

DOI: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2019-3-13-18>
УДК 617.713

Анализ клинической эффективности комбинированного лечения пеллюцидной дегенерации роговицы

И.В. Васильева¹, В.В. Егоров^{1, 2}, А.В. Васильев¹

¹ ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Хабаровский филиал;

² КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» Министерства здравоохранения Хабаровского края

РЕФЕРАТ

Цель. Провести анализ клинической эффективности комбинированного лечения пеллюцидной маргинальной дегенерации роговицы (ПМДР), которое включало в себя имплантацию интрастромальных роговичных сегментов (ИРС) и кросслинкинг роговичного коллагена (КРК).

Материал и методы. Проведен анализ результатов лечения 12 глаз у 7 пациентов с ПМДР. Количество и параметры имплантируемых ИРС определяли с применением собственного способа расчета, основанного на данных кератотопограммы. Через 3 мес. проводилась процедура локального КРК. Срок наблюдения составил 1 год. В процессе наблюдения показатели некорректированной (НКОЗ) и максимально скорректированной (МКОЗ) остроты зрения, сферозэквивалент и цилиндрический компонент субъективной рефракции исследовали в 1-е сутки, через 3 и 12 мес. от начала лечения. В те же сроки анализировались кератотопографические показатели – цилиндрический компонент и максимальная кератометрия и их динамика. Кератопахиметрия и плотность эндотелиальных клеток исследовались до лечения, через 3 и 12 мес. после лечения.

Результаты. В 1-е сутки после имплантации ИРС рефракционный эффект операции варьировал от 7,0 до 10,5 (в среднем 7,6±2,1)

Офтальмохирургия. 2019;3:13–18.

дптр. Через 3 мес. после операции перед проведением КРК отмечалось незначительное, не повлиявшее на функциональные результаты, снижение рефракционного эффекта. После проведения КРК в конце периода наблюдения рефракция роговицы оставалась стабильной.

Повышение НКОЗ в сравнении с исходной в среднем на 0,28±0,09, а МКОЗ на 0,09±0,05 отмечалось уже на 1-е сутки после имплантации ИРС. Через год после начала лечения НКОЗ повысилась на 0,32±0,18, МКОЗ – на 0,32±0,11, они составили соответственно 63,5±17,3 и 83,8±12,5% от ретиальной остроты зрения до лечения. При этом показатели кератопахиметрии и плотности эндотелиальных клеток после проведенного лечения практически не изменились.

Заключение. Проведенный анализ показал высокую эффективность и безопасность комбинированного лечения ПМДР в коррекции рефракционных нарушений, характерных для данного заболевания, что позволило обеспечить повышение остроты зрения оперированных глаз и обеспечить их стабильность в течение 1 года. Отдаленные результаты предложенной методики требуют дальнейшего изучения.

Ключевые слова: интрастромальные роговичные сегменты, пеллюцидная дегенерация роговицы, кератотопография, кросслинкинг роговичного коллагена. ■

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

ABSTRACT

Clinical efficacy of combined treatment of pellucid marginal degeneration

I.V. Vasilieva¹, V.V. Egorov^{1, 2}, A.V. Vasiliev¹

¹ The Khabarovsk Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Khabarovsk;

² The Postgraduate Institute for Public Health Workers, Khabarovsk

Purpose. The analysis of clinical efficacy of combined treatment of pellucid marginal degeneration (PMD), which included the implantation of intrastromal corneal ring segments (ICRS) and corneal collagen cross-linking (CXL).

Material and methods. The analysis of results in the treatment was carried out in 12 eyes of 7 patients with PMD. A quantity and characteristic parameters of the implantable ICRS were determined using

the own method of calculation based on keratotopography data. After 3 months, the procedure of local CXL was performed. The follow-up period was 1 year. In the process of observation the parameters of uncorrected (UCVA) and best corrected (BCVA) visual acuity, spherical equivalent and cylindrical component of subjective refraction were examined on the 1st day, 3 and 12 months after the start of treatment. At the same time the keratotopography data were analyzed – the cylindrical component

and maximum keratometry and their dynamics. Keratopachymetry and endothelial cell density were examined before treatment, and 3 and 12 months after the treatment.

Results. On the 1st day after the ICRS implantation, the refractive effect of operation varied from 7.0 to 10.5D (mean 7.6 ± 2.1). A slightly decrease of refractive effect, which did not affect the functional results, was noted 3 months after operation before CXL. After CXL at the end of the follow-up period, the refraction of the cornea remained stable.

