

# МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 617-089.844

## OPTIMIZING OUTCOMES WITH MULTIFOCAL INTRAOCULAR LENSES

*Alnoelaty ALmasri M.A., Stebnev V.C.  
Federal State Budgetary Educational institution  
of Higher Education samara State Medical University of the Ministry  
of Health of the Russian Federation,  
Samara, Russian Federation.*

## ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ

*Альноелати Альмасри М.А., Стебнев В.С.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
г. Самара, Российская Федерация.*

### ABSTARCT

Modern day cataract surgery develops from a visual reconstructive to a refractive procedure. The appearance of multifocal intraocular lenses (MFIOLs) provides greater independence from glasses and improves the quality of life after surgery. MF-IOLs has undergone various technical improvements, including trifocal implants and implants with extended depth of vision, since its creation in the 1980s. A thorough pre-operative check, including the visual needs of the patients and the inherent eye anatomy, allows us to achieve excellent results. This review offers a comprehensive overview of the various types of MF-Iols and principles for optimizing results through comprehensive preoperative screening and treatment postoperative complications.

### АННОТАЦИЯ

Современная дневная хирургия катаракты развивается от визуальной восстановительной до рефракционной процедуры. Появление мультифокальных интраокулярных линз (MFIOLs) обеспечивает большую независимость от очков и повышает качество жизни после операции. Со времени создания в 1980-х годах MFIOLs претерпели различные технические усовершенствования, в том числе трифокальные имплантаты и имплантаты с расширенной глубиной зрения. Тщательная предоперационная проверка, включающая визуальные потребности пациентов и присущую глазную анатомию, позволяет нам достичь превосходных результатов. Этот обзор предлагает всесторонний обзор различных типов MFIOLs и принципов оптимизации результатов посредством комплексного предоперационного скрининга и лечения послеоперационных осложнений.

**Keywords:** Toric intraocular lens, Multifocal, Phacoemulsification, Distance visual acuity, Refractive astigmatism.

**Ключевые слова:** дифракционная интраокулярная линза, интраокулярная линза, мультифокальная интраокулярная линза, корректирующая пресбиопию интраокулярная линза.

**Financial Disclosure:** No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned.

**Conflict of Interest Statement.** The authors declare no conflict of interest.

**Alnoelaty ALmasri M.A. \_\_ SPIN-ID: 0000-0000; ORCID ID: 0000-0003-0799-8961**

Research interests, number of main publications: Study of eye pathology and disease, no publications were published.

**Stebnev V.C. \_\_ SPIN-ID: 5528-4785; ORCID ID: 0000-0002-4539-7334**

Research Interests, number of main publications: Study of eye pathology and disease, more than 160 publications were published.

**Раскрытие финансовой информации:** ни одного автора не имеет финансовой или имущественной заинтересованности в каком-либо упомянутом материале или методе.

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Альноелати Альмасри М.А. \_\_ SPIN-ID: 0000-0000; ORCID ID: 0000-0003-0799-8961**

**Сфера научных интересов, количество основных публикаций:** Изучение патологии и заболевания глаза, публикации нет.

**Стебнев В.С. \_\_ SPIN-ID: 5528-4785; ORCID ID: 0000-0002-4539-7334**

**Сфера научных интересов, количество основных публикаций:** Изучение патологии и заболевания глаза, опубликованы более 160 публикаций.

**Введение.** Современная дневная хирургия катаракты развивается от визуальной восстановительной до рефракционной процедуры. Появление мультифокальных интраокулярных линз (MFIOLs) обеспечивает большую независимость от очков и повышает качество жизни после операции. Со времени создания в 1980-х годах МФОЛ претерпели различные технические усовершенствования, в том числе трифокальные имплантаты и имплантаты с расширенной глубиной зрения. Тщательная предоперационная проверка, включающая визуальные потребности пациентов и присущую глазную анатомию, позволяет нам достичь превосходных результатов. Этот обзор предлагает всесторонний обзор различных типов МФОЛ и принципов оптимизации результатов посредством комплексного предоперационного скрининга и лечения послеоперационных осложнений.

