности, соответствующей Дрезденскому протоколу, получить значительный лечебный эффект при язвах роговицы бактериального генеза [17]. Исследование эффективности локального УФА роговичного кросслинкинга при кератитах у животных, а также при его использовании у ограниченного контингента пациентов с бактериальными язвами затяжного течения показало весьма обнадеживающие результаты [2, 6]. Неоспоримыми преимуществами устройства для локального УФА-кросслинкинга являются компактность, мобильность, удобство применения, а также, что немаловажно в педиатри-

ческой практике, отсутствие необходимости лежачего положения пациента при проведении процедуры.

Данные о применении УФА-кросслинкинга для лечения кератитов и язв роговицы касаются взрослых пациентов [2–5, 7–11, 14–16, 18, 19], соответствующих сообщений об использовании данной технологии у детей в доступной литературе мы не нашли. Кроме того, на сегодняшний день нет единого мнения о возможности применения такого лечения при язвах роговицы на фоне активной вирусной инфекции [20].

В данной работе впервые описано применение локального УФА роговичного кросслинкинга у ребенка с использованием нового устройства.

ЦЕЛЬ работы — оценить результаты применения локального УФА-кросслинкинга роговицы в комплексном лечении рецидивирующего кератита с изъязвлением у ребенка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для оценки состояния глаза в динамике использовали биомикроскопию с фоторегистрацией и флюоресцеиновым тестом, а также оптическую когерентную томографию (ОКТ) переднего отдела глаза. Ребенок местно и системно получал противовоспалительную и кератопротекторную терапию, а также прошел курс лечения методом локального УФА-кросслинкинга роговицы с помощью нового устройства. Использование локального УФА роговичного кросслинкинга для лечения кератитов и язвенных поражений роговицы у детей с помощью нового устройства проводилось на основании разрешения этического комитета ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России (протокол № 56 от 21.10.2021).

Алгоритм проведения процедуры кросслинкинга был следующим. Вначале в течение 20 мин каждые 2 мин проводились инстилляциии 0,1 % раствора рибофлавина по 1–2 капли для насыщения роговицы препаратом. Инстилляциии рибофлавина каждые 30 с продолжались и во время процедуры кросслинкинга. На это время прибор переводился в режим паузы. Процедура проводилась по технологии ери-оп, когда эпителий роговицы не удаляется. Использовалась более низкая, чем в стандартном Дрезденском протоколе, мощность излучения (2 мВт/см²), продолжительность процедуры УФА-воздействия составляла 6 мин и контролировалась управляющим блоком устройства. УФА-кросслинкинг роговицы проводили через день, всего проведено 7 процедур. Во время процедуры ребенок находился в положении сидя, УФА-воздействие осуществляли в ручном режиме и направляли непосредственно на зону изъязвления. Прибор располагали так, чтобы луч падал перпендикулярно зоне дефекта роговицы, на расстоянии 2–3 см от ее передней поверхности (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ребенок К., 6 лет. Соматически здоров. В анамнезе перенесенная ветряная оспа в возрасте 6 мес. Впервые жалобы появились в 2019 г., в возрасте 4 лет, когда на фоне ОРВИ на-



Рис. 1. Проведение локального корнеального УФА-кросслинkinга ребенку с рецидивирующей язвой роговицы
Fig. 1. Local UVA crosslinking procedure performing to the child with recurrent corneal ulcer

блюдалось покраснение правого глаза. Окулистом по месту жительства был диагностирован конъюнктивит. Проводилось стандартное противовоспалительное и кератопротекторное лечение, без эффекта. Отмечалась отрицательная динамика в виде появления светобоязни, слезотечения, усиления гиперемии конъюнктивы. Зрение на ОД снизилось до 0,2 н/к. Проходил стационарное лечение по месту жительства с диагнозом: «ОД — кератouveит неясной этиологии, острое течение». Получал противовоспалительное лечение, противовирусную и антибиотикотерапию. Лечение: дексаметазон, гентамицин, сигницеф, офтальмоферон, кератопротекторы. Острота зрения ОД при выписке составила 0,9 н/к.

