

## ОТДАЛЕННЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИМПЛАНТАЦИИ МУЛЬТИФОКАЛЬНОЙ ДИФРАКЦИОННО-РЕФРАКЦИОННОЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ «МИОЛ-РЕКОРД-3»

Н.А. Поздеева<sup>1,2</sup>, Н.С. Тимофеева<sup>1</sup>, А.А. Воскресенская<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Чебоксарский филиал ФГАУ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. акад. С. Н. Федорова», г. Чебоксары,

<sup>2</sup>ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей», г. Чебоксары

*Поздеева Надежда Александровна – e-mail: npozdeeva@mail.ru*

Дата поступления  
07.02.2018

**Актуальность.** Основной идеей создания трифокальных интраокулярных линз является улучшение зрения на промежуточном расстоянии. Имплантация дифракционно-рефракционной трифокальной линзы «МИОЛ-Рекорд-3» с прямоугольным профилем позволяет получить три дифракционных максимума (-1, 0 и +1 порядков), соответствующих дальнему, ближнему и промежуточному расстоянию, таким образом, обеспечив независимость от очков. **Цель:** анализ отдаленных клинических результатов имплантации отечественной мультифокальной трифокальной интраокулярной линзы (ИОЛ) «МИОЛ-Рекорд-3» в период наблюдения от 7 до 10 лет. **Материал и методы.** Были проанализированы функциональные результаты имплантации трифокальной ИОЛ «МИОЛ-Рекорд-3» четырех пациентов (средний возраст 67±7 лет) в период наблюдения от 7 до 10 лет (средний период составил 8,5 года). Исследования включали определение остроты зрения на дальнем (5 м), ближнем (25 см) и промежуточном (50 см) расстояниях, пространственно-контрастной чувствительности, определение положения ИОЛ, опрос пациентов удовлетворенностью зрением с акцентом на наличие световых явлений. **Результаты.** Некорректированная острота зрения вдаль составила от 0,2 до 0,7 (0,46±0,21), с коррекцией от 0,5 до 1,0 (0,68±0,21). Среднее значение остроты зрения на расстоянии 25 см составило 0,54±0,17, на расстоянии 50 см – 0,34±0,11. Из четырех исследуемых пациентов два пациента показали улучшение остроты зрения в отдаленном послеоперационном периоде, у двух пациентов вследствие присоединения сопутствующей патологии (сахарного диабета, нарушения мозгового кровообращения, прогрессирования дистрофических изменений сетчатки) произошло снижение функциональных показателей. Наилучшие результаты были выявлены у пациентки с бинокулярной имплантацией «МИОЛ-Рекорд-3» без наличия сопутствующей общесоматической и офтальмологической патологии. **Выводы.** Дифракционно-рефракционная трифокальная ИОЛ «МИОЛ-Рекорд-3» показала хорошие функциональные результаты на близком, промежуточном и дальнем расстояниях в отдаленном послеоперационном периоде, обеспечив удовлетворенность пациентов полученным зрением и независимость от очков.

