

DOI: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2018-2-67-74>  
УДК 617.741-004.1

## Сравнение зрительной реабилитации с применением трифокальных и бифокальных интраокулярных линз (обзор литературы)

Э.В. Бойко<sup>1, 2, 3</sup>, Д.А. Винницкий<sup>2, 4</sup>

<sup>1</sup> ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Санкт-Петербургский филиал;

<sup>2</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург;

<sup>3</sup> Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург;

<sup>4</sup> ГБУЗ РК «Коми республиканская клиническая больница»

### РЕФЕРАТ

В обзоре рассмотрены основные факторы, влияющие на зрительную реабилитацию пациентов с применением имплантации различных моделей мультифокальных интраокулярных линз. Имплантация мультифокальных интраокулярных линз значительно улучшает остроту зрения и обеспечивает хорошее зрение вдаль, вблизи и на промежуточном расстоянии, тем самым повышая качество жизни пациента после оперативного лечения катаракты. Послеоперационный астигматизм, диаметр зрачка, острота зрения на промежуточных дистанциях, пространственно-контрастная чувствительность значительно влияют на полученные зрительные функции и возможность достижения зрительной независимости. Несмотря на полученную в результате им-

плантации высокую остроту зрения, часть пациентов жалуется на появление «гало»-эффектов, что связано с особенностями строения оптики мультифокальных интраокулярных линз. По сравнению с трифокальными, бифокальные интраокулярные линзы, с одной стороны, менее требовательны к диаметру зрачка и имеют лучшие показатели контрастной чувствительности, с другой стороны – уступают по остроте зрения на промежуточных расстояниях.

**Ключевые слова:** мультифокальная интраокулярная линза (ИОЛ), бифокальная ИОЛ, трифокальная ИОЛ, хирургия катаракты, острота зрения, контрастная чувствительность. ■

**Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в отношении содержания настоящего обзора.**

Офтальмохирургия. – 2018. – № 2. – С. 67–74.

### ABSTRACT

#### Rehabilitation of patients after implantation of bifocal and trifocal intraocular lens

E.V. Boiko<sup>1, 2, 3</sup>, D.A. Vinnitskiy<sup>2, 4</sup>

<sup>1</sup> The St.-Petersburg Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, St.-Petersburg;

<sup>2</sup> The I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St.-Petersburg;

<sup>3</sup> The S.M. Kirov Military Medical Academy, St.-Petersburg;

<sup>4</sup> The Komi Republic Hospital, Syktyvkar

The article considers the primary factors affecting patients' rehabilitation after implantation of different multifocal intraocular lens models during cataract surgeries. In general, implantation of multifocal intraocular lenses significantly improves visual acuity and provides a good vision in the far near and intermediate distances thereby improving the quality of life of the patient after surgical treatment of cataract. Postsurgical astigmatism, pupil diameter, visual acuity at intermediate distances and contrast sensitivity affect acquired visual functions and the ability to achieve visual independence. At the same time, notwithstanding the obtained high visual acuity, patients complain of having halo effects after multifocal intraocular lens implantation.

Abovementioned characteristics are linked to the structural features of multifocal intraocular lenses' optics. Compared to trifocal intraocular lenses, bifocal intraocular lenses are less demanding of a pupil diameter and demonstrate better contrast sensitivity, but intermediate distance visual acuity is impaired.

**Key words:** multifocal intraocular lens (IOL), bifocal IOL, trifocal IOL, cataract surgery, visual acuity, contrast sensitivity. ■

**No author has a financial or proprietary interest in the contents of the present review.**

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. – 2017. – No. 1. – P. 67–74.

### Для корреспонденции:

Винницкий Денис Андреевич, врач ГБУЗ РК «Коми республиканская больница»

E-mail: [denvinnit@gmail.com](mailto:denvinnit@gmail.com)

## АКТУАЛЬНОСТЬ

После удаления нативного хрусталика при катарактальной или рефракционной хирургии зрительная реабилитация достигается за счет имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ). В последние годы широко изучаются возможности применения мультифокальных ИОЛ (МИОЛ) вместо монофокальных [14]. Следует отметить, что имплантация МИОЛ в сравнении с монофокальными способна уменьшить зависимость пациента от использования очков, обеспечить хорошее зрение на различных расстояниях и тем самым повысить качество жизни пациентов [10]. Между тем, ряд пациентов не вполне доволен полученными результатами [48], что зачастую связано с явлениями фотопсии, отсутствием четкого зрения на различных дистанциях, снижением контрастной чувствительности, неоправданными ожиданиями [50].

**Зрительная независимость**

Достижение зрительной независимости у пациента, т.е. отказ от использования очков после хирургии катаракты, возможно в следующих случаях: при хорошей аккомодирующей способности артифактного глаза или при имплантации МИОЛ. Функция аккомодации артифактного глаза возможна благодаря перемещению ИОЛ внутри капсульного мешка при акте аккомодации за счет сокращения цилиарной мышцы и смещения вперед витреальной полости, фокус тем самым смещается кпереди и обеспечивает определенный объем аккомодации [1]. Так, при смещении ИОЛ толщиной 1 мм вперед можно получить аккомодационный ответ в 0,8 дптр в случае миопического глаза при длине передне-заднего отрезка (ПЗО – 26,04 мм); 1,3 дптр – при эметропии (ПЗО – 24,09 мм) и 1,35 дптр – при гиперметропии (ПЗО – 22,02 мм) [51]. Фактически же максимальная смещаемость «аккомодирующей» ИОЛ после пилокарпиновой стимуляции не превышает 0,59 мм, что может соответствовать увеличению преломляющей силы ИОЛ не более чем на 0,75 дптр, что явно недостаточно для комфортной работы на близком

расстоянии, особенно с мелкими деталями [37]. После имплантации монофокальных ИОЛ пациенты отмечали необходимость использования коррекции: для близи – в 78,4%, для дали – 53,8% случаев [39].