Отмечалась положительная динамика: резорбция преципитатов на эндотелии, уменьшился отек эндотелия. Сохранялось дисковидное помутнение роговицы парацентрально на 5 ч. Далее, в течение 1,5 года, жалоб не предъявлял. Однако, со слов мамы, периодически отмечалась гиперемия конъюнктивы, которая купировалась на фоне инстилляций противовоспалительных препаратов и кератопротекторов.

В августе 2021 г. снова на фоне ОРВИ появились жалобы на гиперемию конъюнктивы, слезотечение, светобоязнь. По месту жительства диагностирован рецидивирующий кератит с изъязвлением. На фоне лечения отмечалась кратковременная незначительная положительная динамика с частыми рецидивами каждые 10–14 дней. Сохранялось помутнение роговицы с зоной изъязвления. В доступной нам медицинской документации точных данных о времени возникновения дисковидного помутнения роговицы, а также его размерах и глубине поражения не найдено. Был направлен в ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» для дообследования и лечения.

Клиническая картина при поступлении выглядела следующим образом: острота зрения ОД — 0,9 н/к, ВГД ОД — в норме, при биомикроскопии ОД выявлены отек и гиперемия век, небольшая мацерация век, смешанная инъекция конъюнктивы век и глазного яблока, перикорнеальная

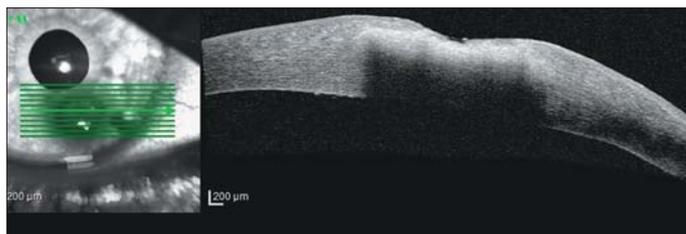


Рис. 2. ОКТ переднего отрезка глаза при поступлении (до проведения УФА-кросслинkinга роговицы)
Fig. 2. OCT of the anterior segment of the eye on admission (before UVA corneal crosslinking)

инъекция средней степени, умеренное количество слизисто-гнойного отделяемого, в парацентральной зоне роговицы дисковидное помутнение с дефектом (изъязвлением) диаметром 3 мм, достигающим до глубоких слоев стромы роговицы, с прорастанием новообразованных сосудов в меридиане 5 ч, эндотелиопатия роговицы. Во влаге передней камеры выявлены воспалительные элементы на 0,5+. Глубже лежащие структуры и среды были без изменений. Оценка клинического состояния по шкале определения степени тяжести язвы роговицы соответствовала 6 баллам [2]. По данным ОКТ переднего отрезка глаза при поступлении толщина роговицы в области дефекта — 869 мкм, толщина роговицы по краям дефекта в горизонтальном срезе — 1053 и 1059 мкм. Толщина инфильтрата — 385 мкм (в зоне дефекта) (рис. 2). Иммунологическое обследование выявило значительное повышение титров IgG к вирусу простого герпеса I и II типа (3,2 при норме < 0,18).

Пациенту была назначена системная и местная противовоспалительная и кератопротекторная терапия в сочетании с УФА-кросслинkinгом роговицы (7 процедур по 6 мин через день).

Изменения в клиническом состоянии глаза были отмечены уже на 7-е сутки (после 3-й процедуры УФА-кросслинkinга). Уменьшилась глубина язвенного дефекта, его размер. В дальнейшем эта тенденция сохранялась.

