

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение дополнительного профессионального
образования
«ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНСТВА»

На правах рукописи

ТЕМИРОВ Николай Николаевич

**КОРРЕКЦИЯ АФАКИИ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА
МУЛЬТИФОКАЛЬНЫМИ ИНТРАОКУЛЯРНЫМИ ЛИНЗАМИ С
АСИММЕТРИЧНОЙ РОТАЦИОННОЙ ОПТИКОЙ**

Специальность 14.01.07 – «Глазные болезни»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Трубилин Владимир Николаевич

Москва, 2015г.

Оглавление

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ	стр. 4
ВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ АФАКИИ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ АККОМОДАЦИИ	11
1.1. Монозрение	11
1.2. Разработка и имплантация аккомодирующих и псевдоаккомодирующих интраокулярных линз	12
1.2.1. Аккомодирующие ИОЛ	12
1.2.2 Псевдоаккомодирующие (биомеханические) ИОЛ	18
1.3. Мультифокальные интраокулярные линзы (МИОЛ)	24
1.3.1. Рефракционные ИОЛ.....	25
1.3.1.1. Рефракционные ИОЛ с симметричной ротационной оптикой.....	25
1.3.1.2. Рефракционные ИОЛ с асимметричной ротационной оптикой.....	28
1.3.2. Дифракционные ИОЛ.....	30
1.3.3. Рефракционно-дифракционные (гибридные) ИОЛ.....	32
1.3.4. Градиентные ИОЛ.....	36
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	39
2.1. Материал.....	39
2.2. Методы.....	41
2.2.1. Методы клинического обследования.....	41
2.2.2. Техника ультразвуковой факоэмульсификации с имплантацией мультифокальных ИОЛ.....	45
2.3.3. Методы статической обработки материала.....	47
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	48
3.1. Результаты обследования пациентов в дооперационном периоде...	48
3.1.1. Острота центрального зрения.....	48

3.1.2. Офтальмометрия и рефрактометрия.....	49
3.1.3. Биомикроскопия, офтальмоскопия, оптическая когерентная томография (ОКТ).....	49
3.1.4. Ультразвуковое исследование.....	52
3.1.5 Внутриглазное давление (ВГД).....	52
3.1.6 Эндотелиальная биомикроскопия.....	53
3.1.7 Пространственная контрастная чувствительность (ПКЧ).....	53
3.1.8 Электрофизиологическое исследование.....	54
3.2 Результаты обследования пациентов в послеоперационном периоде.....	55
3.2.1 Острота центрального зрения.....	56
3.2.1.1. Острота зрения вдаль.....	56
3.2.1.2 Острота зрения на близком расстоянии.....	58
3.2.1.3 Острота зрения на промежуточном расстоянии.....	60
3.2.2 Клиническая рефракция.....	64
3.2.3 Внутриглазное давление.....	66
3.2.4 Эндотелиальная биомикроскопия.....	66
3.2.5. Пространственная контрастная чувствительность.....	68
3.2.6. Кривая дефокусировки.....	69
3.2.7 Объем псевдоаккомодации.....	72
3.2.8 Оценка пациентами полученного зрения.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
ВЫВОДЫ	89
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	91
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	92

Список используемых сокращений

ИОЛ – интраокулярная линза

МИОЛ – мультифокальная интраокулярная линза

КОЗ – корригированная острота зрения

НКОЗ – некорригированная острота зрения

ВГД – внутриглазное давление

ПММА – полиметилметакрилат

ПЭК – плотность эндотелиальных клеток

ЗЭР – задний эпителий роговицы

дптр – диоптрия

ПКЧ – пространственная контрастная чувствительность

ЗВП – зрительно-вызванные потенциалы

Введение

Актуальность темы. Возможность получения высокой остроты зрения на различном расстоянии после удаления мутного или прозрачного хрусталика является одной из интересных и перспективных проблем офтальмологии. Катаракта – одно из наиболее часто встречающихся глазных заболеваний – в 13-20% случаев приводит к слабовидению и слепоте [10,11]. Ослабление и утрата аккомодации - удел каждого человека, достигнувшего определенного возраста. По данным Miranda M.N. [142] из 6,7 млрд. людей, населяющих сегодня Землю, 1,4 млрд. – пресбиопы.

Широкое внедрение в повседневную практику ультразвуковой фактоэмульсификации, прогнозируемый рефракционный эффект, создание гибких инъецируемых интраокулярных линз, минимальное количество послеоперационных осложнений делают решение этой проблемы вполне реальным.

В настоящее время в этом направлении наметились три пути: создание дозируемой искусственной **анизометропии** (monovision), разработка и имплантация **аккомодирующих** и **псевдоаккомодирующих** ИОЛ, использование **мультифокальной** интраокулярной оптики (МИОЛ).

Имплантация мультифокальных интраокулярных линз - один из основных реально работающих, в настоящее время, способов коррекции афакии с восстановлением зрения на различных расстояниях. В зависимости от конструкции оптической части, мультифокальные линзы делятся на: **рефракционные, дифракционные, рефракционно-дифракционные (гибридные) и градиентные.**

Рефракционные линзы создают на сетчатке несколько фокусов за счет переменной преломляющей силы своей передней поверхности. Каждая зона в оптической части МИОЛ работает как отдельная оптическая система.

Дифракционные интраокулярные линзы имеют на своей поверхности фазовую решетку в виде концентрических колец, которые выполнены с таким

расчетом, что свет, проходя через них, отклоняется от своего пути и, подвергаясь интерференции, собирается на сетчатке в виде двух и более фокусов.