**Мультифокальные ИОЛ**

Мультифокальные линзы могут быть как рефракционными, так и дифракционно-рефракционными. В первом случае мультифокальность обеспечивается за счет радиальной зависимости преломляющей силы линзы (посредством изменения кривизны, или коэффициента преломления). Во втором – используется свойство самого явления дифракции давать несколько дифракционных максимумов [9]. В данной статье будут рассмотрены оптические свойства дифракционно-рефракционных МИОЛ. Одно из первых клинических исследований по результатам имплантации МИОЛ проводилось в 1980-х годах по линзе, разработанной Allen L. Cohen. Это была твердая заднекамерная ИОЛ с пятью рефракционными зонами [24]. На территории Российской Федерации одна из первых мультифокальных линз – ИОЛ «Градиол» – была разработана коллективом авторов из МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова [15]. Основными проблемами, с которыми столкнулись при имплантации МИОЛ, при улучшении остроты зрения были следующие: зрачковая зависимость, снижение как зрения на промежуточных расстояниях, так и контрастной чувствительности [7, 26]. Современные модели МИОЛ, как правило, дифракционно-рефракционные. По количеству фокусных расстояний они делятся на три- и бифокальные. Двухфокусные ИОЛ, обеспечивая прекрасное зрение вблизи и вдали, обладают существенным недостатком – отсутствием зрения на промежуточных дистанциях, в отличие от трехфокусной ИОЛ, которая позволяет обеспечить пациенту в послеоперационном периоде качественное зрение на любых дистанциях за счет плавного распределения световой энергии между тремя фокусами [16].

**Бифокальные ИОЛ**

В случае коррекции интраокулярной афакии мультифокальными линзами наиболее частым вы-

бором офтальмохирурга являются бифокальные дифракционно-рефракционные ИОЛ [40]. Самыми популярными бифокальными ИОЛ являются «AcrySof Restor®» фирмы Alcon (США), которые выпускаются двух видов (различия по аддидации), «МИОЛ-Аккорд» фирмы «Репер-НН» (Россия), ИОЛ M-flex® фирмы Rayner (Великобритания). Основные технические особенности этих ИОЛ, взятые с официальных сайтов фирм-производителей, представлены в *табл. 1*.

Имплантация бифокальных интраокулярных линз дает хорошие функциональные результаты и характеризуется высокой удовлетворенностью пациента проведенным оперативным лечением. В то же время основными проблемами остаются несколько сниженная пространственно-контрастная чувствительность (далее – ПКЧ) и сниженная острота зрения на промежуточных расстояниях [17, 29, 32, 47].

**Трифокальные ИОЛ**

Наиболее распространенными моделями трифокальных интраокулярных линз являются следующие виды ИОЛ: производства фирмы CARL ZEISS – AT LISA® tri 839MP, в том числе с торическим компонентом – AT LISA® tri toric 939MP; производства фирмы Phvisiol – FINEVISION MicroF с вариантом для имплантации через разрез 1,8 мм; новая ИОЛ AcrySof® IQ PanOptix® фирмы Alcon (США) с возможностью коррекции астигматизма. Российские линзы представлены ИОЛ «МИОЛ-Рекорд» производства ООО «Репер-НН». Их основные характеристики, взятые с официальных сайтов производителей, представлены в *табл. 2*.

Множество исследований как российских, так и зарубежных авторов, проведенных по результатам коррекции афакии с помощью вышеперечисленных трифокальных дифракционно-рефракционных ИОЛ, показывают хорошую функциональную реабилитацию пациентов после имплантации трифокальных линз [17, 21, 22]. Правда, зачастую эти же авторы констатируют снижение после имплантации трифокальных ИОЛ пространственно-контрастной чувствительности у пациентов, а также отмечают, что