Сегодня операция по удалению катаракты быстро превращается в рефракционную процедуру с переходом в послеоперационной цели от визуального восстановления к эметропии. Параллельно с улучшением аппаратуры и методов удаления катаракты, внутриглазные линзы претерпели различные изменения. Имплантаты мультифокальной интраокулярной линзы (MFIOL) обеспечивают послеоперационное зрение без очков как на расстоянии, так и вблизи. В обзорной статье представлен всесторонний обзор различных типов многофокальных внутриглазных имплантатов, предоперационная оценка и планирование для улучшения хирургических исходов, визуальных результатов на данный момент и послеоперационных осложнений и ведения недовольных пациентов. Поиск литературы проводился в MEDLINE с использованием «мультифокальных интраокулярных линз», «дифракционных мультифокальных линз», «рефракционных мультифокальных линз», «хирургии катаракты» и «интраокулярных линз с коррекцией пресбиопии» в качестве ключевых слов.

#### **Типы мультифокальных интраокулярных линз:**

Аккомодация, свойство молодой хрусталика, позволяет фокусироваться как на расстоянии, так и вблизи. Это обычно теряется, когда человек стареет или после операции по удалению катаракты, где естественная линза заменяется монофокальной интраокулярной линзой. Интраокулярные линзы с

коррекцией пресбиопии (IOL), в том числе MFIOLs, обеспечивают независимость как для ближнего, так и для дальнего зрения. Три современных оптических принципа были применены для обеспечения многофокусности в современных IOL: многозональные рефракционные, дифракционные и расширенные диапазоны зрения (EROV). Для рефракционных IOL используются концентрические или кольцевые кольцеобразные зоны с различной диоптрической силой. При изменении диаметра зрачка в зависимости от освещения и аккомодации количество используемых зон изменяется, перераспределяя пропорцию света, направленного на дитантный и ближний. Следовательно, качество изображения и энергетический баланс зависят от зрачка. Дифракционные IOL разработаны с микроскопическими шагами определенной фазовой задержкой, обычно на половине длины волны: принцип Гюйгенса-Френеля. Свет, попадающий на эти ступени, направлен одинаково между дальними и ближними фокусными точками для всех диаметров зрачка. Часть световой энергии около 18% направляется в более высокие дифракционные порядки, а остальные распределяются поровну по далекому и ближнему расстоянию, т.е. по 41% каждый. Принцип *аподизации* основывался на большей потребности в дистанционном зрении в условиях слабого освещения (когда зрачки большие). Кроме того, больший фокус света на дальнюю фокусную точку уменьшает расфокусированный ближний свет с последующим визуальным явлением бликов и ореолов. Это достигается постепенным уменьшением высоты дифракционного шага от центра к периферии и последующим дистанционно-доминантным объективом для больших зрачков.

Расширенной глубины фокуса (EDOF)-IOL: Symphony IOL (Tecnis, Abbott Medical Optics Inc., Johnson и Johnson vision) сочетает в себе уникальный дифракционный шаблон с ахроматической технологией и запатентованную конструкцию эшелета, обеспечивающую увеличенную глубину фокуса. Трифокальные IOL с тремя фокусными точками были введены для преодоления ограничений, связанных с предыдущими бифокальными моделями. Дополнительный промежуточный фокус обеспечивает превосходное качество зрения для промежуточных действий.

В таблице 1 приведены характеристики наиболее часто используемых MFIOLs.

Таблица 1

## Характеристики часто используемых мультифокальных интраокулярных линз

	Type of optic	Optic diameter (mm)	IOL material	Add at lenticular plane (D)	Light distribution
ReZoom (AMO)	Refractive surface	6	UVblocking hydrophobic acrylic	+3.0 for near	Pupil dependent
ReSTOR (Alcon)	Anodized anterior diffractive surface plus refractive base	6	UV blocking hydrophobic acrylic	+3.0 D for near (SN6AD1) +2.5 D for near (SN6AD2)	Pupil dependent
Tecnis Multifocal (AMO)	Posterior nonapodized diffractive surface	6	Hydrophobic acrylic	+4.0 (ZMB00) +3.25(ZLB00) +2.75(ZKB00)	41% near 41% distance
AT LISA 809 (Carl Zeiss)	Posterior nonapodized diffractive surface	6	Hydrophilic acrylic (25%) with hydrophobic surface	+3.75 D for near	35% near 65% distance
Tecnis Symphony (Johnson and johnsons vision)	Anterior aspheric with posterior achromatic diffractive surface with echelette design	6	UV blocking hydrophobic acrylic	Extended depth of focus (ZXR00)	Pupil independent
AT LISA tri 839 (MP Zeiss)	Trifocal aspheric diffractive	6	Hydrophilic acrylic (25%) with hydrophobic surface	+3.33 D near add and +1.66 D Intermediate add	50% near, 20% intermediate, 30% near
Acrysof IQ Panoptix	Inner diffractive with outer refractive zone	6	UV filtering aspheric hydrophobic acrylic	+3.25 D near add and +2.17 D Intermediate add	
Acridiff (CARE group)	Apodized diffractive	6	UV blocking hydrophobic acrylic	+3.25 D near add	40% near, 60% distance
Infocus (Suprathob)	Anterior Refractive EDOF and micro diffractive optic with aspheric posterior surface	6	UV blocking hydrophobic acrylic	Extended depth of focus	Pupil independent