**Ключевые слова:** дифракционно-рефракционная интраокулярная линза, трифокальная интраокулярная линза, МИОЛ-Рекорд-3.

**Relevance:** The basic idea of creating trifocal intraocular lenses is to improve vision at an intermediate distance. Implantation of diffraction-refractive trifocal MIOL-Recod-3 with a rectangular profile allows to obtain three diffraction maxima (-1, 0 and +1 orders) corresponding to the far, near and intermediate distance, thus ensuring independence from glasses. **Purpose:** To analyze the long-term clinical results of the implantation of the Russian multifocal tri-focus IOL of MIOL-Record-3 during the observation period from 7 to 10 years. **Materials and methods:** In the observation period (8.5 s average period) from 7 to 10 years of implantation functional trifocal IOL MIOL 3-Record-four patients were examined (mean age 67±7). Studies included the determination of visual acuity at the distal (5 m), proximal (25 cm) and intermediate (50 cm) distances spatially contrast sensitivity, determining the position of the IOL patients vision satisfaction survey, with emphasis on the presence of light phenomena. **Results:** Uncorrected visual acuity in the distance was 0,2 to 0,7 (0,46±0,21), with a correction from 0,5 to 1,0 (0,68±0,21). The average value of visual acuity at a distance of 25 cm – 0,54±0,17, at a distance of 50 cm – 0,34±0,11. Of the four patients studied, two patients showed improvement in visual acuity in the long-term postoperative period, in two patients, due to the concomitant complications (diabetes mellitus, cerebral circulation disorder, progression of degenerative changes in the retina), the functional parameters decreased. The best results were observed in patients with implantation MIOL binocular-Record-3 without a concomitant somatic and ophthalmic pathologies. **Conclusions:** The diffraction-refractive trifocal IOL MIOL-Record-3 showed good functional results at close, intermediate and long distances in the distant postoperative period, ensuring satisfaction of patients with vision and independence from glasses.

**Key words:** diffraction refraction intraocular lenses, trifocal intraocular lens, MIOL-Record-3.

### Введение

Основным направлением развития современной факто-эмальсификации катаракты с имплантацией интраокулярных линз (ИОЛ) является сочетание индивидуализированного хирургического подхода с выбором наиболее оптимального дизайна ИОЛ [1]. Высокие требования, предъявляемые пациентами в послеоперационном периоде, как правило, про-

диктованы социальной и профессиональной необходимостью, а также совершенствованием технологий в области производства искусственных хрусталиков, предопределили возникновение и развитие различных видов мультифокальных ИОЛ (МИОЛ) (рефракционные, дифракционные, дифракционно-рефракционные), основная цель которых – создание

возможности видеть без дополнительной очковой коррекции на разных дистанциях.

Дифракционно-рефракционные МИОЛ, функциональность которых определяется строением профиля дифракционной структуры оптической части линзы (треугольный, прямоугольный и пр.), в зависимости от изменений радиуса колец дифракционного рельефа, формируют дифракционные максимумы, соответствующие двум или трем фокусам [2]. Бифокальные ИОЛ не обеспечивают зрение на промежуточном расстоянии, тогда как значительной части населения в повседневной жизни и при использовании современных электронных устройств (ноутбуки, планшеты, телефоны) важна способность видеть на средних дистанциях. Имплантация трифокальных МИОЛ позволяет реализовать данную концепцию.

В настоящее время широкий выбор моделей трифокальных дифракционно-рефракционных ИОЛ от ведущих производителей характеризуется разнообразными конструкциями (формами и рельефами) оптической части линзы, технологиями изготовления и используемыми материалами. Современные трифокальные МИОЛ, в большинстве представляют объединение двух дифракционных структур, имеющих усовершенствованный профиль, определяющий дизайн каждой модели ИОЛ и обеспечивающий добавочную оптическую силу (аддидацию) для достижения мультифокальности [3].

Первой трифокальной МИОЛ, получившей международный патент в 2010 году, стала ИОЛ FineVision производства компании PhysiOL (Бельгия). Добавочная сила ИОЛ для близи равна 3,5 дптр, для промежуточного расстояния – 1,75 дптр. Особенностью данной линзы стало применение аподисации трифокального дифракционного профиля, ведущего к увеличению количества световой энергии в дальнем фокусе (0-й порядок) и, как следствие, уменьшению световых явлений в мезопических условиях [4].

Компания Carl Zeiss разработала МИОЛ AT Lisa Tri с аддидацией 3,33 дптр/1,67 дптр. На территории России данная модель имплантируется с 2011 г. Уникальный профиль дифракционно-рефракционной структуры имеет минимальное количество дифракционных колец на передней поверхности оптической части линзы, что, по мнению разработчиков, обеспечивает лучшие зрительные функции в сумерках и уменьшает количество световых феноменов [5].