Гибридные МИОЛ (рефракционно-дифракционные) реализуют в конструкции своей оптической поверхности оба принципа, работающих совместно, с преобладанием того или другого в зависимости от уровня освещенности и ширины зрачка.

В отличие от других видов мультифокальных линз, градиентная оптика характеризуется переменной преломляющей силой своей внутренней структуры за счет изменения рефракционного индекса прозрачного полимера, из которого она изготовлена.

Все перечисленные мультифокальные ИОЛ имеют **симметричную ротационную оптику**, представленную зонами с различными преломляющими возможностями или дифракционными кольцами, располагающимися вокруг центра линзы. Наряду с обеспечением высоких зрительных функций, особенно при использовании современных моделей мультифокальных ИОЛ, например, Acrysof Restor (SN6AD1), подобным конструкциям свойственны и определенные недостатки: снижение контрастной чувствительности (потеря от 15-20% светового потока), глер- и галоэффекты, необходимость нейроадаптации и зрачковая зависимость (для некоторых моделей) [75,84,97,110].

Существует и другой принцип создания многофокусной оптической системы – **ротационная асимметрия**, при котором преломляющая поверхность интраокулярной линзы делится на два или более секторов с различной преломляющей силой, например, Lentis Mplus (мод. 313MF). Как показали клинические наблюдения ротационная асимметрия обеспечивает четкое проецирование удаленных и близлежащих объектов на центральные отделы сетчатки, при этом каждая зона такой МИОЛ является по сути монофокальной

линзой. Свет, попадающий на границу зон, отделяется от оптической оси, что предотвращает появление аббераций, мешающих ясному зрению. Это не влияет на контрастную чувствительность (не более 7% потери светового потока), значительно снижает глэр- и галоэффекты, обеспечивает малую зависимость зрения от размеров зрачка [33,71,72,75,105,180].

Цель работы. Комплексный анализ всех аспектов клинического применения мультифокальных интраокулярных линз с ротационной асимметричной оптикой в коррекции афакии различного генеза.

Основные задачи работы:

1. Провести оценку остроты зрения на различных расстояниях у пациентов с мультифокальной ИОЛ с асимметричной ротационной оптикой в условиях фотопического и мезопического освещения.

2. Изучить зависимость остроты зрения пациентов с мультифокальной ИОЛ ротационного асимметричного типа от уровня освещенности .

3. Изучить состояние пространственной контрастной чувствительности у пациентов после имплантации мультифокальной интраокулярной линзы с асимметричной ротационной оптикой в различные сроки после операции.

4. Определить устойчивость к дефокусировке и расположение главных фокусов у пациентов с мультифокальной ИОЛ ротационного асимметричного типа.

5. Измерить объем псевдоаккомодации у пациентов с мультифокальной ИОЛ ротационного асимметричного типа.

6. Изучить особенности предоперационной подготовки, ведения операции и послеоперационного периода у пациентов с мультифокальной ИОЛ с ротационной асимметричной оптикой.

7. Провести субъективную оценку зрительных функций пациентов после имплантации мультифокальной линзы ротационного асимметричного типа методом анкетирования.

8. Разработать практические рекомендации по отбору, предоперационной подготовке, расчету целевой рефракции, особенностям хирургической техники и ведения послеоперационного периода у пациентов с мультифокальной ИОЛ с ротационной асимметричной оптикой.

Научная новизна.

Впервые в отечественной литературе были изучены и систематизированы все аспекты клинического применения мультифокальной ИОЛ с асимметричной ротационной оптикой: острота зрения на различных расстояниях в условиях фотопического и мезопического освещения, пространственная контрастная чувствительность, устойчивость к дефокусировке и объем псевдоаккомодации.

Доказана независимость остроты зрения пациентов с мультифокальными интраокулярными линзами ротационно-асимметричного типа от уровня освещенности и ширины зрачка.

Разработана методика предоперационной подготовки пациентов к имплантации мультифокальных ИОЛ с асимметричной ротационной оптикой, внесены изменения в хирургическую технику имплантации.

Доказана ведущая роль субъективного способа определения клинической рефракции у пациентов с мультифокальными ИОЛ ротационно-асимметричного типа по сравнению с объективной рефрактометрией.

Установлены оптимальные параметры расчета прогнозируемой клинической рефракции при имплантации мультифокальных ИОЛ с оптикой ротационного асимметричного типа.

Практическая значимость работы. Разработаны рекомендации по предоперационной подготовке пациентов, особенностям хирургической

техники, определению оптимальных параметров расчета рефракции цели, методике оценки полученной клинической рефракции при имплантации интраокулярных линз с асимметричной ротационной оптикой.

Внедрение результатов исследования в практику. Результаты диссертационной работы включены в материалы сертификационного цикла и цикла профессиональной переподготовки ФГБОУ ДПО «Центр повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства». Разработанные методы предоперационной подготовки, особенности хирургической техники и расчета рефракции цели у пациентов при имплантации мультифокальных ИОЛ ротационно-асимметричного типа внедрены в хирургическую практику офтальмологического комплекса «Леге Артис» (Ростов-на-Дону), клиники «Эксимер» (Ростов-на-Дону), глазного отделения больницы СКЖД (Ростов-на-Дону)

Публикации и апробация. По теме исследования опубликовано 5 научных работ, в которых отражены основные разделы исследования, из них 3 в журналах рекомендованных ВАК.

Основные положения диссертации докладывались на XIV и XV научно-практических конференциях «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии» (Москва, 2013, 2014), на заседании Ростовского отделения общества офтальмологов России (Ростов-на-Дону, 2015).