An UCVA increase compared with the baseline by an average of 0.28 ± 0.09 , and for BCVA – by 0.09 ± 0.05 was observed already on the 1st day after the ICRS implantation. One year after beginning of treatment, the UCVA increased by 0.32 ± 0.18 , BCVA – by 0.32 ± 0.11 and amounted respectively $63.5 \pm 17.3\%$ and $83.8 \pm 12.5\%$ of retinal visual acuity before

the treatment. At the same time, the parameters of keratopachymetry and endothelial cell density practically did not change after the performed treatment.

Conclusion. The performed analysis showed a high efficiency and a safety of the combined treatment of PMD in the correction of refractive disorders, characteristic for this disease that allowed an increase in visual acuity of operated eyes and to ensure their stability for 1 year of follow-up period. Long-term results of proposed method require a further study.

Key words: *Intrastromal corneal ring segments, pellucid marginal degeneration, keratotopography, corneal collagen cross-linking.* ■

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

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2019;3:13–18.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Пеллюцидная маргинальная дегенерация роговицы (ПМДР) является редким заболеванием, которое относится к первичным кератэктазиям, имеющим ряд сходных с кератоконусом (К) клинико-анатомических изменений роговицы и рефракционных нарушений [1, 2]. Идентичность локализации и клинических проявлений обоих видов кератэктазий определяет также и ряд общих подходов к их лечению. Для стабилизации патологического процесса в роговице считается оправданным применение кроссликинга роговичного коллагена (КРК), а для коррекции индуцированной аметропии применяется имплантация интрастромальных роговичных сегментов (ИРС) и колец, торических ИОЛ, клиновидная резекция роговицы и различные виды кератопластики [3–12].

При ПДР целесообразность проведения КРК не вызывает каких-либо вопросов, но эффективность его проведения представлена в небольшом количестве отечественных и за-

рубежных работ [3, 6, 9, 12, 13]. Это в основном исследования КРК, проведенного по классической методике. Хотя, на наш взгляд, целесообразность методики локального КРК, предложенной Анисимовым С.И. с соавт., при ПДР достаточно очевидна, учитывая топиичность патологического процесса в роговице при данном заболевании [14].

Что касается коррекции аметропии путем имплантации ИРС при данной патологии, она имеет определенные трудности. Так, в отличие от К, сложность имплантации ИРС при ПМДР обусловлена отсутствием номограмм для расчета количества и параметров сегментов, оптимальных для достижения максимального рефракционного эффекта при данной форме эктазии.

В соответствии с личным опытом лечения ПМДР некоторые авторы рекомендуют имплантировать один сегмент длиной 160° или 210° градусов в зону эктазии, по аналогии с нижней локализацией эктазии при К [8, 11]. В то же время опубликованный материал содержит чаще всего результаты лечения небольшого количества глаз с начальными проявлениями ПМДР и невысокими величинами астигматического компонента рефракции [8, 11]. Принимая во внимание тот факт, что кератотопографическая картина при ПДР, в отличие от К, более специфична, можно предположить, что необхо-

дим особый подход для определения тактики операции.

Кроме того, в офтальмологической литературе есть немало данных об эффективности использования комбинированной в виде одномоментной, либо проводимой в течение небольшого интервала времени, имплантации ИРС и КРК при К [15–18]. Однако сочетание этих технологий при ПМДР практически не изучено.

Вследствие вышеизложенного, мы посчитали целесообразным провести такие исследования с целью повышения качества лечения пациентов с ПМДР.

ЦЕЛЬ

Провести анализ клинической эффективности комбинированного лечения ПМДР, которое включает в себя имплантацию ИРС с последующим проведением КРК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов лечения 12 глаз у 7 пациентов с ПМДР. Возраст больных варьировал от 32 до 64 лет (в среднем 42 ± 5 лет). В проведение исследования были включены 5 мужчин и 2 женщины.