Таблица 1

## Технические характеристики бифокальных ИОЛ

Table 1

## Technical characteristics of bifocal IOL

| Название ИОЛ<br>Name of IOL                                                                   | AcrySof® IQ ReSTOR®                                                                                                                                                                                             |             | МИОЛ-Аккорд<br>MIOL-Akkord                                                                                                                                                                    | M-flex®                                                        |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Фирма-производитель<br>Manufacturer company                                                   | Alcon (США)<br>(USA)                                                                                                                                                                                            |             | ООО «Репер-НН» (Россия)<br>Reper NN (Russia)                                                                                                                                                  | Rayner (Великобритания)<br>(Great Britain)                     |                       |
| Материал изготовления ИОЛ<br>Material of IOL                                                  | Акриловый<br>и метилакриловый<br>сополимер<br>Acrylic and methyl<br>acrylic copolymer                                                                                                                           |             | Гидрофобный акрил,<br>пространственно-сшитый полимер<br>плотностью 1,12 г/см <sup>3</sup><br>Hydrophobic acryl, spatially<br>cross-linked polymer<br>with a density of 1.12 g/cm <sup>3</sup> | Гидрофильный акрил<br>Hydrophilic acryl                        |                       |
| Аддиция<br>для близи, в дптр<br>Diopter addition for near distance                            | +2,5                                                                                                                                                                                                            | +3,0        | +4,0                                                                                                                                                                                          | +3,0                                                           | +4,0                  |
| Наличие УФ фильтра<br>UV-filter                                                               | Есть<br>Yes                                                                                                                                                                                                     | Есть<br>Yes | Есть<br>Yes                                                                                                                                                                                   | Есть<br>Yes                                                    |                       |
| Диаметр оптической части<br>линзы, в мм<br>Diameter of IOL optic part in mm                   | 6,0                                                                                                                                                                                                             | 6,0         | 6,0                                                                                                                                                                                           | 5,75                                                           | 6,0                   |
| Диаметр дифракционной<br>зоны, в мм<br>Diameter of the diffraction zone                       | 3,4                                                                                                                                                                                                             | 3,6         | 5,0                                                                                                                                                                                           | Нет данных<br>No data                                          | Нет данных<br>No data |
| Диаметр центральной<br>рефракционной зоны, в мм<br>Diameter of the central<br>refraction zone | 0,94                                                                                                                                                                                                            | 0,86        | 0,96                                                                                                                                                                                          | Нет данных<br>No data                                          | Нет данных<br>No data |
| Общий диаметр ИОЛ, в мм<br>Overall IOL diameter in mm                                         | 13                                                                                                                                                                                                              | 13          | 12,5                                                                                                                                                                                          | 12,0                                                           | 12,5                  |
| Тип преломления<br>Type of refraction                                                         | Бифокальная дифракционно-рефракционная оптика<br>Bifocal diffractive-refractive optics                                                                                                                          |             |                                                                                                                                                                                               |                                                                |                       |
| Расположение дифракционной<br>структуры<br>Position of the diffraction lattice                | На передней поверхности ИОЛ<br>On the anterior IOL surface                                                                                                                                                      |             | На задней поверхности ИОЛ<br>On the posterior IOL surface                                                                                                                                     | На передней поверхности ИОЛ<br>On the anterior IOL surface     |                       |
| Потеря светового потока<br>Loss of light flow                                                 | 15,5%                                                                                                                                                                                                           |             | 15 %                                                                                                                                                                                          | 14 %                                                           |                       |
| Распределение светового потока<br>Distribution of light<br>for different distances            | Для близи – 25,5%;<br>для дали – 59%*<br>* Распределение светового<br>потока после его потери<br>при дифракции.<br>Near – 25,5%;<br>far – 59%*<br>*Distribution of light flow<br>after its loss in diffraction. |             | Для близи – 50%;<br>для дали – 50%<br>Near – 50%;<br>far – 50%                                                                                                                                | Для близи – 35%;<br>для дали – 65%<br>Near – 35%;<br>far – 65% |                       |
| Расстояние резкого видения<br>для близи, в см<br>Near distance of best vision<br>acuity in cm | 53                                                                                                                                                                                                              | 40          | 30                                                                                                                                                                                            |                                                                |                       |
| Количество дифракционных шагов<br>Amount of the diffractive steps                             | 7                                                                                                                                                                                                               | 9           | 24                                                                                                                                                                                            | 4                                                              | 5                     |

Таблица 2

## Характеристики трифокальных ИОЛ

Table 2

## Characteristics of trifocal IOL

| Название ИОЛ<br>Name of IOL                                                     | AT LISA®                                                                                                             | FINEVISION MicroF                                                                                               | AcrySof® IQ PanOptix®                                                                                           | МИОЛ-Рекорд<br>MIOL-Rekord                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Фирма-производитель Manufacturer<br>company                                     | CARL ZEISS (Германия)<br>(Germany)                                                                                   | PhysiOL (Франция)<br>(France)                                                                                   | Alcon (США)<br>(USA)                                                                                            | ООО «Репер – НН» (Россия)<br>Reper NN (Russia)                                                                                                                                    |
|                                                                                 | Технические характеристики<br>Technical parameters                                                                   |                                                                                                                 |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                   |
| Материал изготовления ИОЛ<br>Material of IOL                                    | Гидрофильный акрил 25%<br>с гидрофобной поверхностью линзы<br>Hydrophilic acryl 25%<br>with hydrophobic lens surface | Гидрофильный акрил 25%<br>Hydrophilic acryl 25%                                                                 | Гидрофобный сополимер акрилата и метакрилата<br>Hydrophobic copolymer of acrylate and methacrylate              | Гидрофобный акрил, пространственно-сшитый полимер плотностью 1,12 г/см <sup>3</sup><br>Hydrophobic acryl, spatially cross-linked polymer with a density of 1.12 g/cm <sup>3</sup> |
| Наличие УФ-фильтра<br>UV-filter                                                 | Есть<br>Yes                                                                                                          | Есть<br>Yes                                                                                                     | Есть<br>Yes                                                                                                     | Есть<br>Yes                                                                                                                                                                       |
| Диаметр оптической части линзы, в мм<br>Diameter of IOL optic part in mm        | 6,0                                                                                                                  | 6,15                                                                                                            | 6,0                                                                                                             | 6,0                                                                                                                                                                               |
| Общий диаметр ИОЛ, в мм<br>Overall diameter in mm                               | 11                                                                                                                   | 10,75                                                                                                           | 13,0                                                                                                            | 12,0                                                                                                                                                                              |
| Тип преломления<br>Type of refraction                                           | Трифокальная рефракционно-дифракционная оптика<br>Trifocal diffractive-refractive optics                             |                                                                                                                 |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                   |
| Расположение дифракционной структуры<br>Position of the diffraction lattice     | На задней поверхности ИОЛ<br>On the posterior IOL surface                                                            | На задней поверхности ИОЛ<br>On the posterior IOL surface                                                       | На передней поверхности ИОЛ<br>On the anterior IOL surface                                                      | На задней поверхности ИОЛ<br>On the posterior IOL surface                                                                                                                         |
| Аддиция для близи, в дптр<br>Diopter addition for near distance                 | +3,33                                                                                                                | +3,5                                                                                                            | +3,25                                                                                                           | + 5,0                                                                                                                                                                             |
| Аддиция для среднего расстояния, в дптр<br>Diopter addition for medium distance | +1,6                                                                                                                 | +1,75                                                                                                           | +2,17                                                                                                           | +2,5                                                                                                                                                                              |
| Потеря светового потока<br>Loss of light flow                                   | 14,3%                                                                                                                | 15%                                                                                                             | 12%                                                                                                             | 15%                                                                                                                                                                               |
| Распределение светового потока<br>Distribution of light for different distances | Для близи – 30%;<br>для средней дистанции – 20%;<br>для дали – 50%<br>Near – 30%;<br>medium – 20%;<br>far – 50%      | Для близи – 35%;<br>для средней дистанции – 20%;<br>для дали – 45%<br>Near – 35%;<br>medium – 20%;<br>far – 45% | Для близи – 25%;<br>для средней дистанции – 25%;<br>для дали – 50%<br>Near – 25%;<br>medium – 25%;<br>far – 50% | Для близи – 25%;<br>для средней дистанции – 25%;<br>для дали – 50%<br>Near – 25%;<br>medium – 25%;<br>far – 50%                                                                   |
| Расстояние резкого зрения, в см<br>Distance of best vision acuity in cm         | для близи – 40;<br>средняя дистанция – 80<br>Near – 40;<br>medium – 80                                               | для близи – 35;<br>средняя дистанция – 75<br>Near – 35;<br>medium – 75                                          | для близи – 44;<br>средняя дистанция – 60<br>Near – 44;<br>medium – 60                                          | для близи – 25;<br>средняя дистанция – 50<br>Near – 25;<br>medium – 50                                                                                                            |