В завершеном виде диссертация обсуждена на кафедре офтальмологии института повышения квалификации ФМБА (Москва, 2015), врачебной конференции офтальмологического комплекса «Леге Артис» (Ростов-на-Дону, 2015).

Структура и объемы работы. Диссертация изложена на 110 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Диссертация

содержит обзор литературы, описание материала и методов исследования, а также главу результатов собственных клинических наблюдений. Работы иллюстрирована 19 таблицами и 5 рисунками. Указатель литературы включает в себя 185 источников из них 64 отечественных и 121 зарубежных.

Основные положения выносимые на защиту:

1. Имплантация мультифокальных интраокулярных линз с асимметричной ротационной оптикой является эффективным способом коррекции афакии различного генеза, обеспечивающим восстановление утраченных зрительных функций.

2. Применение мультифокальных интраокулярных линз с асимметричной ротационной оптикой позволяет получить высокую остроту зрения вдаль ($0,89 \pm 0,1$) и на близком ($0,83 \pm 0,12$) расстоянии, при умеренном ее снижении на промежуточных дистанциях ($0,6 \pm 0,11$), практически не зависящую от уровня освещенности, улучшает пространственную контрастную чувствительность, по сравнению с дооперационным уровнем на 24,2% в области средних и на 45,3% в области высоких частот, обеспечивает объем псевдоаккомодации в пределах $3,69 \pm 0,04$ дптр, необходимой для выполнения различных видов зрительной работы.

3. Субъективная оценка пациентами результатов имплантации линз с асимметричной ротационной оптикой показывает высокий уровень их удовлетворенности проведенным лечением, позволяющим им не пользоваться очками для дали в 87,2% случаев, на близком и промежуточном расстоянии соответственно в 82% и 84,6% наблюдений. Этому также способствует отсутствие нежелательных световых явлений (глер- и галоэффекты) днем в 89,7% и ночью в 66,7% случаев.

Глава I. Обзор литературы. Методы коррекции афакии различного генеза с восстановлением аккомодации

Катаракта – одно из наиболее часто встречающихся глазных заболеваний, в 13-20% случаев приводящих к слабовидению и слепоте [10,11]. Пресбиопия – широко распространенное физиологическое состояние зрения, поиск оптимальных путей коррекции которого приобретает все большее значение, в связи с увеличением продолжительности активного возраста человека [4]. Лечение аметропий высокой степени в настоящее время все более связано с хирургией хрусталика.

Ультразвуковая факоэмульсификация, гибкие инжектируемые интраокулярные линзы, вискоэластики, точно прогнозируемый рефракционный эффект, минимальное количество послеоперационных осложнений делают решение этой проблемы вполне реальным [1,35,37,41,43,49,78,86,129].

В настоящее время в этом направлении наметились три пути: создание дозируемой искусственной **анизометропии** (monovision), разработка и имплантация **аккомодирующих** и **псевдоаккомодирующих** ИОЛ, использование **мультифокальной** интраокулярной оптики (МИОЛ)

1.1. Монозрение

Создание у пациента дозированной анизометропии, когда один глаз формируется для зрения вдаль, а другой становится слабо близоруким за счет различной оптической силы интраокулярных линз, является одним из путей решения названной проблемы [17,18,58,98]. Однако данный вид коррекции сопряжен с рядом осложнений. Неизбежное при монозрении уменьшение стереозрения зависит от степени послеоперационной анизометропии, которая не должна превышать 1,5 дптр. [98]. Ведущий (доминантный) глаз

корректируется, обычно, для зрения вдаль, неведущий – для зрения на близком расстоянии [64]. Моновидение создает ассиметричную нагрузку на зрительный анализатор и требует формирования анизотропической функциональной скотомы подавления. По данным Jain S. et al. [115] острота стереоскопического зрения, снижается при моновидении более чем в 4 раза в сравнении с нормой. Люди с доминантной, а не с альтернирующей формой сенсорного подавления, количество которых варьирует от 15 до 20%, вообще плохо переносят моновидение. Удовлетворенность монозрением среди пациентов после рефракционных вмешательств составляет 60-75% [115,116].

Следует принимать во внимание также и то обстоятельство, что определение доминантного глаза у пациентов с катарактой затруднено, либо вообще не возможно.

1.2. Разработка и имплантация аккомодирующих и псевдоаккомодирующих интраокулярных линз

1.2.1. Аккомодирующие ИОЛ

Принцип действия аккомодирующих ИОЛ, как и хрусталика молодого человека, основан на их способности фокусировать изображение предметов, расположенных на различном расстоянии от глаза, за счет изменения преломляющей силы их оптической части.

В решении этой сверхзадачи факорефракционной хирургии можно выделить 2 основных направления: **инъекционный**, когда капсула хрусталика после крайне деликатного удаления масс, заполняется жидким прозрачным биологически инертным материалом и **иммитационное**, связанное с созданием и имплантацией сложных аккомодирующих прототипов естественного хрусталика.

Теоретически на пути реализации инъекционного способа лежит множество трудностей: необходима хорошая сохранность капсулы хрусталика, безопасная и быстрая полимеризация заполняющего материала, минимизация риска развития вторичной катаракты.

Особого внимание заслуживает техника оперативного вмешательства. Для полного удаления вещества хрусталика с сохранением его капсулы и связочного аппарата может быть использована ультразвуковая факоэмульсификация через отверстие в капсуле диаметром не более 1,5 мм или лазерный факолизис.