На первом этапе лечения всем пациентам имплантировали ИРС про-

Для корреспонденции:

Васильева Ирина Витальевна,
врач-офтальмолог отделения рефракционной
хирургии Хабаровского филиала ФГАУ
«НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза»
им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России
ORCID ID: 0000-0002-8226-1292
E-mail: naukakhvnmntk@mail.ru

Таблица 1

Номограмма высоты имплантируемых интрастромальных роговичных сегментов при пеллюцидной маргинальной дегенерации роговицы

Table 1

Nomogram of height of the implantable intrastromal corneal ring segments (ICRS) in pellucid marginal degeneration

Астигматизм, дптр Astigmatism, D	Высота сегмента, мкм ICRS height, μm
<3,5	150
4,0–6,5	200
7,0–9,0	250
>9,0	300

изводства НЭП «Микрохирургия глаза» (Россия) с внутренним диаметром 5 мм. Формирование кругового тоннеля внутренним диаметром 4,8 мм и наружным диаметром 6,3 мм и двух линейных разрезов в горизонтальном меридиане выполняли при помощи фемтосекундного лазера Visu Max (Carl Zeiss, Германия) по программе ICR. Тоннель формировали на глубине 70–80% от толщины роговицы в зоне имплантации.

Количество и параметры имплантируемых ИРС определяли с применением собственного способа расчета [19]. Поскольку ПМДР характеризуется наличием обратного и ррегулярного астигматизма, для восстановления сферичности роговицы при этом виде аметропии в ее центральной зоне, на наш взгляд, требуется усилить преломляющую силу вертикального меридиана, особенно в его верхнем участке, где показатели офтальмометрии имеют минимальные значения. Поэтому в верхнюю зону роговицы имплантировали сегмент длиной 120°, а в нижнюю – сегмент длиной 90°.

Расчет высоты ИРС выполняли по номограмме Mediphacos, применяемой для имплантации сегментов Keraring (Implantation Reference Guidelines, 2008) в глаза с кератэктазиями 4 типа, с учетом только цилиндрического компонента рефракции. Основными параметрами для расчета являлись показатели астигматизма отдельно в верхнем и ниж-

нем участках вертикального меридиана роговицы. Номограмма для расчета высоты имплантируемых ИРС представлена в *табл. 1*.

Все пациенты в послеоперационном периоде инстиллировали в оперированный глаз 0,5% раствор сигницефа 4-кратно в течение 7 дней и 0,1% раствор дексаметазона по убывающей схеме, начиная с 4-кратных инстилляций в течение 20 дней после операции.

На втором этапе лечения через 3 мес. после имплантации ИРС всем пациентам проводили локальный КРК на аппарате «Локолинк» (Трансконтакт, Россия) в нижней зоне патологически измененной части роговицы в меридиане от 3 до 9 часов после проведения предварительной механической деэпителизации. При этом оптическая зона роговицы экранировалась (*рис. 1*).

Послеоперационное лечение включало инстилляцию антибактериальных препаратов до завершения эпителизации и кортикостероидов после завершения эпителизации по убывающей схеме до 1 мес.

Первичное диагностическое обследование было стандартным и включало в себя определение некорригированной (НКОЗ) и максимально корригированной (МКОЗ) остроты зрения, биометрию, рефрактометрию, кератометрию, тонометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию. Для оценки функционального состояния исследуемых глаз опре-



Рис. 1. Проведение локального кросслинкинга роговичного коллагена у пациента с пеллюцидной маргинальной дегенерацией роговицы

Fig. 1. Local corneal collagen cross-linking in a patient with pellucid marginal degeneration

деляли ретиальную остроту зрения (РОЗ) на приборе LAMBDA 100 (Heine, Германия). Также выполняли кератотопографию на кератотопографе Tomey (Япония), на основании результатов которой рассчитывали параметры имплантируемых ИРС.

Кроме того, перед операцией, затем через 3 мес. (перед проведением КРК) и через 1 год после начала лечения исследовали кератопахиметрию на анализаторе переднего отрезка глаза Pentacam (Oculus, Германия) и плотность эндотелиальных клеток (ПЭК) роговицы при помощи эндотелиального микроскопа Tomey EM-3000 (Япония).