в некоторых случаях относительная зрачковая зависимость снижает качество зрения [25]. В этой связи выбор пациента для имплантации трифокальных дифракционно-рефракционных ИОЛ должен проводиться достаточно скрупулезно.

#### Факторы, влияющие на качество зрения в послеоперационном периоде

Качество зрения и удовлетворенность пациента будет зависеть от таких факторов, как диаметр зрачка, нейроадаптация, контрастная чувствительность, острота зрения на всех, в том числе на промежуточных расстояниях, послеоперационный астигматизм, прозрачность задней капсулы, положение ИОЛ в хрусталиковой сумке.

#### Диаметр зрачка

Большинство мультифокальных линз зависят от диаметра зрачка: при уменьшении размера зрачка до диаметра центральной части линзы в условиях яркого освещения ее периферическая часть находится за радужкой, и мультифокальные свойства сводятся на нет. Однако рефракционно-дифракционные ИОЛ менее зависят от размера зрачка за счет особенностей нанесения дифракционного профиля на поверхность оптической части ИОЛ [6]. С другой стороны, слишком большой диаметр зрачка может привести к расфокусировке изображения и снижению контрастной чувствительности. Согласно ряду исследований [20, 30], диаметр зрачка должен быть не менее 3,4 мм для успешного функционирования мИОЛ, подразумевающего высокую остроту зрения вблизи при хорошей контрастной чувствительности. Однако часть авторов отмечают хорошие функциональные результаты при меньшем диаметре зрачка [4, 43], что связано с рефракционно-дифракционным строением оптической части линзы. С практической точки зрения наличие ригидного зрачка, или миозии, заставляет задуматься об имплантации мИОЛ.

#### Нейроадаптация

Нейроадаптация – важный элемент существования человека, влияющий на когнитивные, поведен-

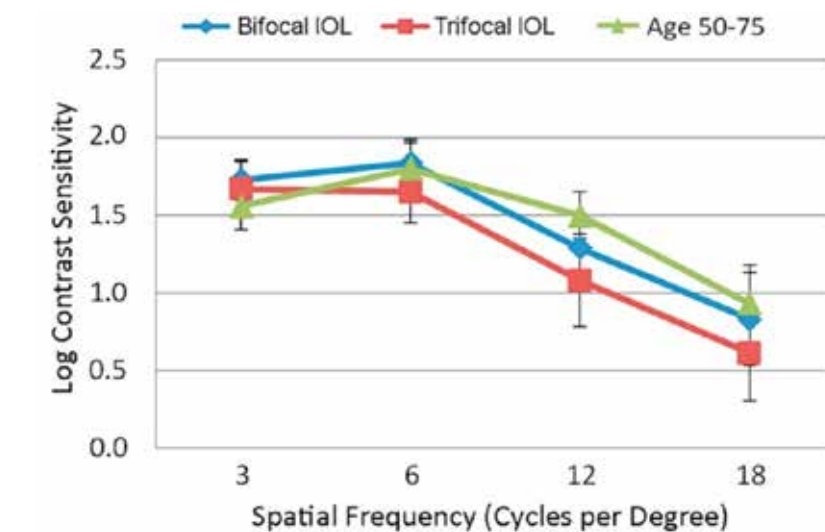


Рис. 1. Сравнение ПКЧ у пациентов после имплантации бифокальных и трифокальных ИОЛ (Jonker S.M., Bauer N.J., 2015)

Fig. 1. Comparison of contrast sensitivity after implantation of bifocal and trifocal IOL (Jonker S.M., Bauer N.J., 2015)

ческие, эмоциональные функции, пространственную ориентацию. В случае имплантации мИОЛ на сетчатке появляется два или три основных фокуса, при этом один из них должен быть доминирующим для обеспечения адекватной остроты зрения [8]. Нейроадаптация будет зависеть также от полученной остроты зрения на разных дистанциях, пространственно-контрастной чувствительности, состояния центральной нервной системы, степени бифокального функционирования [42]. Хорошие оптические функции после коррекции афакии мультифокальными линзами при сниженной нейроадаптации не смогут компенсировать пациенту неудовлетворенность полученными результатами, что, в конечном счете, скажется на качестве жизни и в дальнейшем, возможно, потребует эксплантации ИОЛ [18]. Следует учитывать состояние здоровья пациента в целом, как физического, так и психического. Так, наличие лабильного психотипа или энцефалопатии у пациента должно насторожить офтальмохирурга: возможно, следует воздержаться от имплантации мИОЛ [31].