В июле 2015 г. была имплантирована первая квадрифокальная МИОЛ Acrysof IQ PanOptix производства фирмы «Алкон» (США) с аддидацией 2,17 дптр/3,25 дптр, разработанная с целью обеспечения лучшего зрения на дистанции 60 см, что считается более предпочтительным при работе за компьютером [6].

Таким образом, существование требовательных пациентов, рассчитывающих на полную свободу от очков, отражает важность разработки, производства и совершенствования дизайна дифракционно-рефракционных МИОЛ и является приоритетным направлением развития компаний, занимающих лидирующие положения в мире в области офтальмологии.

В историческом аспекте появление дифракционно-рефракционных МИОЛ относится к середине 80-х началу 90-х годов и было связано с развитием и применением дифракционной оптики в различных смежных специальностях, имеющих технологии и опыт производства дифракционных оптических элементов [7, 8]. В 1994 г. G. Swanson выполнил

теоретический расчет формирования трех фокусных точек в интраокулярных линзах с бинарным фазовым дифракционным профилем [9]. P.J. Valle в 2005 году при исследовании прохождения светового луча через дифракционную линзу выявил возможность формирования трех фокусов с одинаковой или различной интенсивностью и установил связь между параметрами фазового профиля (частота, амплитуда) и полученными оптическими характеристиками линзы [10]. Однако, ввиду отсутствия технологий изготовления подобных профилей улучшение зрения на промежуточных дистанциях достигали путем комбинации эффектов двух бифокальных ИОЛ: рефракционной и дифракционной (mix and match).

Одними из первых конструктивное решение проблемы формирования промежуточного фокуса в дифракционно-рефракционных ИОЛ методом фронтальной полимеризации жидких олигомеров разработали и успешно реализовали на российском производственном предприятии «Репер-НН» в 2007 г. Интраокулярная линза «МИОЛ-Рекорд-3» стала первой трифокальной дифракционно-рефракционной линзой в мире. Отличительной технологической особенностью «МИОЛ-Рекорд-3» стал прямоугольный профиль дифракционной структуры, нанесенной на заднюю поверхность линзы, позволяющий получить дифракционные максимумы минус первого, нулевого и плюс первого порядков, пригодных для формирования изображения на трех принципиально важных дистанциях: ближней, дальней и средней. Расчетное положение ближнего фокуса составило 25 см, промежуточного – 50 см. Данная линза изготовлена из пространственно сшитого полимера плотностью 1,12 г/см<sup>3</sup> с показателем преломления 1,5. Дифракционная структура нанесена на оптическую часть линзы диаметром 5,0 мм, таким образом, делая ее зрачковонезависимой и менее чувствительной к децентрации [11].

Проведенный анализ клинических результатов полученных в период наблюдения до 6 мес. показал хорошие функциональные результаты и общую удовлетворенность пациентов полученным зрением [12, 13].

**Цель исследования:** анализ отдаленных клинических результатов имплантации отечественной мультифокальной трифокальной ИОЛ «МИОЛ-Рекорд-3» в период наблюдения от 7 до 10 лет.

### Материал и методы

В Чебоксарском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» всего было прооперировано 28 пациентов (36 глаз). Всем пациентам была проведена неосложненная факэмульсификация с имплантацией «МИОЛ-Рекорд-3». В отдаленном послеоперационном периоде, от 7 до 10 лет (средний период наблюдения 8,5 года), удалось проследить лишь четыре случая (пять глаз). Среди них 1 мужчина и 3 женщины. Средний возраст составил 67±7 лет (от 53 до 82 лет). При проведении обследования у пациентов была выявлена сопутствующая офтальмопатология: возрастная макулодистрофия сетчатки (один случай), хориоретинальная дистрофия сетчатки при миопии (один случай), сочетание диабетической ретинопатии с фиброзом задней капсулы (один случай).

Исследования включали определение остроты зрения на дальнем (5 м), ближнем (25 см) и промежуточном (50 см) расстояниях, пространственно-контрастной чувствительности (ПКЧ), определение положения ИОЛ, опрос пациентов удовлетворенностью зрением с акцентом на наличие световых явлений.