Состояние глаза при выписке: острота зрения ОД = 0,9 Sph + 0,25 = 1,0. ВГД 12 мм рт. ст. (пневмотонометрия). Глаз спокоен, дефект роговицы уменьшился по площади и глубине, полностью эпителизован, сформировалось дисковидное помутнение роговицы диаметром 1,0 мм, сосуды практически запустились (рис. 3). На ОКТ выявлено уменьшение толщины роговицы в области дефекта до 748 мкм, толщины роговицы по краям дефекта — до 758 и 779 мкм, а также уменьшение толщины инфильтрата до 349 мкм. Передняя камера средней глубины, равномерная, влага прозрачная, глубже лежащие структуры и среды без динамики. Ребенок был выписан под амбулаторное наблюдение.

Осмотр через месяц. Через месяц острота зрения — 1,0. При биомикроскопии глаз спокоен, выявлена положительная динамика в виде формирования кольцевидной зоны «просветления» по краю помутнения. На ОКТ установлено уменьшение толщины роговицы в области дефекта до 559 мкм, толщины роговицы по краям дефекта — до 567 и 639 мкм, уменьшение толщины инфильтрата практически в 2 раза (до 162 мкм) (рис. 4).

Осмотр через 2 мес. Через 2 мес зона инфильтрата просветлела на всем протяжении. По ОКТ выявлено продолженное уменьшение толщины инфильтрата и постепенное замещение прозрачной тканью роговицы. Толщина роговицы в области дефекта уменьшилась до 488 мкм, толщина роговицы по краям дефекта — до 608 и 674 мкм, отмечено также

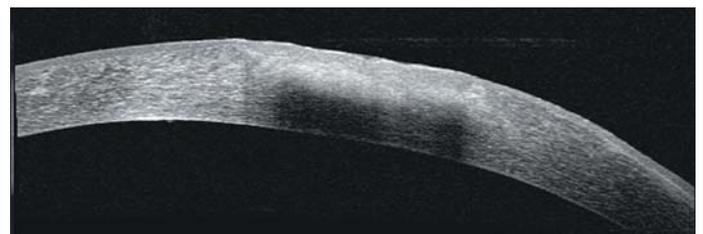


Рис. 3. ОКТ переднего отрезка после 7 процедур УФА-кросслинkinга роговицы
Fig. 3. OCT of the anterior segment after 7 procedure of UVA corneal crosslinking

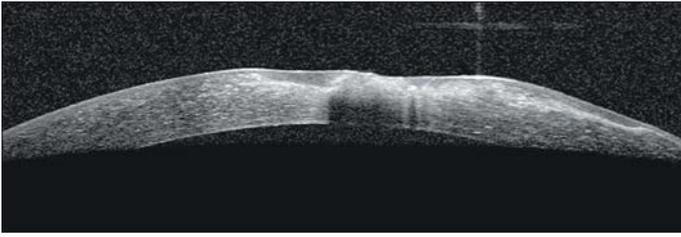


Рис. 4. ОКТ переднего отрезка через месяц после УФА-кросслин-кинга роговицы
Fig. 4. OCT of the anterior segment 1 month after UVA corneal crosslinking



Рис. 5. ОКТ переднего отрезка через 2 мес после УФА-кросслин-кинга роговицы
Fig. 5. OCT of the anterior segment 2 months after UVA corneal crosslinking

незначительное дальнейшее уменьшение толщины инфильтрата — до 152 мкм (рис. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые у ребенка для лечения язвы роговицы был использован новый прибор для локального УФА-кросслинкинга. Лечение язвы роговицы с помощью 7 процедур кросслинкинга на фоне инстилляций 0,1 % раствора рибофлавина длительностью 6 мин с интервалом в один день показало высокую терапевтическую эффективность, обеспечило эпителизацию роговицы с повышением остроты зрения и снизило васкуляризацию роговицы в исходе воспаления. Продолженный эффект сохранялся через 2 мес после курса терапии. Таким образом, данная методика с применением нового устройства для локального корнеального УФА-кросслинкинга открывает значительные перспективы в лечении язвенных поражений роговицы у детей, требует дальнейшего изучения и внедрения в широкую клиническую практику.