#### Контрастная чувствительность

Довольно значимым фактором послеоперационной реабилитации пациентов является простран-

ственно-контрастная чувствительность, которая зависит от диаметра зрачка, положения линзы в капсульном мешке и прозрачности задней капсулы [36, 38]. Повышенная слепимость, сниженная контрастная чувствительность и зрачковазависимость являются наиболее значимыми проблемами, обусловленными особенностями конструкции мИОЛ [44]. Степень снижения ПКЧ прямо пропорциональна числу оптических зон в ИОЛ из-за засвета сетчатки в результате отблеска светового потока от колец дифракционной решетки [41]. Сравнение ПКЧ у пациентов после имплантации бифокальных и трифокальных мИОЛ показано на рис. 1, где видно снижение контрастной чувствительности на различных частотах в случае артефакции, особенно после имплантации трифокальных мИОЛ [29].

Снижение функции контрастной чувствительности связано также с делением светового потока на несколько пучков и появлением ввиду этого таких субъективных визуальных явлений, как засветы, проблиски, вспышки, ореолы, блики вокруг источников света [49]. После имплантации мультифокальных линз риск возникновения фотопсихических феноменов в 3,5 раза больше, чем у пациентов с имплантированными монофокальными линзами [36].

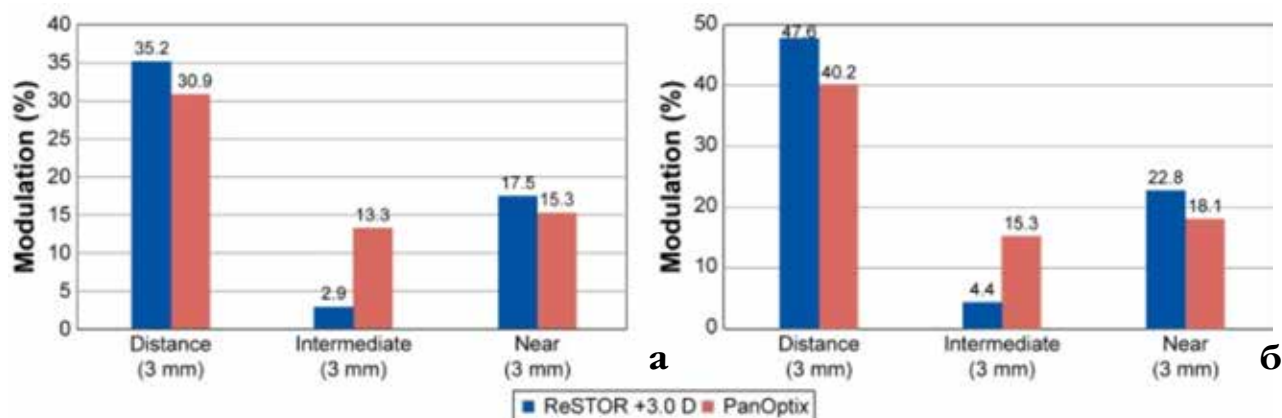


Рис. 2. Сравнение частотно-контрастных характеристик трифокальной ИОЛ AcrySof® IQ PanOptix® и бифокальной ИОЛ AcrySof® IQ ReSTOR® (Lee S., Choi M., 2016)

Fig. 2. Modulation transfer function values of the AcrySof® IQ PanOptix and AcrySof® IQ ReSTOR® intraocular lenses (Lee S., Choi M., 2016)

### Острота зрения на промежуточных расстояниях

Максимальный реабилитационный эффект (зрение на промежуточных расстояниях) при оперативном лечении катаракты наблюдается при имплантации трифокальной ИОЛ [17, 29, 33]. Авторы приводят следующие показатели остроты зрения на средних расстояниях:  $0,32 \pm 0,15$  logMAR и  $0,42 \pm 0,01$  для трифокальных ИОЛ и  $0,23 \pm 0,08$  logMAR и  $0,14 \pm 0,01$  – для бифокальных ИОЛ. При сравнении частотно-контрастных характеристик трифокальной ИОЛ AcrySof® IQ PanOptix® и бифокальной ИОЛ AcrySof® IQ ReSTOR® видно улучшения показателей на промежуточных расстояниях, что показано на рис. 2 [35].

В конечном счете, качество зрения на промежуточном расстоянии будет влиять на необходимость использования дополнительных средств коррекции зрения, что негативно отражается на субъективном удовлетворении пациента.

### Астигматизм

Наличие астигматизма в послеоперационном периоде негативно скажется на зрительной независимости пациента, что очень актуально при имплантации мультифокальных ИОЛ, так как необходимость использования дополнительных средств коррекции не только сводит на нет саму идею мультифокальных линз, но и влечет за собой субъективное неудовлетворение пациента. Нали-

чие остаточного астигматизма более одной диоптрии после имплантации рефракционно-дифракционных как бифокальных, так и трифокальных ИОЛ негативно сказывается на остроте зрения и требует дополнительной коррекции [27]. Для профилактики индукции астигматизма при хирургии катаракты основной туннельный разрез должен производиться по наиболее сильному меридиану, при этом избегая носовой стороны [5]. Использование туннельных разрезов в хирургии катаракты является обязательным условием для имплантации мИОЛ, так как данные доступы вызывают малый индуцированный астигматизм [23]. Применение фемтосекундного лазера позволяет получить роговичные разрезы любой конфигурации с высокой точностью параметров с минимальным влиянием на преломляющую силу роговицы [12].