IOL:intraocular lens, UV: Ultraviolet, EDOF: Extended depth of focus

**Предоперационная оценка и планирование**

Выбор интраокулярной линзы определяется образом жизни и ожиданиями пациента. Чрезмерно критические пациенты или пациенты с нереалистичными ожиданиями не идеальны для MFIOL. Идеальный выбор MFIOL основан на визуальной активности пациента и толерантности к дисфопсии в ночное время. Крайне важно обеспечить адекватное консультирование относительно возможности потери контраста и временной дисфопсии в ночное время в обмен на более широкий диапазон зрения в послеоперационном периоде. Кроме того, следует учитывать присущую глазу анатомию и физиологию, и следует исключать сопутствующие заболевания, которые могут повлиять на визуальные результаты.

**Роговичный астигматизм:**

Астигматизм роговицы 1,25 D или более распространен примерно в 30% глаз, подвергающихся хирургии

катаракты. Предоперационная кератометрия с использованием ручной, автоматической или оптической интерферометрии когерентности может помочь определить степень и расположение цилиндрической силы. Регулярный астигматизм роговицы с повторяемостью на различных измерительных устройствах послужил бы идеальным случаем для имплантации мультифокальных линз. Устройства топографии роговицы, такие как Pentacam (Oculus, Inc.) и интраоперационная aberрометрия (Ocular Response Analyzer, Wavetec Vision), могут дополнительно оценить астигматизм задней части роговицы. Управление астигматизмом имеет первостепенное значение для получения идеальных послеоперационных результатов с MFIOLs. Послеоперационная астигматическая ошибка, превышающая три четверти диоптрии, приводит к значительному снижению визуального качества. Астигматизм может управляться одновременно расслабляющими разрезами лимба

или дугообразными кератотомиами, противоположными четкими разрезами роговицы или имплантацией торической ИОЛ, результаты с первым менее предсказуемым и склонным к регрессии со временем.

Абляционные процедуры на роговице продемонстрировали успех в исправлении остаточной рефракционной ошибки. Однако крайне важно обеспечить адекватное заживление разреза роговицы и стабилизацию топографии роговицы перед попыткой коррекции. Кроме того, должно быть подтверждено здоровье поверхности глаза, поскольку эти пациенты составляют пожилую популяцию, а системные факторы, такие как диабет, которые могут мешать заживлению ран, должны хорошо контролироваться.

- Роговица и внешнее заболевание глаз:

Предоперационная оценка и последующее лечение нарушений поверхности глаза, таких как сухость глаз, блефарит и дисфункция мейбомиевой железы, в значительной степени способствуют улучшению визуальных результатов. Хотя сухость глаз может рассматриваться как состояние после операции у пациентов, ранее не имевших симптомов, в большинстве случаев это связано с ухудшением предшествующего состояния из-за нарушения нейрархитектуры роговицы и снижением чувствительности роговицы. Сухость глаз наряду с остаточной рефракционной ошибкой считается наиболее распространенной причиной неудовлетворенности у пациентов с мультифокальными имплантатами. Агрессивная предоперационная оценка заболеваний глазной поверхности и лечение в субклинических случаях является обязательным. Ученые-медик изучили результаты 3-месячной схемы лечения (от 1 месяца до операции до 2 месяцев после операции) с циклоспорином 0,05% на визуальных результатах пациентов, имплантированных МФОЛ. Они сообщили о значительно лучшей неоткорректированной и исправленной остроте зрения по сравнению с контрольной группой (добавление искусственной слезы). Кроме того, было отмечено улучшение контрастной чувствительности, окрашивания конъюнктивы и времени разрушения слезной пленки. Патологии роговицы, такие как дистрофия, рубцы и большие птеригимы, могут влиять на визуальные результаты. Периферические или визуально незначимые рубцы роговицы не считаются противопоказанием для MFIOLs. Присутствие птеригиума и последующее удаление значительно влияют на астигматизм роговицы, причем больший эффект оказывает более выраженная птеригия. В таких случаях следует применять последовательный подход к удалению птеригии с последующей операцией по удалению катаракты.