В процессе наблюдения показателями НКОЗ и МКОЗ, сферэквивалент

Таблица 2

Показатели остроты зрения, рефракции и плотности эндотелиальных клеток глаз с пеллюцидной маргинальной дегенерацией роговицы и их динамика в различные сроки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов и кроссликинга роговичного коллагена

Table 2

Indexes of visual acuity, refraction and endothelial cell density of the eyes with pellucid marginal degeneration of the cornea and their dynamics at various periods after the intrastromal corneal ring segments implantation and corneal collagen cross-linking

Показатели Indexes	Срок наблюдения (Follow-up periods)	До лечения Before treatment	После лечения After treatment		
			1-е сутки 1st day	3 мес. 3 months	12 мес. 12 months
Некорригированная острота зрения, ед. Uncorrected visual acuity (UCVA)		0,11±0,08 (0,01–0,3)	0,39±0,2* (0,05–0,7)	0,42±0,26* (0,05–0,8)	0,47±0,22* (0,05–0,9)
Максимально корригированная острота зрения, ед. Best corrected visual acuity (BCVA)		0,36±0,22 (0,1–0,8)	0,45±0,19* (0,2–0,8)	0,59±0,23* (0,3–0,8)	0,62±0,28* (0,3–0,9)
Сферозэквивалент, дптр Spherical equivalent, D		-1,35±2,54 (+2,75–(-7,0))	-2,05±1,95 (+1,26–(-7,0))	-1,75±2,05 (+1,5–(-7,5))	-1,55±1,98 (+1,5–(-6,5))
Цилиндрический компонент субъективной рефракции, дптр Cylindrical component of subjective refraction, D		4,83±2,11 (3,01–8,01)	0,82±0,53* (0,0–2,02)	0,77±0,29* (0,0–2,02)	0,83±0,27 (0–1,752)
Цилиндрический компонент по кератотопограмме, дптр Cylindrical component on keratotopography data, D		7,60±4,23 (4,51–12,01)	2,03±0,52* (1,51–3,752)	1,89±0,63* (0,752–2,51)	1,76±0,35 (1,02–2,01)
Максимальная кератометрия, дптр Maximum keratometry, D		48,74±2,54 (45,75–51,35)	46,45±1,65 (44,24–48,57)	46,10±1,74 (44,95–47,85)	45,85±1,55 (44,55–47,84)
Кератопакхиметрия, мкм Keratopachymetry, μm		528,7±36,3 (459–563)		531,5±35,4 (458–565)	516,8±28,7 (446–545)
Плотность эндотелиальных клеток, кл/мм ² Endothelial cell density, cell/mm ²		2430±54 (2200–2800)		2380±42 (2100–2800)	2350±64 (2100–2800)

Примечания: 1 обратный астигматизм; 2 прямой астигматизм; * значимость различий в сравнении с дооперационными показателями (p<0,01).
Notes: 1 reverse astigmatism; 2 direct astigmatism; * the significance of differences in comparison with preoperative indexes (p<0.01).

и цилиндрический компонент субъективной рефракции (ЦКСР) исследовали в 1-е сутки после операции, через 3 и 12 мес. после начала лечения. В те же сроки анализировались кератотопографические показатели – цилиндрический компонент (ЦКт) и максимальная кератометрия (Kmax) и их динамика.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы IBMSPSS Statistics Version 20. Данные представлены в виде M±s, где: M – средние значения, s – стандартное отклонение. Минимальное и максимальное значения представлены в виде (min–max). Значимость отличий в выборках определялась с использованием t-критерия Стьюдента для зависимых выборок. Критический уровень значимости считали равным 0,01.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во всех случаях операция имплантации ИРС выполнена без осложнений, послеоперационный период протекал адекватно.

После проведения КРК у всех пациентов имел место роговичный синдром в виде легкой светобоязни и умеренного слезотечения в течение 2–3 суток до момента полной эпителизации роговицы. В 10 глазах (83,3%) через 1 мес. в зоне проведения КРК отмечалось появление незначительно выраженного «хейза», который купировался самостоятельно в течение 6 мес. без дополнительной терапии.

Длина передне-задней оси обследуемых глаз колебалась от 23,25 до 26,76 мм (в среднем 24,35±2,59 мм).

Тонометрический уровень внутриглазного давления не превышал 22 мм рт.ст.

РОЗ 10 глаз (83,3%) 6 пациентов была высокой – 0,7–1,0. В 2 глазах одной пациентки (16,7%) она составила 0,3, что было связано с наличием амблиопии вследствие врожденной миопии высокой степени и миопическими дистрофическими изменениями в макулярной области сетчатки. В среднем РОЗ в исследуемых глазах составила 0,74±0,21.

Показатели, характеризующие исходную остроту зрения, рефракцию, кератопакхиметрию и ПЭК глаз с ПМДР, а также их динамику в различные сроки после имплантации ИРС и проведения КРК, представлены в табл. 2.