### Вторичная катаракта

По данным исследователей, частота помутнения задней капсулы хрусталика, требующая оперативного лечения, составляет от 10 до 50% [2]. К профилактике помутнения задней капсулы хрусталика можно отнести хирургические методики (такие как широкий передний капсулорексис, разрушение зон роста хрусталиковых волокон в экваториальной зоне, полировка задней капсулы и первичный задний капсулорексис) и конструктивные особенности ИОЛ. Первичный задний капсу-

лорексис, выполняемый в ходе хирургии катаракты, особенно актуален при имплантации мультифокальных ИОЛ [3]. Даже незначительное помутнение задней капсулы может привести к снижению контрастной чувствительности и порой света на нет все преимущества мИОЛ, а также может потребовать YAG-лазерной дисцизии задней капсулы.

### Положение мИОЛ в капсульном мешке

Качество зрения пациентов во многом зависит от положения мИОЛ в капсульном мешке, и даже незначительная децентрация линзы может привести к негативным результатам хирургического лечения катаракты [28]. Конструкция мИОЛ такова, что центральная часть должна находиться в центральной зрачковой зоне, а рефракционные и дифракционные компоненты линзы периферичнее, тем самым создавая ее мультифокальность. В случаях децентрации линзы более 0,25 мм, возникающей при различных сопутствующих патологиях связочного аппарата хрусталика, наблюдается смещение центральной части ИОЛ, что ведет к индукции астигматизма, аметропии и снижению зрительных функций [11]. При наличии патологии связочного аппарата перед имплантацией мИОЛ необходимо провести ультразвуковую биомикроскопию для определения сохранности цинновой связки. В случае выраженного дефекта связочного аппарата име-

ет смысл воздержаться от имплантации МИОЛ. Также важную роль играет передний капсулорексис: по данным исследователей, диаметр переднего капсулорексиса 5,5 мм предпочтительнее диаметра 6 мм, так как при этом риск децентрации ИОЛ сведен к минимуму. Выполнение таких точных размеров возможно только при использовании фемтосекундного лазера в хирургии катаракты [13, 45].

### Субъективная удовлетворенность

Как правило, при достижении хороших зрительных функций пациенты показывают высокую субъективную удовлетворенность после имплантации МИОЛ. После имплантации трифокальных МИОЛ независимость от очков наблюдается в 80% в сравнении с 50% при коррекции афакии бифокальными МИОЛ [34]. Однако ряд пациентов недоволен полученными результатами. Основные причины неудовлетворенности связаны с остаточной аметропией или астигматизмом, помутнением задней капсулы хрусталика, выраженным синдромом «сухого глаза» [48, 50]. Имплантация мультифокальных линз в различных комбинациях – трифокальная ИОЛ на одном глазу и бифокальная ИОЛ на парном глазу [19], комбинация бифокальных ИОЛ с различной аддитацией [47], монофокальной и различными вариантами МИОЛ – показывает высокую удовлетворенность больных проведенным лечением. Двухсторонняя имплантация бифокальных или трифокальных ИОЛ обеспечивает не только высокую удовлетворенность пациента, но и хорошие зрительные функции [14, 46]. Снижение контрастной чувствительности и повышение ослепляемости у пациентов зачастую компенсируются отсутствием зависимости от очковой коррекции при выполнении большинства зрительных задач, обеспечивая их удовлетворенность полученными результатами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имплантация мультифокальных интраокулярных линз улучшает остроту зрения на различных дистанциях, тем самым предостав-

ляя пациенту зрительную независимость. По сравнению с бифокальными, трифокальные ИОЛ обеспечивают лучшее зрение на средних расстояниях. Однако ряд оптических феноменов (дисфотопсия, ослепляемость ярким светом, сниженная ПКЧ), которые характерны для всех мультифокальных ИОЛ дифракционно-рефракционного типа, наблюдаются чаще при коррекции афакии трифокальными ИОЛ. Зрительные функции после имплантации МИОЛ будут зависеть от остаточного астигматизма, положения ИОЛ в капсульном мешке, остроты зрения на промежуточных расстояниях, диаметра зрачка и нейроадаптации больного к полученным результатам. Коррекция афакии МИОЛ с учетом вышеперечисленных факторов не только позволяет добиться улучшения остроты зрения, но и значительно повышает качество жизни пациента.

### ЛИТЕРАТУРА

- Алиев А.Г.Д., Исмаилов М.И. Исследование феномена псевдоаккомодации при интраокулярной коррекции афакии // Офтальмохирургия. – 1999. – № 4. – С. 38–42.
- Балашевич Л.И., Тахтаев Ю.В., Радченко А.Г. Задний капсулорексис в ходе фазоэммульсификации при прозрачной задней капсуле хрусталика // Офтальмохирургия. – 2008. – № 1. – С. 36–41.
- Белый Ю.А., Терешенко А.В., Федотова М.В. Профилактика помутнений задней капсулы хрусталика после хирургии катаракты. Обзор // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2009. – Т. 9, № 3. – С. 4–10.
- Воронин Г.В., Мамиконян В.Р., Шелудченко В.М., Нарбут М.Н. Клинические результаты коррекции афакии мультифокальными интраокулярными линзами // Вестник офтальмологии. – 2017. – Т. 133, № 1. – С. 37–41.
- Гринев А.Г. Астигматизм в хирургии катаракты // Вестник офтальмологии. – 2004. – Т. 120, № 6. – С. 52–55.
- Искаков И.А., Ермакова О.В. К вопросу о конструктивных особенностях дифракционно-рефракционных интраокулярных линз: Обзор // Офтальмохирургия. – 2008. – № 3. – С. 27–29.
- Карамян А.А. Мультифокальные интраокулярные линзы, современные аспекты коррекции афакии: Автореферат дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1993. – 40 с.
- Коваленко Ю.А., Фортигина Ю.А., Казанцев А.Н. Д. лазерная коррекция пресбиопии с использованием технологий Presbylasik и Supracor // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. – 2016. – Т. 4, № 3 (14). – С. 43–45.
- Малогин Б.Э., Морозова Т.А. Исторические аспекты и современное состояние проблемы мультифокальной интраокулярной коррекции // Офтальмохирургия. – 2004. – № 3. – С. 23–29.
- Михина И.В. Опыт имплантации мультифокальной «МИОЛ-Аккорд» при глаукоме // Вестник ТГУ. – 2015. – Т. 20, Вып. 3. – С. 23–25.
- Михина И.В., Фабрикантов О.Л. Ультразвуковая биомикроскопия в оценке положения «МИОЛ-Аккорд» после фазоэммульсификации осложненной катаракты на фоне псевдоэкзофалиативного синдрома // Вестник ТГУ. – 2013. – Т. 18, Вып. 1. – С. 262–264.
- Низаметдинова Ю.Ш., Шухаев С.В. Сравнительный анализ хирургически индуцированного астигматизма после роговичного разреза, выполненного фемтосекундным лазером и кератомом // Современные технологии в офтальмологии. – 2016. – № 5. – С. 164–167.