Разработка подходящего заполняющего вещества - биологически инертного, идеально прозрачного и эластичного - представляет собой также весьма сложную задачу.

Материал должен быть гидрофобным, иметь достаточно высокий индекс преломления (не менее 1,4), так как, в противном случае, будет невозможно фокусировка изображения на сетчатке. Он не должен изменять свои оптические свойства при деформации и создавать дополнительные аберрации.

Термин «аккомодирующий искусственный хрусталик» был предложен Kesser J. в 1964 году [123]. Идея заключалась в заполнении капсулы хрусталика кролика жидким прозрачным материалом – силиконом – через небольшой прокол после эвакуации масс.

Исследование, по так называемому, «вновь заполненному хрусталику» (Refilling lens) были продолжены Parel J. M. et al. (1981, 1986) и Haefliger E. [107,108,159,160]. Они вновь повторили попытку заполнения капсулы хрусталика обезьян жидким эластомером силикона, предварительно подобрав индекс его рефракции (1,4) близким к преломляющей силе естественного хрусталика. Однако длительный период полимеризации (12 часов), просачивание силикона через капсулу хрусталика, создавали определенные проблемы. Вследствие этого авторы перешли на использование светоотвердевающего материала, способного полимеризоваться быстрее.

Отверстие в капсуле на период полимеризации закрывали специальным клапаном [161].

Эндокапсулярная техника быстрой 12 секундой фотополимеризации была опробована Hettlich H. J. et al. [111,112]. В качестве заполняющего вещества был использован прозрачный акрилат с фотокатализатором, разработанный компанией Dental –Medizin. Его рефракционный индекс 1,53 был сопоставим с полиметилметакрилатом. Температура полимеризации в центре материала кратковременно достигала 80° С, но затем быстро возвращалась к температуре тела. После полимеризации такой хрусталик терял эластичность, что делало его непригодным в качестве аккомодирующего.

Masket S. использовал термопластичный полимер, который в виде палочки вводился через небольшой разрез в капсулу хрусталика, где под действием влаги и температуры тела он гидратировался, резко увеличивая свой объем и приобретая при этом эластичность. Автор назвал свое изобретение Smart IOL [138].

Иной принцип восстановления аккомодации применили в своих работах Nishi O. et al. [146,147,149]. Они использовали герметически запаянные полимерные баллоны с силиконом, вводимые в капсулу хрусталика обезьян, после аспирации ее содержимого. Был установлен объем аккомодации баллонированного хрусталика приматов, он оказался равным в среднем 4,6 дптр. С целью оптимизации хирургической техники эти же ученые [150,151], использовали прямое заполнение хрусталиковой сумки силиконовым полимером. Точечное отверстие в капсуле закрывали силиконовой пробкой. Однако в этом случае амплитуда аккомодации не превышала 2,3 дптр.

В свете сказанного, актуальным представляется вопрос об оптимальном объеме заполнения капсулы хрусталика. С этой целью Kelman C. D. [122] предложил специальное устройство, помещаемое в оптику операционного микроскопа и обеспечивающее четкое виденье сосудов сетчатки при достижении эмметропии. O'Donnelli F. E. et al. [155] использовали

приспособление, позволяющее в процессе заполнения определять клиническую рефракцию по радиусу кривизны передней поверхности хрусталика.

Все ученые, разрабатывавшие проблему «вновь заполненного хрусталика», понимали опасность развития вторичной катаракты. Они исходили из положения о том, что Nd: YAG пунктура в данном случае неприемлема. Были изучены способы механического, ферментативного, химического и осмотического воздействия на пролиферацию субкапсулярного эпителия [148]. Однако предпринятые попытки, либо не давали стойкого эффекта, либо сопровождались повреждающим воздействием на капсулу хрусталика и окружающие ткани.

Второе направление в создании аккомодирующих линз – **иммитационное** - включает в себя конструирование, изготовление и имплантацию сложных прототипов естественного хрусталика.

Идеи лежащие в основе иммитационных конструкций состоят в том, что эндокапсулярно вводятся две линзы, одна жесткая со стабильной оптической силой, другая – мягкая эластичная, способная увеличивать рефракцию глаза под действием аккомодационной мышцы и передней мембраны стекловидного тела. В иных конструкциях используются две жесткие линзы либо пластины, расстояние между которыми, а следовательно и их суммарная оптическая сила, могут изменяться при акте аккомодации.

Nishi O. [153] сообщил о разработке и имплантации сложной оптической системы, состоящей из двух тонких жестких полусфер 8 мм в диаметре, одна из которых, являясь оптически нейтральной, obtурирует отверстие в задней капсуле хрусталика (задний капсулорексис). Вторая полусфера представляет собой положительную оптическую линзу, закрывающую передний капсулорексис изнутри. Пространство между обеими полусферами заполняется силиконом, предавая хрусталику естественную двояковыпуклую форму.

Аккомодирующая ИОЛ Synchrony dual-optic. Первые описания конструкции содержатся в работах McLeod et al. [140,141]. Это гибкая моноблочная

силиконовая линза с двумя отдельными оптическими элементами: передним положительным и задним отрицательным. Оба элемента соединены гибкой эластичной гапстикой. В состоянии покоя аккомодации капсула хрусталика приближает оптические элементы линзы друг к другу, при напряжении аккомодации капсула расслабляется и оптические элементы расходятся, обеспечивая тем самым прибавку оптической силы. Для имплантации используется инжектор с предустановленной в нем ИОЛ. Разрез для имплантации должен быть не менее 3,8-4,0 мм, капсулорексис – 5 мм [156]. Alarcon R. и Bohorquez V., (2007), имплантировали эту линзу в клинике и получили остроту зрения 20/40 вдаль у 91%, на среднем у - 97% и на близком расстоянии у 84% пациентов. Данные ультразвуковой диагностики, проведенной в послеоперационном периоде, подтвердили экскурсию элементов линзы. Признаков фиброза задней капсулы и интерлентиккулярной пролиферации отмечено не было [66]. В последующих работах в адрес ИОЛ Synchrony dual-optic были высказаны серьезные критические замечания [172].