Исследование ПКЧ проводили на автоматизированном тестере контрастного зрения фирмы Takagi CGT-1000 (Япония), монокулярно в мезопических условиях и в условиях световой засветки с применением тестового изображения мишени изменяющегося диаметра на шести пространственных частотах. Показатели контрастной чувствительности выражались в логарифмических единицах.

Определение стабильности положения ИОЛ осуществляли визуально по световому рефлексу на оптической части линзы в условиях максимального мидриаза при проведении биомикроскопии, подтверждали методом ультразвуковой биомикроскопии (УБМ): центрация ИОЛ относительно фронтальной плоскости и анатомической оси глаза, симметричность расположения и отсутствие контакта опорных элементов со структурами переднего сегмента глазного яблока.

Соответствие остроты зрения с заявленными конструктивными особенностями интраокулярной линзы анализировали путем построения кривой дефокусировки (КД), позволяющей наглядно оценить изменения полученных данных при разной величине дефокуса. Оценка качества зрения проводилась с применением опросника (Visual Function Questionnaire – 14).

#### Результаты исследования

Некоррегированная острота зрения вдаль составила от 0,2 до 0,7 (0,46±0,21), с коррекцией от 0,5 до 1,0 (0,68±0,21). Среднее значение остроты зрения на расстоянии 25 см – 0,54±0,17, на расстоянии 50 см – 0,34±0,11 (таблица).

Данные, полученные при построении кривой дефокусировки средних показателей остроты зрения, согласуются с полученными результатами остроты зрения на ближнем, дальнем и промежуточном расстояниях (таблица). Наименьшие показатели остроты зрения, соответствующие 0,4, были выявлены при дефокусировке отрицательной линзой -2,0 и -1,5 дптр, что является достаточным для удовлетворительного зрения на промежуточном расстоянии.

Наибольшая ширина фокусной зоны, соответствующая остроте зрения 0,5 и выше, зарегистрирована на расстоянии 20–40 см (дефокусировка линзами -2,5 и -4,0 дптр), что объясняет отсутствие необходимости очковой коррекции при работе на промежуточном и близком расстояниях (рис. 1). В целом показатели остроты зрения являются достаточными для сохранения бинокулярного зрения на всех дистанциях.

Наилучшие показатели остроты зрения были выявлены у пациентки М., 53 г., с отсутствием каких-либо сопутствующих заболеваний глаза. В 2008 г. пациентке была выполнена факоэмульсификация катаракты обоих глаз с импланта-

цией «Миол-Рекорд-3». На рис. 2 приведена кривая дефокусировки лучшего глаза данной пациентки. Острота зрения вблизи и на промежуточном расстоянии составила 0,5 для каждого глаза (текст № 6), при проверке бинокулярно острота зрения повышалась до 0,6 (текст № 5). Трудовая деятельность пациентки связана со значительными зрительными нагрузками, включая длительную работу за компьютером и оформление документации (системный администратор), тем не менее, пациентка не прилагала никаких дополнительных зрительных усилий и обходилась без очковой коррекции.

При обследовании пациентки П., 82 г., была выявлена сухая форма макулодистрофии в виде множественного скопления друз мелкого и среднего размера в центральной зоне. Острота зрения вдаль соответствовала 0,3, с коррекцией отрицательной линзой -1,5 дптр составляла 0,5. С расстояния 25–30 см пациентка читала текст № 4 (что соответствует остроте зрения 0,7), с расстояния 50 см – текст № 8 (острота зрения 0,3). Основным увлечением пациентки является чтение, при этом пациентка утверждала, что не нуждается в дополнительной очковой коррекции.