- Паштаев Н.П., Куликов И.В. Фемтосекундный лазер в хирургии катаракты // Офтальмохирургия. – 2016. – № 3. – С. 74–79.
- Тахтаев Ю.В. Интраокулярная коррекция аметропий и пресбиопии: Дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2008. – 295 с.
- Тахчиди Х.П., Малогин Б.Э., Морозова Т.А. Мультифокальные ИОЛ: патентный поиск и классификация // Новое в офтальмологии. – 2004. – № 4. – С. 31–39.
- Чупров А.Д., Кудрявцева Ю.В., Ивонин К.С. Сравнение оптических свойств интраокулярных линз «МИОЛ-РЕКОРД 3» и «МИОЛ-АККОРД» // Кубанский научный медицинский вестник. – 2011. – № 1. – С. 41–44.
- Чупров А.Д., Кудрявцева Ю.В., Ивонин К.С. Острота зрения на промежуточном расстоянии после имплантации различных моделей интраокулярных линз // Казанский медицинский журнал. – 2012. – Т. 93, № 3. – С. 458–460.
- Alió J.L., Pikkel J. Multifocal Intraocular Lenses: Neuroadaptation // Multifocal Intraocular Lenses. – Springer International Publishing, 2014. – P. 47–52.
- Al-Khateeb G., Shajari M., Kohnen T. Intraindividual comparative analysis of the visual performance after cataract surgery with implantation of a trifocal and a bifocal intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg. – 2017. – Vol. 43, № 5. – P. 695–698.
- Artigas J.M., Menezes J.L., Peris C. et al. Image quality with multifocal intraocular lenses and the effect of pupil size: Comparison of refractive and hybrid refractive-diffractive designs // J. Cataract Refract. Surg. – 2007. – Vol. 33, № 12. – P. 2111–2117.
- Carson D., Xu Z., Alexander E. et al. Optical bench performance of 3 trifocal intraocular lenses // J. Cataract Refract. Surg. – 2016. – Vol. 42, № 9. – P. 1361–1367.
- Carson D., Hill W.E., Hong X., Karakelle M. Optical bench performance of AcrySof® IQ ReSTOR®, AT LISA® tri, and FineVision® intraocular lenses // Clin. Ophthalmol. – 2014. – Vol. 8. – P. 2105–2113.
- Chang S.W., Su T.Y., Chen Y.L. Influence of ocular features and incision width on surgically induced astigmatism after cataract surgery // J. Refract. Surg. – 2015. – Vol. 31, № 2. – P. 82–88.
- Cohen A.L. Phase shift multifocal zone plate: Patent 4340283 USA, 1982.
- García-Domene M.C., Felipe A., Peris-Martínez C. et al. Image quality comparison of two multifocal IOLs: influence of the pupil // J. Refractive Surg. – 2015. – Vol. 31, № 4. – P. 230–235.
- Gimbel H.V., Sanders D.R., Raanan M.G. Visual and refractive results of multifocal intraocular lenses // Ophthalmology. – 1991. – Vol. 98, № 6. – P. 881–888.
- Hayashi K., Manabe S.I., Yoshida M. et al. Effect of astigmatism on visual acuity in eyes with a diffractive multifocal intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg. – 2010. – Vol. 36, № 8. – P. 1323–1329.
- Hayashi K., Ogawa S., Manabe S.I. et al. A classification system of intraocular lens dislocation sites under operating microscopy, and the surgical techniques and outcomes of exchange surgery // Graefes Arch. Clinical and Exp. Ophthalmology. – 2016. – Vol. 254, № 3. – P. 505–513.
- Jonker S.M., Bauer N.J., Makhotkina N.Y., Berendschot T.T. Comparison of a trifocal intraocular lens with a 3.0 D bifocal IOL: results of a prospective randomized clinical trial // J. Cataract Refract. Surg. – 2015. – Vol. 41, № 8. – P. 1631–1640.
- Kawamorita T., Uozato H. Modulation transfer function and pupil size in multifocal and monofocal intraocular lenses in vitro // J. Cataract Refract. Surg. – 2005. – Vol. 31, № 12. – P. 2379–2385.
- Kershner R.M. Neuroadaptation and premium IOLs: What does the brain think // Ophthalmology Management. – 2011. – Vol. 15, № 12. – P. 51–54.
- Kohnen T., Allen D., Boureau C. et al. European multicenter study of the AcrySof ReSTOR apodized diffractive intraocular lens // Ophthalmology. – 2006. – Vol. 113, № 4. – P. 584–588.
- Kohnen T., Titke C., Böhm M. Trifocal intraocular lens implantation to treat visual demands in various distances following lens removal // Am. J. Ophthalmol. – 2016. – Vol. 161. – P. 71–77.
- Krader C.G. The multifocal IOL evolution // Ophthalmology Times. – 2015. – Vol. 23, № 4. – P. 60–64.
- Lee S., Choi M., Xu Z., Zhao Z., Alexander E. Optical bench performance of a novel trifocal intraocular lens compared with a multifocal intraocular lens // Clin. Ophthalmol. (Auckland, NZ). – 2016. – Vol. 10. – P. 1031.
- Leyland M., Pringle E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction

// Cochrane Database Syst Rev. – 2006. – Vol. 4. – P. 850-854.