Анализ данных, представленных в табл. 2, показал, что в 1-е сутки

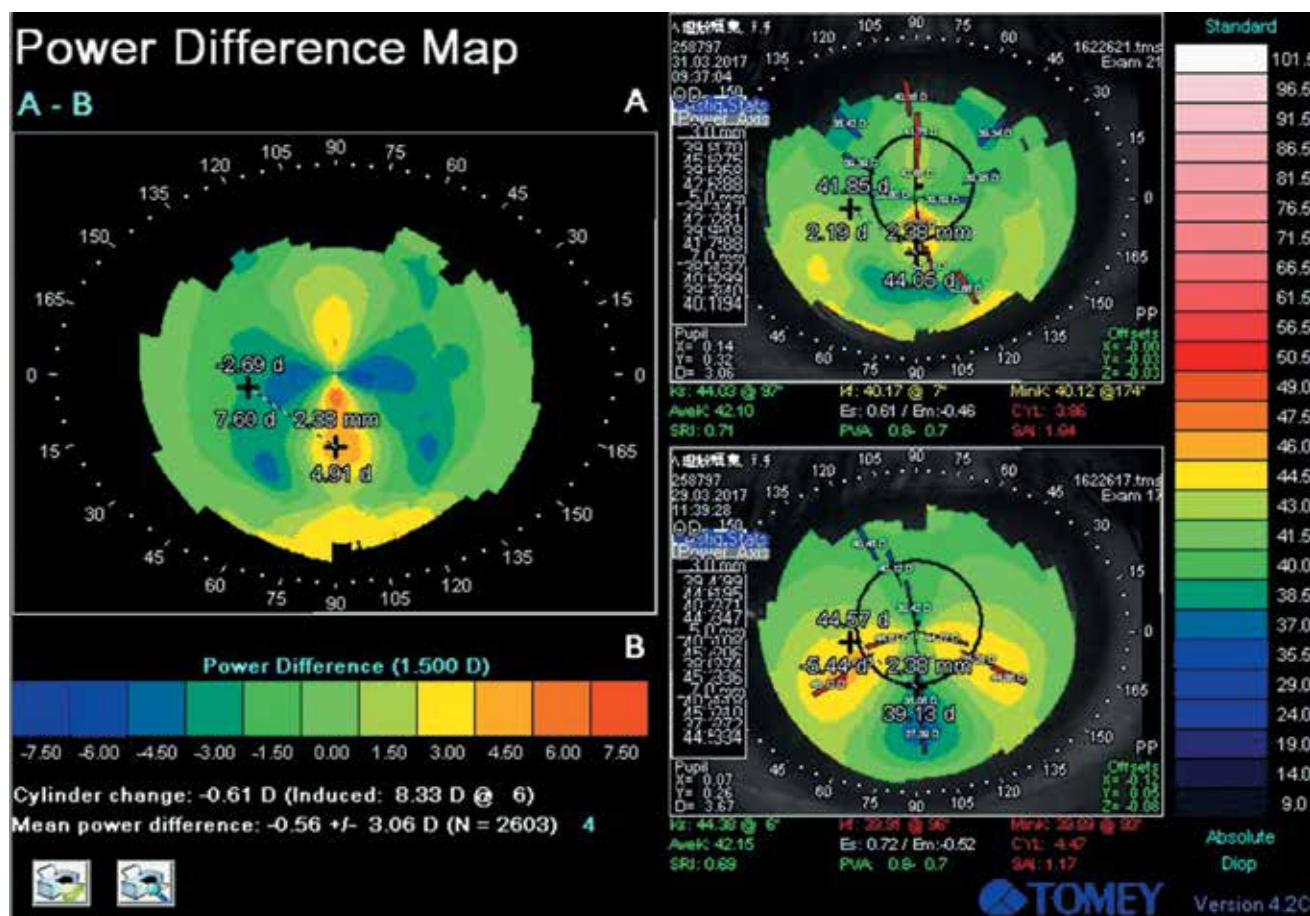


Рис. 2. Кератотопограмма пациента Н. с пеллюцидной маргинальной дегенерацией роговицы: В – до лечения, А – на 1-е сутки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов, А-В – рефракционный эффект операции, составивший 7,60 дптр коррекции астигматического компонента

Fig. 2. Keratotopography data of patient N. with pellucid marginal degeneration: B – before treatment, A – 1st day after intrastromal corneal ring segments implantation, A-B – refractive effect of operation is 7.60 D of astigmatic component correction

после имплантации ИРС НКОЗ повысилась в среднем на $0,28 \pm 0,12$, а МКОЗ – в среднем на $0,09 \pm 0,04$ при выраженном уменьшении ЦКСР в среднем на $4,01 \pm 0,35$ дптр. Полученные функциональные результаты примерно соответствуют аналогичным показателям, отображенным в работах других авторов, а отличие предложенной нами методики от других заключается в рефракционном эффекте [5, 8].