Линза Fluidvision (Power Vision, Белмонт, США) [145] полностью оправдывает свое название, поскольку ее способность к аккомодации определяется жидкостными элементами. ИОЛ сделана из акрила и заполнена силиконовым маслом с таким же рефракционным индексом, как и у акрила. Сокращение цилиарной мышцы передается через цинновые связки и капсульную сумку на линзу, в результате чего жидкость выдавливается из гаптических элементов в ее оптическую часть и передняя кривизна ИОЛ увеличивается. При расслаблении мышцы жидкость перетекает обратно в гаптические элементы. Клинические испытания линзы Fluidvision были проведены у 14 пациентов. Имплантировался нескладной прототип. Все операции прошли успешно, объем аккомодации составил в среднем 5 дптр, в настоящее время идут испытания гибких ИОЛ аналогичной конструкции. При положительных результатах есть перспектива клинического использования данной модели.

Электроактивная модель ИОЛ Sapphire (Elenza, Роанок, США) с автофокусом. Sapphire представляет собой электромеханическую линзу с миниатюрной батареей, которая стимулирует изменение формы ее оптической части в период аккомодации. Под действием электрических импульсов изменяется состояние жидких кристаллов внутри оптики и как следствие этого - рефракция линзы. Амплитуда аккомодации составляет в среднем 3 дптр. В настоящее время ведутся исследования на животных [34].

Ben-Nun J., разработал новый принцип функционирования аккомодирующих ИОЛ, предложив модель NuLens [79]. Принцип действие NuLens основан на способности эластичного материала, сдавливаемого между двумя пластинами, в одной из которых имеется отверстие, выпячиваться из него в виде сферы. Радиус кривизны этой сферы изменяется в зависимости от величины силы, сдавливающей пластины. В настоящее время создан прототип, напоминающий обычную ИОЛ с открытой гапстикой, проходящий испытания на глазах приматов [70]. Этот принцип был заимствован из бионики, где он успешно функционирует в глазах птиц-ныряльщиков. Эластичным материалом в этих случаях является хрусталик, радужка со зрачком – передней пластинкой, гиалоидная мембрана стекловидного тела – задней пластинкой.

Сергиенко Н. М.[44] предложил эластичный акриловый аккомодирующий хрусталик с диаметром оптической части 4,5 мм. Его преломляющая система состоит спереди из линзы со стабильной оптической силой, а сзади - из камеры, заполненной силиконовым маслом и ограниченной тонкой эластичной пленкой. Давящее кольцо с заостренным краем прилежит сзади к эластичной пленке. В состоянии покоя задняя стенка оптической системы и заостренный край давящего кольца легко соприкасаются друг с другом. В случае давления со стороны стекловидного тела давящее кольцо изменяет кривизну задней эластичной поверхности ИОЛ. Чем сильнее воздействие кольца, тем круче выпячивание и сильнее увеличение оптической силы хрусталика. Испытания ИОЛ, проведенные на адекватной оптической модели, показали, что

повышения давление в задней камере глаза на 1 мм рт. ст. вызывает рост преломляющей силы хрусталика на 0,75-1,0 дптр, а повышение на 5 мм рт. ст. на 3,2 дптр. Основываясь на результатах исследований аккомодирующей ИОЛ с изменяемой кривизной задней поверхности, автор рекомендует дальнейшие испытания на глазах животных.

Таким образом, истинно-аккомодирующих ИОЛ, которые бы могли уверенно и стабильно применяется в клинической практике, в настоящее время еще не создано. Дальнейшее развитие этого перспективного направления может быть связано с решением ряда принципиальных задач, в частности, с развитием хирургической техники, точной механики, химии полимеров и жидких кристаллов.

1.2.2 Псевдоаккомодирующие (биомеханические) ИОЛ

В основе псевдоаккомодационного эффекта биомеханических ИОЛ лежит способность их оптического элемента перемещаться вдоль оси глаза за счет особой конструкции гаптики. Это реализуется посредством воздействия на линзу аккомодационной мышцы и передней гиалоидной мембраны стекловидного тела [83,93,94,102,130]. Математически показано, что 1 мм сдвига ИОЛ по оси глаза соответствует оптической силе очкового стекла в 1,3 дптр [100], то есть для коррекции пресбиопии в 3,0 дптр сдвиг оптической части ИОЛ в сторону эндотелия роговицы должен быть более 2,0 мм, что практически нереально. Repose J. S. [163,164] считает, что не менее важным моментом в процессе псевдоаккомодации является изменение формы оптической части биомеханической ИОЛ, приводящей к возникновению сферических аберраций, увеличивающих глубину четко видимого пространства. В значительной степени эффект псевдоаккомодации зависит от состояния капсульной сумки, связочного аппарата хрусталика, структуры стекловидного тела и активности цилиарной мышцы [83,94,130].