- Предыдущая рефракционная операция или аберрации роговицы:

Пациенты с предшествующей рефракционной хирургией интуитивно составляют большую часть кандидатов, выбирающих мультифокальные имплантаты, из-за их желания освободиться от

очков с самого начала. Однако сильно аберрированные роговицы, такие как кератоконус или предшествующая рефракционная операция, связаны с пониженной контрастной чувствительностью, которая, в свою очередь, будет испытывать дальнейшее ухудшение после мультифокал имплантата. Сообщается о невыносимой дисфолии после дифракционных MFIOLs с передней комой роговицы > 0,32  $\mu\text{m}$ . Доступны ограниченные исследования визуальных результатов MFIOLs в глазах с предыдущей рефракционной хирургией. Ученый Альфонсо *и его коллег* сравнивали визуальные результаты после имплантации гибридных рефракционно-дифракционных мультифокальных линз с асферическими монофокальными ИОЛ в 80 глазах с предварительной лазерной коррекцией зрения. Многофокальная группа продемонстрировала более низкую лучшую коррекцию остроты зрения (BDVA) в фотопических условиях с бликами или низким контрастом и мезопические (фотопической и скотопической) условия на всех уровнях контраста. Авторы пришли к выводу, что асферическая природа монофокального имплантата несколько компенсировала увеличение сферических аберраций после миопического лазерного кератомилеза *in situ* (LASIK). Аналогичные результаты были отмечены при сравнении зрительной функции в глазах, имплантированных ИОЛ ReSTOR SN60D3, и в сравнении с фактическими глазами после гиперопии LASIK. Ученый Fernandez-Vega *et al.* опубликовали свои данные, демонстрирующие потерю одной или нескольких линий BDVA у 27,82% (6 глаз) в мультифокальной группе против 3,84% (1 глаз) в асферической монофокальной группе.

Расчет силы внутриглазной линзы создает дополнительную проблему в этих глазах с менее предсказуемыми результатами по сравнению с нормальными глазами. Ученый Muftuoglu *et al.* в 2010г опубликовали результаты после имплантации MFIOL (ReSTOR SA60D3 и ReSTOR SN60D3) в 49 глазах с предыдущим LASIK при миопии. Ни одна формула не использовалась единообразно для всех пациентов. Через 1 месяц 32 глаза (65%) и 41 глаз (84%) имели остаточный сферический эквивалент в пределах  $\pm 0,50\text{D}$  и  $\pm 1,0\text{D}$  от эметропии, соответственно. Двадцать глаз претерпели последующее улучшение, подчеркивая степень неудовлетворенности после первоначальных результатов. Дальнейшие исследования необходимы для определения результатов МФОЛ с асферическими профилями. Кроме того, необходимо устранить лакуны данных, касающихся удовлетворенности пациентов в послеоперационном периоде, независимости зрения и степени дисфолических симптомов.

Зональная слабость:

Децентрация или наклон интраокулярной линзы могут влиять на распределение света между

дальним и ближним foci, ставя под угрозу визуальные результаты MFIOs. Ученый Сода и Ягучи продемонстрировали различное влияние децентрации линзы на зрительную функцию с использованием передаточной функции модуляции, но в целом результаты были клинически значимыми с децентрацией > 0,7 мм. Кроме того, влияние децентрации и наклона на оптическое качество более выражено в невращающемся симметричные ИОЛ по сравнению с рефракционно-дифракционными ИОЛ. Прогрессирующая зональная слабость, гаптическая деформация и асимметричное переднее капсульное отверстие были описаны как причины децентрации ИОЛ. Фокальное непрогрессивное зональное расхождение, такое как в случае травмы, не является противопоказанием для МФОЛ. Случаи прогрессирующей зонулопатии могут служить основанием для имплантации капсульного натяжного кольца (CTR) для стабилизации мешка, уменьшения задних капсулярных складок и уменьшения позднего капсулярного сокращения. Алио и соавт. сначала оценили результаты CTR с ротационно-асимметричными MFIOs и продемонстрировали улучшение показателей рефракции и снижение послеоперационных аберраций. Подобные результаты были отмечены Mastropasqua в исследовании, сравнивающем результаты имплантации MFIO с или без CTR, с уменьшенными аберрациями третьего порядка в первой группе

Угол каппа:

Угол каппа определяется как угловое расстояние между зрачковой осью и зрительной осью. Если угол велик, лучи света от объекта падают на большее расстояние от ямки, что приводит к бликам или ореолам. Ученый Карханова и своя команда изучали важность угла каппа для центрирования MFIOs в группе из 52 глаз. Временная децентрация ИОЛ вызывала явное фотическое явление, особенно в случаях с большим углом каппа.