Литература/References

1. Colby C., ed. Corneal diseases in children. Challenges and controversies. New York: Springer, 2017.
2. Яни Е.В., Иомдина Е.Н., Позднякова В.В., Голикова В.А., Селиверстова К.Е. Лечение язв роговицы затяжного течения с помощью ультрафиолетового кросслинкинга роговичного коллагена. Клинические случаи. Российский офтальмологический журнал. 2021; 14 (3): 106–12. [Yani E.V., Iomdina E.N., Pozdnyakova V.V., Golikova V.A., Seliverstova K.E. Treatment of protracted corneal ulcers using ultraviolet corneal collagen crosslinking. Clinical cases. Russian ophthalmological journal. 2021; 14 (3): 106–12 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-106-112>
3. Хрипун К.В., Кобинец Ю.В., Данилов П.А. и др. Кросслиндинг роговичного коллагена в лечении кератитов смешанной этиологии: случай успешного применения. Офтальмологические ведомости. 2020; 13 (3): 87–96. [Khripun K.V., Kobinets Y.V., Danilov P.A., et al. Corneal collagen cross-linking in mixed etiology keratitis treatment: a case of successful use. Ophthalmology journal. 2020; 13 (3): 87–96 (in Russian)]. doi: 10.17816/OV26057
4. Каспарова Е.А., Федоров А.А., Ян Б. Клинические результаты модифицированного кросслинкинга в лечении гнойных кератитов и язв роговицы. Вестник офтальмологии. 2020; 136 (3): 64–73. [Kasparova E.A., Fedorov A.A., Yan B. Clinical results of modified crosslinking in the treatment of purulent keratitis and corneal ulcers. Vestnik oftal'mologii. 2020; 136 (3): 64–73 (in Russian)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013603164>
5. Ченцова Е.В., Вериге Е.Н., Макаров П.В., Хазамова А.И. Кросслиндинг в комплексном лечении язв роговицы и трансплантата. Российский офтальмологический журнал. 2017; 10 (3): 93–100. [Chentsova E.V., Verigo E.N., Makarov P.V., Khazamova A.I. Crosslinking in the complex treatment of corneal ulceration and corneal grafting. Russian ophthalmological journal. 2017; 10 (3): 93–100 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2017-10-3-93-100>