Из всего многообразия биомеханических псевдоаккомодирующих ИОЛ наиболее полно изучены «Crystalens AT 45», «Crystalens AT 50» (Eyeonics Inc.), «Crystalens HD 500» (Baush & Lomb), «Accomodative 1CU» (Human Optics), есть сведения о дизайне и ограниченном клиническом использовании моделей «Tetraflex» (Lenstec Inc.) и «43E» (Morcher GmbH).

Впервые Cumming J. S. et al. (2001) предложили концепцию работы биомеханических ИОЛ, основную на конструкции их гаптики [90,91]. Crystalens AT 45, AT 50, HD 500 – это последовательные стадии развития одного направления, отличающиеся друг от друга формой гаптических элементов, размером оптической части и профилем ее передней поверхности.

Последняя модель Crystalens HD 500 изготовлена из биологически инертного силикона Biosil, имеет два опорных элемента, представляющих собой мосты с глубокой бороздой у основания оптической части. На концах гаптических элементов жестко закреплены два упругих усика из полиамида, обеспечивающих устойчивую фиксацию линзы в капсулярном кармане. При давлении стекловидного тела на оптику линзы, она может смещаться в сторону роговицы за счет упругого надлома гаптики в области борозд. Помимо большего диаметра оптики 5,0 мм (по сравнению с предыдущей моделью AT-45 и AT-50), Crystalens HD имеет в центре элевацию диаметром 1,0 мм, выстояние которой над передней поверхностью ИОЛ составляет от 3 до 5 мкм. Центральная элевация обеспечивает появление сферических аберраций, которые, наряду с осевым перемещением, увеличивают глубину четко видимого пространства [14,53,89,137,177]. Имплантация ИОЛ осуществляется с помощью специального разработанного инжектора Crystal Sert через разрез 2,8-3,0 мм. Для получения максимального аккомодирующего эффекта важное значение имеет диаметр капсулорексиса (его край не должен лежать на передней поверхности линзы), капсулу хрусталика необходимо тщательно полировать, особенно заднюю поверхность ее переднего листка [7,163,164].

Результаты клинического использования Crystalens достаточно хорошо изучены зарубежными и отечественными учеными.

Cumming et al. [92] проанализировали результаты операции у 263 (415 глаз) пациентов с имплантацией Crystalens AT45. Острота зрения вблизи 0,5 (J3), позволяющая читать газетный текст при хорошем освещении, была получена у 90,1% пациентов. При этом остроту зрения на средних дистанциях 0,8 имели 95% пациентов. Однако через 1 год после операции всем пациентам понадобилась очковая коррекция для чтения в среднем (+)1,2±0,44 дптр.

Neuhann T. N. [144], проанализировав результаты имплантации AT-45 у 24 пациентов, выявил, что у 19 из них острота зрения вблизи была ниже 0,5 (J3).

Ульянов А. Н. [53] имплантировал HD 500 в 15 глаз 11 пациентам. В 8 случаях проводилась монокулярная, в 7 – бинокулярная имплантация. Острота зрения до операции с коррекцией составила $0,31 \pm 0,14$. После операции, помимо стандартного лечения, пациенты получали в течение первой недели мидриатики. Инстилляцией глюкокортикостероидов продолжались до 3 месяцев. После операции острота зрения без коррекции составила вдаль $0,68 \pm 0,18$, вблизи $0,82 \pm 0,05$, на промежуточном расстоянии $0,87 \pm 0,16$. При исследовании на “Pentacam” с пилокарпиновой пробой в ранние послеоперационные сроки смещение линзы кпереди составило 0,44 мм и 0,92 мм. Из 11 пациентов 3 предъявляли жалобы на необходимость дополнительной коррекции вблизи, у 2 пациентов на 4 глазах, к четвертому послеоперационному месяцу произошло изменение клинической рефракции в сторону миопизации за счет фибрирования капсулярного мешка.

Беликова Е. И. с соавт. [6], изучив результаты 40 имплантаций Acrysof ReStor SN6AD1 и Crystalens HD 500 двум сопоставимым группам пациентов, пришли к выводу, что лицам, желающим получить хорошее зрение вблизи, не связанным с работой в ночное время и терпимым к снижению качества зрения, следует рекомендовать имплантацию ИОЛ ReStor. Постановка Crystalens HD 500 более

показана людям не придающим большого значения высокой остроте зрения вблизи и чувствительным к оптическим феноменам.

Першином К. Б. и соавт. [42] было прооперированно 46 пациентов с имплантацией Crystalens HD 500 и 22 пациента - с постановкой ИОЛ Acrysof Natural (Alcon). Помимо общепринятых методов, пациентам проводили определение контрастной чувствительности, абберрометрию, оптическую когерентную томографию (ОКТ) и ультразвуковую биомикроскопию (УБМ). В послеоперационном периоде некорригированная остроты зрения вдаль в первой группе варьировала от 1,0 до 0,6, во второй - 0,8 и выше. Показатели контрастной чувствительности в условиях засвета несколько повысились на всех пространственных частотах в обеих группах. УБМ в условиях пилокарпиновой пробы и медикаментозного мидриаза зарегистрировала незначительные изменения глубины передней камеры глаза в обеих группах без четко выраженных закономерностей. По данным ОКТ через 1 месяц после операции переднее аксиальное смещение ИОЛ в обеих группах составило $0,09 \pm 0,11$ мм и было статистически недостоверным. Так же было отмечено увеличение aberrаций высших порядков в обеих группах в мезопических условиях. Величины aberrаций в обеих группах были сопоставимы, за исключением сферических aberrаций, которые были выше во второй группе.