Острота зрения вдаль пациентки В., 62 г., составила 0,5. При осмотре глазного дна была выявлена миопическая дистрофия сетчатки, сопровождающаяся периферической хориоретинальной дистрофией. Длина глаза составляла 25,58 мм. Острота зрения вблизи составила 0,4 (текст № 7), с расстояния 50 см – 0,3 (текст № 8). Пациентка не занималась профессионально никакой трудовой деятельностью, однако, при опросе степенью удовлетворенности зрением отмечала отсутствие необходимости очковой коррекции в повседневной жизни (рассмотрении ценников в магазине, подсчете денежных купюр, а также при чтении).

Наименьшие показатели остроты зрения были выявлены у пациента А., 63 г., с отягощенным общим соматическим статусом (рис. 3). В анамнезе имелся перенесенный три года назад микроинсульт, сахарный диабет 2-го типа, компенсированный приемом таблетированных препаратов. Пациент состоит на диспансерном учете у невропатолога и эндокринолога. При проведении биомикроскопического исследования переднего отрезка глазного яблока был выявлен начальный фиброз задней капсулы хрусталика. На глазном дне признаки диабетической ангиоретинопатии: микроаневризмы, единичные точечные кровоизлияния в центре и на средней периферии. При этом электрофизиологическое исследование зрительного нерва выявило незначительное снижение проводимости зрительного нерва.

#### ТАБЛИЦА.

*Показатели некоррегированной и коррегированной остроты зрения до операции, после операции и в отдаленном послеоперационном периоде*

Пациенты	Острота зрения вдаль до операции		Острота зрения через 1 мес. после операции				Острота зрения в отдаленном периоде			
	Вдаль без корр.	Вдаль с корр.	Вдаль без корр.	Вдаль с корр.	50 см	25 см	Вдаль без корр.	Вдаль с корр.	50 см	25 см
М	0,02	0,1	0,3		0,4	0,3	0,7	0,9-1,0	0,5	0,5
	0,01	0,05	0,6		0,2	0,6	0,6	0,9-1,0	0,4	0,6
В	0,02	0,4	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4
А	0,2	0,3	1,0		0,4	1,0	0,2	0,6	0,2	0,4
П	0,03	0,1	0,3	0,4	0,3	0,6	0,3	0,5	0,3	0,7

Острота зрения вдаль составила 0,2 с коррекцией цилиндрической линзой -2,0 дптр – 0,6. Пациент имел удовлетворительные визуальные показатели на ближней дистанции и читал текст № 7 (острота зрения 0,4). Острота зрения на расстоянии 50 см соответствовала 0,2.

Исследование ПКЧ в мезопических условиях и в условиях световой засветки выявило умеренное снижение показателей по всему диапазону исследуемых частот (рис. 4).

Анализ положения ИОЛ методом биомикроскопии выявил центральное расположение оптической части линзы в капсульном мешке у всех обследуемых пациентов.

При проведении опроса степенью удовлетворенности зрением все пациенты положительно характеризовали полученные результаты и предпочли бы данную коррекцию повторно. Жалобы на засветы, блики активно не предъявляли, отмечая их незначительность при детальном расспросе. В совокупности фотопические феномены включали круги светорассеяния при взгляде на различные источники света (лампочки, фонари на улице), которые все пациенты описывали как «мишени» или «круги», появляющиеся в сумеречное и ночное время суток, а также ослепляющий свет фар. Одна пациентка отмечала усиление ореолов, имеющих цветные оттенки (чаще розового цвета), на улице в морозные дни, что можно объяснить преломлением световой волны при прохождении через морозный зимний воздух, содержащий ледяные включения и усиливающийся при наличии мультифокальной оптики в глазу. Подобные

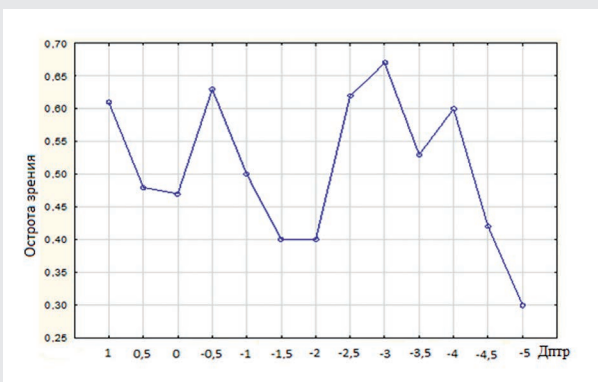
световые явления беспокоили пациентов в течение 1–2 лет, по прошествии которых исследуемые «привыкали» к подобным световым феноменам и не обращали на них внимания.