Уменьшение рефракции сильно-го меридиана варьировало от 7,0 до 10,5 дптр (в среднем $7,6 \pm 2,1$ дптр), в результате чего наблюдалось уменьшение исходного обратного астигматизма (ЦКт) во всех глазах. При этом в 3 глазах (25%) остаточный обратный астигматизм не превы-

шал 1,5 дптр, а в 9 глазах (75%) отмечался переход обратного астигматизма в прямой максимально до 3,75 дптр. Снижение Kmax в среднем по группе составило $2,29 \pm 0,56$ дптр, что меньше, чем у других авторов [5, 8]. Так Бикбов М.М. с соавт. (2011) при имплантации ИРС 210° отмечает снижение кератометрии максимально на 10 дптр, а Паштаев Н.П. с соавт. (2015) при имплантации роговичного кольца Myoring получил уменьшение этого показателя на 5,0 дптр [5, 20]. Это связано с тем, что при имплантации ИРС по нашей методике, в соответствии с расчетами, большее изменение претерпевает именно цилиндрический компонент рефракции, а Kmax изменяется незначительно, как и сферозкви-

валент, который в среднем составлял исходно $-1,35 \pm 2,54$ дптр, а сразу после операции $-2,05 \pm 1,95$ дптр.

Изменение параметров роговицы на первые сутки после имплантации ИРС по данным кератотопограммы представлено на рис. 2.

Через 3 мес. после имплантации ИРС наблюдалось повышение показателей остроты зрения оперированных глаз, причем в 9 глазах (75%) НКОЗ составляла 0,5 и выше, а МКОЗ в 10 глазах (83,3%) была выше 0,6. В 2 глазах с исходной миопией и изменениями в центральных отделах сетчатки МКОЗ составляла 0,3 с переносимой очковой коррекцией и соответствовала значениям РОЗ. Однако отмечалось незначительная динамика рефракционного эффекта опе-

рации, которая выразилась в изменении оси сильного меридиана. Так, если абсолютные значения ЦКт незначительно отличались от предыдущих, то прямой астигматизм оставался только в 6 глазах (50%), не превышал 1,0 дптр, в остальных 6 глазах (50%) кератотопографически имел место обратный астигматизм до 2,5 дптр. При этом сферический компонент рефракции оставался практически без изменений.

На заключительном этапе исследования через 12 мес. после начала лечения ЦКСР, ЦКт и Кмах пролеченных глаз оставались практически без изменений, что свидетельствует о стабильном состоянии рефракционных показателей роговицы после проведения КРК.

НКОЗ и МКОЗ оперированных глаз практически соответствовали их предыдущим показателям, при этом достигнутая НКОЗ в группе наблюдения составила 55,7–89,8% (в среднем $63,5 \pm 17,3\%$) от РОЗ, а МКОЗ – 70–100% ($83,8 \pm 12,5\%$) от РОЗ.

Среднее значение кератопахиметрии после проведения КРК, как и в результатах других авторов, уменьшилось на 14,7 мкм в сравнении с аналогичным показателем до проведения процедуры [3, 14, 15, 17]. Показатели ПЭК оставались практически без изменений в сравнении с исходными.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ показал высокую эффективность комбинированного лечения ПМДР в коррекции рефракционных нарушений, характерных для данного заболевания. Объективное снижение роговичного астигматизма в пределах в среднем на 6 дптр по сравнению с исходным позволило обеспечить повышение остроты зрения оперированных глаз в отдаленном периоде без коррекции более чем в 4 раза, с коррекцией – в 2 раза.

Имплантация ИРС по предложенной методике обеспечивает высокую остроту зрения без коррекции или с переносимой очковой коррекцией у пациентов уже на 1-е сутки после операции.