Аналогичные результаты, опубликованные в 2011 году, позволили предположить, что угол каппа является одним из факторов, влияющих на фотическое явление в глазах с рефракционными мультифокальными имплантатами, и рекомендует провести тщательную предоперационную оценку, чтобы избежать этого осложнения.

- Патологии сетчатки и зрительного нерва:

Аномалии макулярного и зрительного нервов связаны с пониженной контрастной чувствительностью. Оценка целесообразности мультифокус имплантата в таких случаях основана на ожидаемом прогрессировании заболевания и эффективности доступной терапии. Предоперационная глазная когерентная томография головки макулярного и зрительного нервов исключает наличие явной или скрытой патологии. Автоматическая периметрия и проверка макулярной функции являются другими полезными дополнениями. В случаях

значительных или прогрессирующих патологий MFIOs противопоказаны. Кроме того, отмечалось нарушение оценки глазного дна во время витрэктомии в глазах с мультифокальными имплантатами. Более того, продемонстрировано использование мультифокальной имплантации в качестве средства для увеличения глаз с возрастной макулярной дегенерацией (ARMD). В заключение, тщательная предоперационная оценка и последующее лечение помогают оптимизировать послеоперационные результаты.

### Визуальные результаты

Сравнение типов мультифокальных интраокулярных линз:

Баумüller и его коллеги оценили результаты двусторонней имплантации аподизированных дифракционных и мультизональных рефракционных ИОЛ по сравнению со стандартными монофокальными имплантатами. Всего было включено 229 пациентов с продолжительностью наблюдения 6,6 года с массивом и 4,3 года с ReSTOR. в этом исследовании. Между двумя многофокальными группами независимость зрения была выше, а неблагоприятные визуальные симптомы были ниже у пациентов с ReSTOR, чем у пациентов с массивом ( $P < 0,05$ ). Пациенты ReSTOR сообщили о более высоком общем визуальном удовлетворении, чем другие группы ( $P < 0,001$ ), и оценили свое зрение на  $8,8 \pm 1,8$ . Мета-анализ, сравнивающий результаты рефракционной и дифракционной ИОЛ в 2014 году, продемонстрировал большее не скорректированное дистанционное зрение в группе рефракционной MFIOs. Не было значительного различия между двумя группами по неоткорректированной промежуточной остроте зрения. Однако с точки зрения остроты зрения, близкой к острой, дифракционная группа показала лучшие результаты с большей скоростью чтения и независимостью от очков. Кроме того, блики и гало были ниже. Аналогичные результаты были получены при сравнении результатов дифракционных (ReSTOR, Tecnis ZM 900 и Acritex twinset), рефракционных (Array SA40N и ReZoom) и аккомодационных ИОЛ (Crystalens AT 45) в двадцати исследованиях. Дифракционные ИОЛ сообщили в 1,75 раза большая вероятность независимости от очков, поскольку объектив ReSTOR имеет вдвое большую частоту свободы от очков по сравнению с другими мультифокальными имплантатами. Хотя с бифокальными ИОЛ сообщается об успешных результатах с точки зрения независимости зрения и повышения качества жизни, предполагаемый уровень улучшения промежуточного зрения варьируется. Недавняя литература демонстрирует многообещающие результаты с трифокальными ИОЛ (трифокальная ИОЛ AT LISA, трифокальная ИОЛ FineVision и Паноптикс). Сравнительная литература подчеркивает расширенный диапазон чтения, обеспечиваемый тремя отдельными фокусными точками по сравнению с более ранними

MFIOL, с большей независимостью от зрелищ для всех расстояний. И наоборот, наличие двух не сфокусированных изображений интуитивно увеличит вероятность появления ореолов. Тем не менее, результаты, продемонстрированные к настоящему времени, не показывают увеличения частоты возникновения фототических явлений.