Никто из обследованных не пользовался очками при работе на компьютере, чтении, просмотре телевизора, однако, двое пациентов обращали внимание на необходимость концентрации взгляда на предметах, расположенных на разных расстояниях друг от друга, что не вызывало негативного отношения и психоэмоционального напряжения у людей, чья трудовая деятельность связана с одномоментной работой на близком и промежуточном расстояниях.

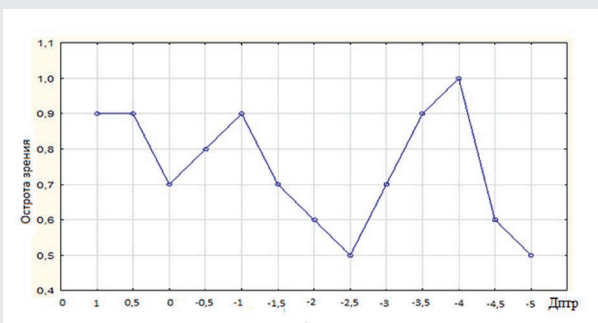
### Обсуждение

Данные, полученные в результате анализа отдаленных клинических результатов имплантации «МИОЛ-Рекорд-3» продемонстрировали эффективность разработанной оригинальной конструкции дифракционно-рефракционной МИОЛ с прямоугольным профилем, как в раннем, так и отдаленном послеоперационном периоде, и позволили значительно улучшить показатели остроты зрения не только при зрении вдаль и вблизи, но и на промежуточном расстоянии.

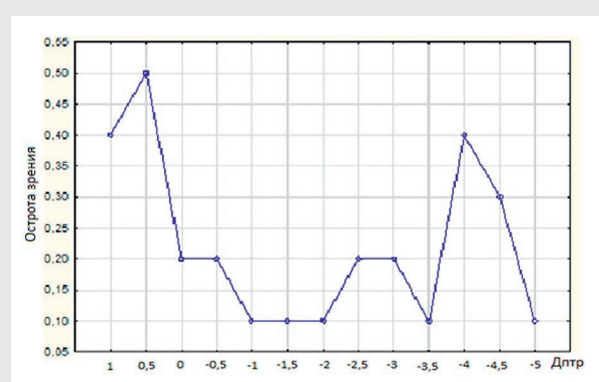
Улучшение показателей в отдаленном послеоперационном периоде по сравнению с ранним послеоперационным периодом произошло у двух пациентов из четырех (три глаза). У двоих пациентов произошло снижение показателей на всех дистанциях. Ухудшение показателей в первом случае было связано с присоединением диабетической



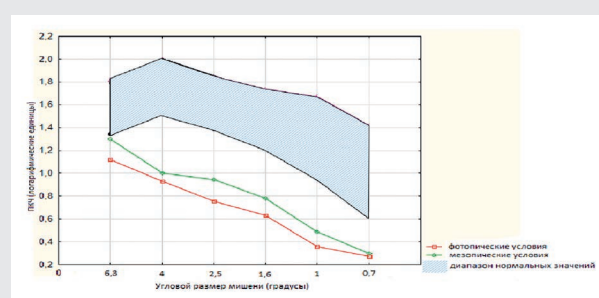
**РИС. 1.**  
Кривая дефокусировки средних показателей остроты зрения после имплантации «МИОЛ-Рекорд-3».