Гусев Ю. А. [14] анализирует результаты имплантации ИОЛ Crystalens HD 500 на приборах "Pentacam" и оптическом когерентном томографе. Амплитуда перемещения ИОЛ в передней камере через 6 месяцев после операции по данным ОКТ и "Pentacam" составила соответственно 0,16 мм и 0,37 мм. Автор делает вывод о том что в основе псевдоаккомодационного эффекта Crystalens HD 500 лежит, прежде всего, дугообразное прогибание ее оптической части, а также сферические aberrации, обусловленные центральной элевацией.

Accomodative 1 CU – гидрофильная акриловая линза с оптической частью диаметром 5,5 мм и четырьмя опорными гаптическими элементами, предназначенная для внутрикапсулярной фиксации.

Kuchle M et al. [128] имплантировал Accomodative 1 CU 500 пациентам. Объем аккомодации, определенный методом дефокусировки, составил 0,85 дптр. При этом величина псевдоаккомодации находилась в прямой зависимости от оптической силы ИОЛ. Автор не рекомендовал имплантировать модель 1CU миопам, ввиду низкой амплитуды аккомодации.

По данным Uthoff et al. [178], полученным на большом клиническом материале только 8% пациентов после имплантации Accomodative 1CU могли обходиться без очков при чтении. Ближайшая точка ясного зрения находилась у них в среднем на расстоянии 60 см от глаза, всего лишь на 11 см ближе, чем при имплантации монофокальных асферических линз.

Langenbacher A. et al. [131] изучали результаты имплантации 23 линз Accomodative 1CU, сравнивая их с сопоставимой группой пациентов с монофокальной ИОЛ. Объем аккомодации исследовали двумя способами: динамической ретиноскопией и посредством измерения глубины передней камеры на аппарате IOL Master (Carl Zeiss). На протяжении 6 месяцев после операции величина псевдоаккомодации оставалась в пределах $0,99 \pm 0,48$ дптр в основной и $0,24 \pm 0,21$ в контрольной группах. Глубина передней камеры после закапывания 2% пилокарпина в группе пациентов с Accomodative 1 CU уменьшилась на $0,38 \pm 0,14$ мм.

Findl O. et al. [101], стимулируя сокращение цилиарной мышцы пилокарпином, зарегистрировали смещение Accomodative 1 CU в сторону роговицы в первый месяц после операции на 0,4 мм. Через 4 месяца после операции движение псевдоаккомодирующей линзы было минимальным.

Hancox J. et al. [109], используя для замеров IOL Master (Carl Zeiss), так же пришли к выводу о том, что с увеличением времени после операции

подвижность ИОЛ Accomodative 1 CU в передней камере достоверно снижается.

К аналогичным заключениям пришли Dogru M. et al. [95] Vaikoff G. [76] , Stachs O. et al. [174], объективно регистрируя объем аккомодации ИОЛ «1CU» на аккомодометре «Nidec AA-2000» или измеряя амплитуду ее перемещения с помощью когерентной томографии (ОКТ) и трехмерной высокочастотной ультразвуковой биомикроскопии (УБМ).

Биомеханическая ИОЛ «Tetraflex» (патент США 6.261.321) изготавливается компанией «Lenstec Inc.» из гидрофильного акрила. Она имеет двояковыпуклую оптику диаметром 5.75 мм и продольно расположенную упругую П-образную гаптику, обеспечивающую линзе экскурсии в задней камере глаза.

Модель «43E» выпускается компанией «Morcher GmbH» на основании разработок Rayer H. [162]. Линза представляет собой кольцевидную конструкцию, двояковыпуклый оптический элемент которой 5,8 мм в диаметре подвешен к 10,2 мм кольцу посредством гибкой мембраны с отверстиями.

Прицип изменения фокусного расстояния «Tetraflex» и «43E» тот же, что и у других моделей псевдоаккомодирующих ИОЛ. Оба линзы проходят клинические испытания.

Подводя итог сказанному следует отметить, что появление и достаточно широкое клиническое использование биомеханических псевдоаккомодирующих ИОЛ не позволило, в полной мере, решить проблему артефакичной аккомодации. Ее недостаточная амплитуда, сложность прогнозирования результатов, зависимость от предоперационной рефракции и степени активности цилиарной мышцы не позволяют пациенту беспрепятственно работать на близком расстоянии [83,94,130]. Учитывая характер оптики биомеханических линз, можно было бы ожидать от них высокого качества зрения вдаль и на промежуточных дистанциях. Однако и в этих случаях малый диаметр оптической части (5 мм) часто является причиной возникновения

ореолов и бликов у пациентов с высокой диафрагмальной функцией зрачка [89]. Свободное положение биомеханической линзы в капсулярном мешке обуславливает также более частое развитие вторичных катаракт и фиброза задней капсулы.

1.3. Мультифокальные интраокулярные линзы (МИОЛ)

Имплантация мультифокальных интраокулярных линз – один из основных реально работающих, в настоящее время, способов коррекции афакии с восстановлением зрения на различных расстояниях [5,20,21,22,25,29,45,46,47, 48,52,57,74,80,114,117,119,136,167,183]. При этом не используются механизмы естественной аккомодации и отсутствует зависимость зрения от остаточной функциональной активности цилиарной мышцы.

В зависимости от конструкции оптической части, мультифокальные линзы делятся на: **рефракционные, дифракционные, рефракционно-дифракционные (гибридные) и градиентные.**

Рефракционные линзы создают на сетчатке несколько фокусов за счет переменной преломляющей силы своей передней поверхности. Каждая зона в оптической части МИОЛ работает как отдельная оптическая система. Зональные рефракционные мультифокальные интраокулярные линзы зрачково-зависимы и весьма чувствительны к децентрации [25,13,118,119,129,134,168,170,171], а четко очерченные границы переходных зон усиливают aberrации [97,110].