Оценка сроков эпителизации роговицы после локального КРК и ПЭК при комбинированном лечении ПМДР позволяет утверждать о целесообразности и безопасности применения этого метода лечения для достижения стабилизации полученного рефракционного эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крачмер Дж., Пэлэй Д. Роговица. Атлас. М.: Логосфера; 2007. [Krachmer Dzh, Peley D. Rogovitsa. Atlas. M.: Logosfera; 2007. (In Russ.).]
2. Belin MW, Asota IM, Ambrosio Jr, Khachikian SS. What's in a name: keratoconus, pellucid marginal degeneration, and related thinning disorders. *Am J. Ophthalmol.* 2011;152(2): 157–162. doi:10.1016/j.ajo.2011.03.028.
3. Бикбов М.М., Суркова В.К., Халимов А.Р., Усубов Э.Л. Результаты лечения пеллюцидной маргинальной дегенерации роговицы методом роговичного кросслинkinga. *Вестник офтальмологии.* 2017;133(3): 58–66. [Bikbov MM, Surkova VK, Khalimov AR, Usubov EL. Results of corneal crosslinking for pellucid marginal corneal degeneration. *Vestnik oftalmologii.* 2017;133(3): 58–66. (In Russ.).] doi:10.17116/oftalma2017133558-64.
4. Малиюгин Б.Э., Измайлова С.Б., Авраменко С.А., Мерзлов Д.Е. Лечение парацентральных кератэктазий различного генеза методом интравитреальной кератопластики с имплантацией роговичного сегмента в зону наибольшей эктазии. *Офтальмохирургия.* 2011;(4): 16–22. [Malyugin BE, Izmailova SB, Avramenko SA, Merzlov DE. Treatment of paracentral keratectasia of various genesis by method of intrastromal keratoplasty with corneal segment implantation into the area of maximal corneal ectasia. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2011;(4): 16–22. (In Russ.).]
5. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Синицын М.В. Предварительные результаты фемтолазерной интравитреальной имплантации колец MyoRing в лечении пеллюцидной дегенерации роговицы. *Катарактальная и рефракционная хирургия.* 2015;15(2): 20–24. [Pashtayev NP, Pozdeeva NA, Sinitsyn MV. Preliminary results of femtosecond laser-assisted intrastromal MyoRing implantation in pellucid corneal degeneration. *Kataracta i refraktsionnaya khirurgiya.* 2015;15(2): 20–24. (In Russ.).]
6. Bayraktar S, Cebeci Z, Oray M, Alparslan N. Corneal collagen cross-linking in pellucid marginal degeneration: 2 patients, 4 eyes. *Case Rep Ophthalmol Med.* 2015; Published online 2015 May 11. doi:10.1155/2015/840687.
7. Kamiya K, Shimizu K, Hikita F, Komatsu M. Posterior chamber toric phakic intraocular lens implantation for high myopic astigmatism in eyes with pellucid marginal degeneration. *J. Cataract Refract. Surg.* 2010;36(1): 164–166. doi:10.1016/j.jcrs.2009.08.021.
8. Kubaloglu A, Sari ES, Cinar Y, Koytak A, Kurnaz E, Pinero DP, Ozerturk Y. A single 210-degree arc length intrastromal corneal ring implantation for the management of pellucid marginal corneal degeneration. *Am J. Ophthalmol.* 2010;150(2): 185–192. doi:10.1016/j.ajo.2010.03.020.
9. Kymionis GD, Grentzelos MA, Plaka AD, Tsoularas KI, Kankariya VP, Shehadeh MM, Pallikaris IG. Simultaneous conventional photorefractive keratectomy

and corneal collagen cross-linking for pellucid marginal corneal degeneration. *J Refract Surg.* 2014;30(4): 272–276. doi:10.3928/1081597X-20140320-06.

10. Moshirfar M, Edmonds JN, Behunin NL, Christiansen SM. Current options in the management of pellucid marginal degeneration. *Refract Surg.* 2014;30(7): 474–485. doi:10.3928/1081597X-20140429-02.

11. Pinero DP, Alio JL, Morbelli H, Uceda-Montanes A, El Kady B, Coskunseven E, Pascual I. Refractive and corneal aberrometric changes after intracorneal ring implantation in corneas with pellucid marginal degeneration. *Ophthalmology.* 2009;116(9): 1656–1664. doi:10.1016/j.ophtha.2009.06.002.