**РИС. 2.**  
Кривая дефокусировки пациентки М. с наилучшими показателями остроты зрения.



**РИС. 3.**  
Кривая дефокуса пациента А. с отягощенным общесоматическим статусом.



**РИС. 4.**  
Средние значения пространственно-контрастной чувствительности для «МИОЛ-Рекорд-3» в мезопических условиях и условиях световой засветки.

ангиоретинопатии сетчатки, фиброзом задней капсулы хрусталика и возможными последствиями перенесенного микроинсульта, во втором случае объяснялось прогрессирующим дистрофическим изменением сетчатки. При этом визуальные показатели первого пациента были достаточными для обеспечения зрения вблизи и вдаль (0,4 и 0,6 с коррекцией, соответственно). Острота зрения второй пациентки уменьшилась с 0,8 до 0,5 вдаль, с 0,4 до 0,3 на среднем расстоянии и с 0,5 до 0,4 вблизи. Однако, полученные функциональные результаты были приемлемыми для выполнения повседневных бытовых дел и позволяли пациентам обходиться без очков.

Пациентка с бинокулярной имплантацией «МИОЛ-Рекорд-3», ввиду отсутствия сопутствующей общесоматической и глазной патологии, показала наилучшие результаты остроты зрения. Бинокулярно острота зрения вдаль составила 1,0, острота зрения вблизи 0,5, на промежуточном расстоянии 0,6. Рассмотренный пример позволяет сделать выводы о возможности получения более высоких показателей остроты зрения у пациентов с бинокулярной имплантацией «МИОЛ-Рекорд-3», сопровождающейся полной очковой независимостью.

Оценка полученных функциональных результатов, проведенная с применением опросника VF-14, выявила улучшение качества жизни пациентов в отдаленном послеоперационном периоде после хирургического лечения катаракты с имплантацией данной модели ИОЛ.

По своему характеру фотопические феномены были сходными со световыми явлениями после имплантации других моделей мультифокальных линз и объяснялись конструктивными особенностями мультифокальной оптики ИОЛ. Прохождение световой волны через прямоугольный дифракционный профиль характеризуется наложением получаемых расфокусированных изображений на основной в данный момент фокус, что также свойственно всем трифокальным МИОЛ. Фотопические явления, являющиеся следствием этого физического явления, переносились пациентами спокойно и уменьшались по мере увеличения продолжительности послеоперационного периода.

Немаловажное значение степенью удовлетворенности полученными результатами сыграло предоставление пациентам полной информации о возможностях имплантируемой мультифокальной оптики до операции, прогностических показателях остроты зрения с учетом их трудовой деятельности, а также безусловная мотивация пациентов не использовать очковую коррекцию. Таким образом, прошедший длительный период нейроадаптации и соответствие предоперационных требований и ожиданий полученным послеоперационным результатам явились определяющим фактором удовлетворенности пациентов полученным качеством зрения после имплантации мультифокальной ИОЛ «МИОЛ-Рекорд-3».

Наличие сопутствующей глазной патологии и общесоматических заболеваний (сахарный диабет, макулярная дегенерация сетчатки, нарушения мозгового кровообращения и др.) снижают функциональные результаты при имплантации «МИОЛ-Рекорд-3». В связи с этим всестороннее обследование перед операцией с выявлением фоновых заболеваний, способных снизить послеоперационный результат в будущем, наряду с тщательным отбором пациентов повы-