• Имплантация мультифокальных интраокулярных линз в педиатрические глаза:

В отличие от стареющей детской педиатрической катаракты, перед операцией им представляется полный спектр аккомодации, что затрудняет последующее принятие пресбиопических средств. Ухудшение амблиопии и нарушение бинокулярного зрения может последовать после операции. Имплантация мультифокального имплантата в таких случаях может позволить быструю визуальную реабилитацию и снижение риска амблиопии. Тем не менее, педиатрические глаза все еще растут, и зрительная зависимость от очки может вернуться после изменения близорукости. Хотя 90% роста глаза завершается в течение первых 2 лет жизни, во втором десятилетии жизни было продемонстрировано изменение преломления, достигающее 4 диоптрий. Кроме того, потеря контраста после мультифокальных имплантатов может привести к амблиопии. Другими важными факторами, которые следует учитывать, являются смещение передней части ирисовой-диафрагмы хрусталика вследствие более высокого давления в заднем стекловидном теле и более агрессивного капсульного фиброза с возможной децентрацией ИОЛ. Первоначальные результаты имплантации MFIOL (массив АМО и SA 40N) в 35 педиатрических глаз с наблюдением 27,4 месяцев показали BDVA 20/40 или лучше в 71% глаз. В девяти двусторонних случаях, зрительная зависимость была умеренной, только двое детей (22%) сообщили о постоянном использовании дополнительной коррекции. Остальные дети либо использовали только коррекцию расстояния (4 пациента; 44%), либо вообще не использовали очки (3 пациента; 33%). Стереопсис также значительно улучшился после имплантации MFIOL ( $P = 0,01$ ). Осложнения включали затемнение зрачка, требующее хирургического вмешательства (16 глаз), постоянную фиброзную мембрану (4 глаза) и децентрацию ИОЛ, требующую хирургического вмешательства (6 глаз). В другом исследовании 9-летнее наблюдение трех братьев и сестер, имплантированных MFIOLs (Argay) для детской катаракты в возрасте 16–19 лет, продемонстрировало рефракционное смещение  $<0,5$  D в четырех из шести глаз. Ни один из пациентов сообщил об использовании очков для повседневной деятельности на близком расстоянии. Cristobal *и соавт.* опубликовали свои данные имплантации MFIOL (Acrysof Restor) после одностороннего удаления катаракты у пяти детей в возрасте от 4 до 6 лет. При окончательном наблюдении среднее скорректированное расстояние и острота зрения вблизи составили 0,03

$\pm 0,06$  logMAR и  $0,10 \pm 0,10$  logMAR соответственно. Случаев децентрализации ИОЛ отмечено не было. Стереострость составляла 120 с дуги (угловая секунда) у 2 пациентов, 240 дуговых секунд у одного пациента, 1980 дуговых секунд у одного пациента и отсутствовала у одного пациента. Четыре пациента показали слияние по 4-точечному тесту.

Фемтосекундная лазерная хирургия катаракты и мультифокальная интраокулярная линза:

Фемтосекундный лазер в хирургии катаракты (FLACS) обеспечивает большую точность в критических этапах, включая переднюю капсулотомию, теоретически приводя к более предсказуемому эффективному положению линзы. Кроме того, дугообразная кератотомия с помощью лазера помогает в устранении астигматизма роговицы, улучшая тем самым визуальные результаты. Имеются ограниченные данные о результатах фемтосекундной операции по удалению катаракты с многоочаговыми внутриглазными имплантатами. Лоулесс *и соавт.* сравнили результаты 61 последовательного глаза, перенесшего FLACS с ReSTOR (Alcon Laboratories Inc) SN6AD1, и 29 глаз, которым проводили стандартную фактоэмульсификацию с той же имплантацией ИОЛ. Не было отмечено существенного различия в среднем не исправленном или BDVA после операции между двумя группами. Однако внутренние аберрации и оптическое качество не изучались. Кроме того, исключая все глаза с рефракционным астигматизмом  $> 1,0$  D, дополнительное возможное преимущество дугообразной кератотомии с фемтосекундной поддержкой не оценивалось.

Михальц *и соавт.* опубликовали аналогичные результаты без существенных различий между неоткорректированной и скорректированной остротой зрения на расстоянии между фемтосекундной и традиционной фактоэмульсификацией с монофокальной имплантацией. Тем не менее, они продемонстрировали значительно более низкие внутренние аберрации в фемтосекундной группе с потенциальным преимуществом превосходного качества зрения. Следовательно, сравнение внутренних аберраций после стандартной и фемтосекундной хирургии катаракты с имплантацией MFIOL - это путь, который все еще нуждается в изучении. Необходимы большие исследования, чтобы определить, могут ли технические достижения, такие как фемтосекундный лазер, привести к превосходным оптическим и визуальным результатам.