37. Marcos S., Ortiz S., Pérez-Merino P. et al. Three-dimensional evaluation of accommodating intraocular lens shift and alignment in vivo ophthalmology // Ophthalmology. – 2014. – Vol. 121, № 1. – P. 45-55.

38. Mesci C., Erbil H.H., Olgun A. et al. Differences in contrast sensitivity between monofocal, multifocal and accommodating intraocular lenses: long-term results // Clin. Experiment Ophthalmol. – 2010. – Vol. 38 (8). – P. 768-777.

39. Nijkamp M.D., Dolders M.G., de Brabander J. et al. Effectiveness of multifocal intraocular lenses to correct presbyopia after cataract surgery: a randomized controlled trial // Ophthalmology. – 2004. – Vol. 111, № 10. – P. 1832-1839.

40. Nuzzi R., Tridico F. Comparison of visual outcomes, spectacles dependence and patient satisfaction of multifocal and accommodative intraocular lenses: innovative perspectives for maximal refractive-oriented cataract surgery // BMC ophthalmology. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 12-14.

41. Pieh S., Lackner B., Hanselmayer G. et al. Halo size under distance and near conditions in refractive multifocal intraocular lenses // Br. J. Ophthalmol. – 2001. – Vol. 85, № 7. – P. 816-821.

42. Rosa A.M., Miranda A., Costa J.F. et al. Functional magnetic resonance imaging as an innovative tool to assess neuroadaptation after cataract surgery // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2016. – Vol. 57, № 12. – P. 22-28.

43. Ruiz-Alcocer J., Madrid-Costa D., García-Lázaro S. et al. Optical performance of two new trifocal intraocular lenses: through-focus modulation transfer function and influence of pupil size // Clin. Exp. ophthalmol. – 2014. – Vol. 42, № 3. – P. 271-276.

44. Schmitz S., Dick H.B., Krummenauer F., Schwenn O., Krist R. Contrast sensitivity and glare disability by halogen light after monofocal and multifocal lens implantation // Br. J. Ophthalmol. – 2000. – Vol. 84, № 10. – P. 1109-1112.

45. Szigeti A., Kránitz K., Takacs A.I. et al. Comparison of long-term visual outcome and IOL position with a single-optic accommodating IOL after 5.5- or 6.0-mm femtosecond laser capsulotomy // J. Refractive Surg. – 2012. – Vol. 28, № 9. – P. 609-613.

46. Vilar C., Hida W.T., de Medeiros A.L. et al. Comparison between bilateral implantation of a trifocal intraocular lens and blended implantation of two bifocal intraocular lenses // Clin. Ophthalmol. – 2017. – Vol. 11. – P. 1393.

47. Vingolo E.M., Carnevale C., Fragiotta S. et al. Visual outcomes and contrast sensitivity after bilateral

implantation of multifocal intraocular lenses with +2.50 or +3.0 diopter addition: 12-month follow-up // Sem. Ophthalmology. – 2017. – Vol. 32, № 5. – P. 588-592.

48. de Vries N.E., Webers C.A., Touwslager W.R. et al. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses // J. Cataract Refract. Surg. – 2011. – Vol. 37, № 5. – P. 859-865.

49. Wenner M., Schissler M. Diurnal vision and mesopic vision in patients with monofocal and diffractive bifocal implants. A prospective and comparative study // J. Fr. Ophthalmol. – 1993. – Vol. 16, № 6-7. – P. 363-366.

50. Woodward M.A., Randleman J.B., Stulting R.D. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation // J. Cataract Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35 (6). – P. 992-997.

51. Yoshiaki N., Tetsuo U., Mieko N. et al. Accommodation obtained per 1.0 mm forward movement of a posterior chamber intraocular lens // Cataract Refract Surg. – 2003. – 29. – P. 2069-2072.

Поступила 24.12.2017

## КНИГИ



А.В. Терещенко, А.М. Чухраёв

## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ С АКТИВНЫМИ СТАДИЯМИ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ

Современные аспекты диагностики, лечения и организации высокотехнологичной офтальмологической помощи детям с активными стадиями ретинопатии недоношенных / А.В. Терещенко, А.М. Чухраёв. – М.: «Издательство «Офтальмология», 2016. – 234 с., ил.

В книге представлены результаты собственных исследований авторов по ранней диагностике, мониторингу и лечению ретинопатии недоношенных, а также современные аспекты организации высокотехнологичной офтальмологической помощи детям с активными стадиями заболевания. Приведены данные комплексного офтальмологического обследования пациентов, базирующиеся на использовании современных высокоинформативных методов: цифровой ретиноскопии с морфометрией сетчатки и ее сосудов, флуоресцентной ангиографии, электроретинографии, оптической когерентной томографии. Разработаны новые методы и дифференцированные подходы к паттерновой лазеркоагуляции сетчатки и ранней витреальной хирургии в лечении ретинопатии недоношенных и определена их эффективность. Работа насыщена иллюстративным материалом: цифровыми фотографиями глазного дна, флуоресцентными ангиограммами, – которые отражают особенности течения активных стадий ретинопатии недоношенных, а также ранние и отдаленные результаты лечения.

Книга предназначена для врачей-офтальмологов.

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