6. Нероев В.В., Яни Е.В., Иомдина Е.Н. и др. Лечение язв роговицы с помощью локального ультрафиолетового кросслинкинга (экспериментальное исследование). Российский офтальмологический журнал. 2020; 13 (4): 48–57. [Neroev V.V., Yani E.V., Iomdina E.N., et al. Treatment of corneal ulcers using local ultraviolet crosslinking (experimental study). Russian ophthalmological journal. 2020; 13 (4): 48–57 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-4-48-57>
7. Makdoui K., Mortensen J.C. Infectious keratitis treated with corneal crosslinking. Cornea. 2010; 29 (12): 1353–8. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e3181d2de91>
8. Hafezi F., Randleman J.B. PACK-CXL: defining CXL for infectious keratitis. J. Refract. Surg. 2014; 30: 438–9. <https://doi.org/10.3928/1081597X-20140609-01>
9. Knyazer B., Krakauer Y., Baumfeld Y., et al. Accelerated PACK-CXL for moderate therapy-resistant infectious keratitis. Cornea. 2018; 37: 528–31. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001498>
10. Murchison C.E., Petroll W.M., Robertson D.M. Infectious keratitis after corneal crosslinking: systematic review. J. Cataract Refract. Surg. 2021 Aug 1; 47 (8): 1075–80. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000620
11. Zloto O., Barequet I.S., Weissman A., et al. Does PACK-CXL change the prognosis of resistant infectious keratitis? J. Refract. Surg. 2018 Aug 1; 34 (8): 559–563. doi: 10.3928/1081597X-20180705-01
12. Wollensak G., Spori E., Seiler T. Treatment of keratoconus by collagen crosslinking. J. Ophthalmology. 2003; 100 (1): 44–9. <https://doi.org/10.1007/s00347-002-0700-3>
13. McAnena L., O'Keefe M. Corneal collagen crosslinking in children with keratoconus. JAPOS. 2015; 19: 228–32.
14. Greenstein S.A., Hersh P.S. Corneal crosslinking for progressive keratoconus and corneal ectasia: summary of US Multicenter and Subgroup Clinical Trials. Translational Vision Science & Technology. 2021; 10 (5): 13. doi: 10.1167/tvst.10.5.13
15. Mastropasqua L. Collagen cross-linking: when and how? A review of the state of the art of the technique and new perspectives. Eye and Vision. 2015; 2: 19. doi:10.1186/s40662-015-0030-6
16. Said D.G., Elalfy M.S., Gatzoufas Z., et al. Collagen cross-linking with photoactivated riboflavin (PACK-CXL) for the treatment of advanced infectious keratitis with corneal melting. Ophthalmology. 2014; 121 (7): 1377–82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.01.011>
17. Иомдина Е.Н., Ханджян А.Т., Яни Е.В. и др. Устройство для кросслинкинга роговицы. Патент РФ № 199825 от 22.09.2020, бюл. № 27. [Iomdina E.N., Khandzhian A.T., Yani E.V., et al. Device for corneal crosslinking. Patent RU # 199825, 22.09.2020; bull. 27 (in Russian)].
18. Price M.O., Tenkman L.R., Schrier A., et al. Photoactivated riboflavin treatment of infectious keratitis using collagen cross-linking technology. J. Refract. Surg. 2012; 28 (10): 706–13. doi: 10.3928/1081597X-20120921-06.17
19. Papaioannou L., Miligkos M., Papathanassiou M. Corneal collagen cross-linking for infectious keratitis: a systematic review and Metaanalysis. Cornea. 2016; 35 (1): 62–71.
20. Wróblewska-Czajka E., Nowińska A., Dobrowolski D., Szkodny D., Wylęgała E. A retrospective study of herpetic keratitis in patients with keratoconus after crosslinking surgery. J. Clin. Med. 2021; 10 (12): 2684. doi:10.3390/jcm10122684

Вклад авторов в работу: И.Р. Мамакаева — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; А.В. Плесскова, Е.Н. Иомдина, Л.А. Катаргина — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование.

Author's contribution: I.R. Mamakaeva — concept and design of the study, data collection and processing; A.V. Pleskova, E.N. Iomdina, L.A. Katargina — concept and design of the study, editing of the article.

Поступила: 11.03.2022. Переработана: 15.04.2022. Принята к печати: 20.04.2022

Originally received: 11.03.2022. Final revision: 15.04.2022. Accepted: 20.04.2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногызская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Индира Рахимжановна Мамакаева — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии глаз у детей, ORCID ID 0000-0003-0874-6504

Алла Вячеславовна Плесскова — д-р мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии глаз у детей, ORCID ID 0000-0002-4458-4605

Елена Наумовна Иомдина — д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID ID 0000-0001-8143-3606

Людмила Анатольевна Катаргина — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии глаз у детей, заместитель директора по научной работе, ORCID ID 0000-0002-4857-0374

Для контактов: Индира Рахимжановна Мамакаева,
imamakaeva@mail.ru

Helmholtz National Medical Research Center for Eye Diseases, 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Indira R. Mamakaeva — Cand. of Med. Sci., researcher, department of children's eye pathology, ORCID 0000-0003-0874-6504

Alla V. Pleskova — Dr. of Med. Sci., senior researcher, department of children's eye pathology, ORCID 0000-0002-4458-4605

Elena N. Iomdina — Dr. of Biol. Sci., professor, principal researcher, department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0001-8143-3606

Lyudmila A. Katargina — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of children's eye pathology, deputy director, ORCID 0000-0002-4857-0374

Contact information: Indira R. Mamakaeva,
imamakaeva@mail.ru