#### Послеоперационные осложнения:

Несмотря на то, что во многих исследованиях после операции сообщалось о высоком уровне удовлетворенности пациентов после операции, визуальные результаты могут быть ограничены в определенных ситуациях. Дефектное зрение, связанное с аметропией или задним капсульным помутнением и сухим глазом, является наиболее

часто встречающимися причинами возникновения у пациента неудовлетворенность.

Дефектное зрение:

MFIOЛ по своей природе расщепляют доступный свет, что приводит к большей чувствительности к потере контраста, связанной с остаточной рефракционной аномалии и задним капсулярным помутнением.

Остаточная рефракционная ошибка может быть вызвана различными факторами, включая неточности в биометрическом анализе, ограничения в расчете мощности ИОЛ и дефект в позиционировании ИОЛ. Варианты реабилитации включают очки, контактные линзы или хирургическое вмешательство в форме LASIK, контрейлерных ИОЛ или обмена ИОЛ. Альфонсо *и соавт.* изучил результаты фемтосекундного LASIK для коррекции остаточной рефракционной ошибки. Около 96,2% глаз были в пределах 0,50D от желаемой рефракции, с усилением линий BDVA в 11 глазах. Аналогичные результаты были отмечены в других исследованиях с аподизированными дифракционными мультифокальными линзами.

Результаты сравнения LASIK для миопии, гиперметропии и астигматизма после аподизированных дифракционно-рефракционных и полностью дифракционных ИОЛ показали сходные результаты. Поскольку повышенное внутриглазное давление во время лазерной процедуры может привести к искажению недавно сделанного разреза роговицы на всю толщину после операции по удалению катаракты, необходимо дождаться стабильности раны до процедуры LASIK. Кроме того, системные состояния, такие как диабет, которые могут мешать заживлению, должны лечиться до поверхностной абляции.

Задняя капсулярная помутнение (PCO) может привести к нарушениям зрения, вторичным по отношению к потере контраста и бликов. Пациенты с мультифокальными имплантатами более чувствительны к раннему PCO по сравнению с монофокальными имплантатами, что приводит к более частым Nd: YAG лазерным капсулотомиям. Кроме того, частота PCO значительно выше при использовании гидрофильных материалов.

Фотическое явление:

О гало и бликах чаще сообщают с помощью MFIOЛ, чем с монофокальным имплантатом. Опять же, дисфонсия больше в рефракционных моделях, чем в дифракционных моделях. Тщательное предоперационное консультирование влечет за собой выявление частоты послеоперационных бликов и ореолов и последующего разрешения после нейроадаптации. Кроме того, мультифокальные имплантация у ночных водителей и глаз с большими скотопической зрачками должна проводиться с особой осторожностью.

**Заключение**

За последние десять лет MF-IOLs претерпели различные изменения. Появление трифокальных и EDOF-ИОЛ может обеспечить превосходную промежуточную остроту зрения без посторонней помощи без фотических явлений. Кроме того, линзы с асферическим профилем и большим числом Аббе предлагают превосходные результаты, сводя к минимуму сферические и хроматические аберрации. Тщательное предоперационное планирование наряду с прогрессом в технологии ИОЛ приближает нас на один шаг к достижению идеальных послеоперационных результатов, обеспечивающих независимость и повышенное качество жизни.

## References

1. Pearce JL. Multifocal intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol* 1996;7:2-10.
2. Knorz MC, Koch DD, Martinez-Franco C, Lorgner CV. Effect of pupil size and astigmatism on contrast acuity with monofocal and bifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:26-33.
3. Hunkeler JD, Coffman TM, Paugh J, Lang A, Smith P, Tarantino N, et al. Characterization of visual phenomena with the array multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1195-204.
4. Davison JA, Simpson MJ. History and development of the apodized diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:849-58.
5. Voskresenskaya A, Pozdeyeva N, Pashtayev N, Batkov Y, Treushnicov V, Cherednik V, et al. Initial results of trifocal diffractive IOL implantation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010;248:1299-306.
6. de Vries NE, Webers CA, Touwslager WR, Bauer NJ, de Brabander J, Berendschot TT, et al. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:859-65.
- clear corneal incisions to correct astigmatism in eyes having cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:451-8.
13. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Montés-Micó R, Valcárcel B. Femtosecond laser for residual refractive error correction after refractive lens exchange with multifocal intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol* 2008;146:244-50.
14. Muftuoglu O, Prasher P, Chu C, Mootha VV, Verity SM, Cavanagh HD, et al. Laser in situ keratomileusis for residual refractive errors after apodized diffractive multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1063-71.
15. Han KE, Yoon SC, Ahn JM, Nam SM, Stulting RD, Kim EK, et al. Evaluation of dry eye and meibomian gland dysfunction after cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2014;157:1144-500.
16. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:992-7.
17. Gibbons A, Ali TK, Waren DP, Donaldson KE. Causes and correction of dissatisfaction after

7. Hoffmann PC, Hütz WW. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1479-85.

8. Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol* 1980;90:360-8.