шают шансы на получение максимально высоких визуальных исходов и независимости от очков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пивоваров Н.Н., Дементьев Д.Д., Паштаев Н.П., Суркова Е.Н. Виртуальные диафрагмы – простая альтернатива мультифокальным ИОЛ? Вестник ОГУ. 2014. № 12. С. 257-260.  
*Pivovarov N.N., Dement'ev D.D., Pashtaev N.P., Surkova E.N. Virtual'nye diaphragmy – prostaya al'ternativa mul'tifokal'nym IOL? Vestnik OGU. 2014. № 12. S. 257-260.*
2. Чередник В.И., Треушников В.М. Мультифокальные интраокулярные линзы. Современные наукоемкие технологии. 2006. № 7. С. 101-103.  
*Cherednik V.I., Treushnikov V.M. Mul'tifokal'nye intraokulyarnye linzy. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2006. № 7. S. 101-103.*
3. Горноста́й А.В. Расчёт и изготовление дифракционной интраокулярной линзы, применяемой для лечения катаракты. Информационные технологии и нанотехнологии. 2017. С. 77-85.  
*Gornostai A.V. Raschet i izgotovlenie difraktsionnoi intraokulyarnoi linzy, primenyaemoi dlya lecheniya katarakty. Informatsionnye tekhnologii i nanotekhnologii. 2017. S. 77-85.*
4. Малюгин Б.Э., Соболев Н.П., Фомина О.В. Анализ функциональных результатов имплантации новой модели трифокальной интраокулярной линзы. Офтальмохирургия. 2017. № 4. С. 6-14.  
*Malyugin B.E., Sobolev N.P., Fomina O.V. Analiz funktsional'nykh rezul'tatov implantatsii novej modeli trifokal'noj intraokulyarnoj linzy. Oftalmohirurgiya. 2017. № 4. S. 6-14.*
5. Темиров Н.Н. Коррекция афакии различного генеза мультифокальными интраокулярными линзами с асимметричной ротационной оптикой: автореф. дис. ... к. м. н. Москва, 2015.  
*Temirov N.N. Korrekciya afakii razlichnogo geneza mul'tifokal'nymi intraokulyarnymi linzami s asimmetrichnoj rotatsionnoj optikoj: avtoref. dis. ... k. m. n. Moskva, 2015.*
6. Досколович Л.Л., Казанский Н.Л., Со́йфер В.А. Расчет бинарных дифракционных оптических элементов для фокусировки в заданную двумерную область. Компьютерная оптика. 1998. № 18. С. 16-24.  
*Doskolovich L.L., Kazanskij N.L., Sojfer V.A. Raschet binarnyx difraktsionnykh opticheskikh elementov dlya fokusirovki v zadannuyu dvumernuyu oblast'. Komp'yuternaya optika. 1998. № 18. S. 16-24.*
7. Gundersen KG. Trifocal intraocular lenses: a comparison of the visual performance and quality of vision provided by two different lens designs. Clin Ophthalmol. 2017. № 11. P. 1081-1087.
8. Cohen A.L. Multifocals using phase shifting: patent US 5 017 000 (21.05.1991).
9. Swanson G.J. Diffractive trifocal intra-ocular lens design: patent US № 5. 344.447 (06.09.1994).
10. Valle P.J., Oti J.E., Canales V.F., Cagigal M.P. Visual axial OSF of diffractive trifocal lenses. Optics Express. 2005. № 13. P. 2782-2792.
11. Чередник В.И., Треушников В.М. Первая трифокальная интраокулярная линза. Визит к офтальмологу. 2007. № 9. С. 2-17.  
*Cherednik V.I., Treushnikov V.M. Pervaya trifokal'naya intraokulyarnaya linza. Vizit k oftalmologu. 2007. № 9. S. 2-17.*
12. Voskresenskaya A.A., Pozdeyeva N.A., Pashtaev N.P., Batkov Y.N., Treushnicov V.M., Cherednik V.I. Initial results of trifocal diffractive IOL implantation. Greafe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. 2010. Vol. 248. № 9. P. 1299-1306.
13. Поздеева Н.А., Паштаев Н.П. Первый опыт имплантации трифокальной дифракционно-рефракционной интраокулярной линзы с прямоугольным профилем дифракционной структуры «МИОЛ-Рекорд-3». Вестник ОГУ. 2007. № 78. С. 156-158.  
*Pozdeeva N.A., Pashtaev N.P., Perviy opyt implantatsii trifokal'noj difraktsionno-refraktsionnoj intraokulyarnoj linzy s pryamougol'nym profilem difraktsionnoj struktury «MIOL-Rekord-3». Vestnik OGU. 2007. № 78. S. 156-158.*