12. Stojanovic A, Zhang J, Chen X, Nitter TA, Chen S, Wang Q. Topography-guided transepithelial surface ablation followed by corneal collagen cross-linking performed in a single combined procedure for the treatment of keratoconus and pellucid marginal degeneration. *J Refract Surg.* 2010;26(5): 145–52. doi:10.3928/1081597X-20100121-10.

13. Spadea L. Corneal collagen cross-linking with riboflavin and UVA irradiation in pellucid marginal degeneration. *J Refract Surg.* 2010;26(5): 375–377. doi.org/10.3928/1081597X-20100114-03.

14. Анисимов С.И., Анисимова С.Ю., Мистрюков А.С. Персонализированный (локальный) УФ-кросслинking в лечении кератоконуса и эктазий роговицы. *Офтальмология.* 2017;14(3): 195–199. [Anisimov SI, Anisimova SY, Mistryukov AS. Personalized (local) uv-crosslinking as a treatment of keratoconus and corneal ectasia. *Ophthalmologiya.* 2017;14(3): 195–199. (In Russ.).] doi:10.18008/1816-5095-2017-3-195-199.

15. Измайлова С.Б., Малиюгин Б.Э., Пронкина С.А., Мерзлов Д.Е., Поручикова Е.П. Тактика лечения и исходы осложнений имплантации роговичных сегментов при кератэктазиях различного генеза. *Офтальмохирургия.* 2014;(2): 16–23. [Izmailova SB, Malyugin BE, Pronkina SA, Merzlov DE, Poruchikova EP. Treatment tactics and outcomes of complications in implantation of corneal segments for keratectasia of various genesis. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2014;(2): 16–23. (In Russ.).] doi:10.25276/0235-4160-2014-2-16-23.

16. Аветисов С.Э., Карамян А.А., Юсиф Ю.Н., Егорова Г.Б., Махмуд М.И., Оси́пан Г.А. Имплантация интравитреальных роговичных сегментов при кератоконусе. *Вестник офтальмологии.* 2012;128(6): 20–24. [Avetisov SE, Karameyan AA, Iuseflu N, Egorova GB, Makhmud MI, Osipian GA. Intrastromal corneal segments implantation in keratoconus. *Vestnik oftalmologii.* 2012;128(6): 20–24. (In Russ.).]

17. Пенкина А.В., Нероев В.В., Ханджян А.Т., Складорова А.С. Фемтолазерная имплантация интравитреальных роговичных сегментов в сочетании с кросслинkingом роговичного коллагена в лечении кератоконуса. *Практическая медицина.* 2012;(4-1): 111–114. [Penkina AV, Neroev VV, Handjyan AT, Oganesyan OG, Sklyarova AS. Femtolasar implantation of intrastromal corneal ring segment in combined corneal collagen crosslinking in treatment of keratoconus. *Prakticheskaya meditsina.* 2012;(4-1): 111–114. (In Russ.).]

18. Nicula C, Pop RN, Nicula DV. Results in a combined procedure of intrastromal corneal rings implantation and cross-linking in patients with keratoconus: a retrospective study. *Ophthalmol Ther.* 2017;6(2): 313–321. doi:10.1007/s40123-017-0112-8.

19. Патент РФ на изобретение № 2663651 / 07.08.2018. Бюл. № 22. Васильева И.В., Егоров В.В., Васильев А.В. Способ имплантации интравитреальных роговичных сегментов при пеллюцидной дегенерации роговицы. Ссылка активна на 14.06.2019. [Patent RF № 2663651 / 07.08.2018. Byul № 22. Vasileva IV, Egorov VV, Vasilev AV. Sposob implantatsii intrastromalnih rogovichnyh segmentov pri pellyucidnoj degeneratsii rogovitsy. Accessed June, 14.2019. (In Russ.).] Доступно по: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&rn=629&DocNumber=2663651&TypeFile=html.

20. Бикбов М.М., Исхакова А.Х. Имплантация интравитреальных роговичных сегментов Kerating в лечении пеллюцидной дегенерации роговицы. Восток–Запад 2011: Сб. трудов науч.-практ. конф. Уфа; 2011: 63. [Bikbov MM, Iskhakova AKh. Implantation of intrastromal corneal segments of Kerating in treatment of pellucid marginal degeneration. East–West 2011: Abstract book. Ufa; 2011: 63. (In Russ.).]

Поступила 03.05.2018