9. Packer M. Effect of intraoperative aberrometry on the rate of postoperative enhancement: Retrospective study. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:747-55.

10. Pepose JS. Maximizing satisfaction with presbyopia-correcting intraocular lenses: The missing links. *Am J Ophthalmol* 2008;146:641-8.

11. Rubenstein JB, Raciti M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2013;24:30-4.

12. Mendicute J, Irigoyen C, Ruiz M, Illarramendi I, Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, et al. Toric intraocular lens versus opposite

implantation of presbyopia-correcting intraocular lenses. *Clin Ophthalmol* 2016;10:1965-70.

18. Donnenfeld ED, Solomon R, Roberts CW, Wittppenn JR, McDonald MB, Perry HD, et al. Cyclosporine 0.05% to improve visual outcomes after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1095-100.

19. Tomidokoro A, Miyata K, Sakaguchi Y, Samejima T, Tokunaga T, Oshika T, et al. Effects of pterygium on corneal spherical power and astigmatism. *Ophthalmology* 2000;107:1568-71.

20. Visser N, Nuijts RM, de Vries NE, Bauer NJ. Visual outcomes and patient satisfaction after cataract surgery with toric multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:2034-42.

#### Библиографический список

1. Pearce JL. Multifocal intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol* 1996;7:2-10.

2. Knorz MC, Koch DD, Martinez-Franco C, Lorgner CV. Effect of pupil size and astigmatism on contrast acuity with monofocal and bifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:26-33.

3. Hunkeler JD, Coffman TM, Paugh J, Lang A, Smith P, Tarantino N, et al. Characterization of visual phenomena with the array multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1195-204.

4. Davison JA, Simpson MJ. History and development of the apodized diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:849-58.

5. Voskresenskaya A, Pozdeyeva N, Pashtaev N, Batkov Y, Treushnicov V, Cherednik V, et al. Initial results of trifocal diffractive IOL implantation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010;48:1299-306.

6. de Vries NE, Webers CA, Touwslager WR, Bauer NJ, de Brabander J, Berendschot TT, et al. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:859-65.

7. Hoffmann PC, Hütz WW. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1479-85.

8. Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol* 1980;90:360-8.

9. Packer M. Effect of intraoperative aberrometry on the rate of postoperative enhancement: Retrospective study. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:747-55.

10. Pepose JS. Maximizing satisfaction with presbyopia-correcting intraocular lenses: The missing links. *Am J Ophthalmol* 2008;146:641-8.

11. Rubenstein JB, Raciti M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2013;24:30-4.

12. Mendicute J, Irigoyen C, Ruiz M, Illarramendi I, Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, et al. Toric intraocular lens versus opposite

clear corneal incisions to correct astigmatism in eyes having cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:451-8.

13. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Montés-Micó R, Valcárcel B. Femtosecond laser for residual refractive error correction after refractive lens exchange with multifocal intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol* 2008;146:244-50.

14. Muftuoglu O, Prasher P, Chu C, Mootha VV, Verity SM, Cavanagh HD, et al. Laser in situ keratomileusis for residual refractive errors after apodized diffractive multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1063-71.

15. Han KE, Yoon SC, Ahn JM, Nam SM, Stulting RD, Kim EK, et al. Evaluation of dry eye and meibomian gland dysfunction after cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2014;157:1144-500.

16. Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:992-7.

17. Gibbons A, Ali TK, Waren DP, Donaldson KE. Causes and correction of dissatisfaction after implantation of presbyopia-correcting intraocular lenses. *Clin Ophthalmol* 2016;10:1965-70.

18. Donnenfeld ED, Solomon R, Roberts CW, Wittppenn JR, McDonald MB, Perry HD, et al. Cyclosporine 0.05% to improve visual outcomes after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1095-100.

19. Tomidokoro A, Miyata K, Sakaguchi Y, Samejima T, Tokunaga T, Oshika T, et al. Effects of pterygium on corneal spherical power and astigmatism. *Ophthalmology* 2000;107:1568-71.

20. Visser N, Nuijts RM, de Vries NE, Bauer NJ. Visual outcomes and patient satisfaction after cataract surgery with toric multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:2034-42.