Дифракционные интраокулярные линзы имеют на своей поверхности фазовую решетку в виде концентрических колец, которые выполнены с таким расчетом, что свет проходя через них, отклоняется от своего пути и, подвергаясь интерференции, собирается на сетчатке в виде двух и более фокусов. Дифракционные ИОЛ мало чувствительны к децентрации и в значительно меньшей степени зрачково-зависимы [126,133,165], однако они

снижают устойчивость к ослеплению и пространственную контрастную чувствительность, особенно в мезопических условиях [154].

Гибридные МИОЛ (рефракционно-дифракционные) реализуют в конструкции своей оптической поверхности оба принципа, работающих совместно, с преобладанием того или другого в зависимости от уровня освещенности и ширины зрачка.

В отличие от других видов мультифокальных линз, градиентная оптика характеризуется переменной преломляющей силой своей внутренней структуры за счет изменения рефракционного индекса прозрачного полимера, из которого она изготовлена.

1.3.1. Рефракционные ИОЛ

Рефракционные ИОЛ могут иметь ротационную **симметричную** и **асимметричную** оптику.

1.3.1.1. Рефракционные ИОЛ с симметричной ротационной оптикой

Первые бифокальные интраокулярные линзы, основанные на принципах рефракционной ротационной симметрии появились в конце 80-х годов двадцатого века. Первые публикации Keates R. H. et al. (1987), Федорова С. Н. и соавт. (1992, 1993) позволили сделать вывод: одновременная проекция на глазное дно двух изображений – удаленного и близлежащего – позволяет человеку, после некоторой нейроадаптации, проводить их корковую дифференцировку [55,56,121]. Линзы подобной конструкции выпускали фирмы “Iolab” (мод. NuVue), “Storz” (мод. True Vista), Ioptex Research Inc. (мод. UV 36). Однако высокая зависимость остроты зрения от ширины зрачка,

выраженные дисфотопсии, снижение контрастной чувствительности, обусловили поиск более оптимальных конструкции ИОЛ.

Рефракционная мультифокальная линза Array SA40N (АМО, США) широко применялась за рубежом с целью коррекции афакии и пресбиопии [65,82,88,96,120,125,175,184]. Ее оптика выполнена из силикона, содержит 5 рефракционных зон, из которых третья и пятая обеспечивают зрение вдаль, вторая и четвертая – на близком расстоянии. Разница в преломляющей силе доминантных зон составляет 3,5 дптр, что соответствует 2,8 дптр очковой коррекции. 60% светового потока, проходя через линзу, собираются в дальнем фокусе, остальные 40% - в ближнем.

Packer R. et al. произвели двухстороннюю имплантацию МИОЛ Array 36 пациентам. У всех пациентов острота зрения как вдаль, так и на близком расстоянии равнялась 0,5 и выше без дополнительной коррекции [157].

Учитывая опыт, полученный при создании линзы Array, была разработана новая трехчастная МИОЛ - ReZoom (АМО). ReZoom обеспечивает зрение вдаль и на близком расстоянии, не зависящее от уровня освещенности и ширины зрачка. Оптическая часть линзы выполнена из гидрофобного акрила, S-образная гаптика – из ПММА. Диаметр оптической части составил 6,0 мм, опорных элементов - 13 мм. Из пяти оптических зон две дальнедоминантные обеспечивают хорошее зрение вдаль при широком и узком зрачке, две ближнедоминантные, предназначены для близкого зрения соответственно в мезопических и фотопических условиях. Одна дополнительная промежуточная зона адаптирована для зрения на средних дистанциях. Разница в оптической силе дальних и ближних доминантных зон, составляет 3,2 дптр, что соответствует 2,6 дптр очковой коррекции для близкого расстояния. Острый задний край ИОЛ создает барьер для миграции эпителиальных клеток хрусталика, закругленный передний угол – снижает внутренние блики.

Исследования зрительных функций пациентов с имплантацией МИОЛ ReZoom были проведены рядом авторов [85,87,176]. Острота зрения вдаль 0,5 и

выше была получена в 91% случаев, из них 1,0 – у 41% пациентов. Вблизи аналогичные результаты были зарегистрированы соответственно в 85% и 25% наблюдений [176].

Компанией Rayner была разработана и изготовлена из гидрофильного акрила моноблочная мультизональная асферичная МИОЛ с четырьмя или пятью (в зависимости от оптической силы) кольцевидными зонами, названная M-flex (мод. 630F). Общий диаметр линзы был равен 12 мм, диаметр оптической части - 6,25 мм. Различие оптической силы дальней и ближних фокусных зон составило 3,0 дптр, что равнозначно 2,5 дптр положительной очковой коррекции.

Корхов Е. А. [30] изучил результаты одной и двухсторонней имплантации Rayner M-flex у 58 (86 глаз) пациентов с катарактой. Оценивалась острота зрения вдаль (5 м), на близком (0,2-0,4 м) и промежуточном (0,5-0,7 м) расстояниях, пространственная контрастная чувствительность и объем псевдоаккомодации. Автором были получены хорошие визуальные результаты, особенно вдаль ($0,84 \pm 0,03$) и на близком ($0,66 \pm 0,02$) расстоянии, удовлетворительные ($0,51 \pm 0,02$) на промежуточной дистанции. Было отмечено умеренное снижение остроты зрения при мезопическом освещении (соответственно до $0,67 \pm 0,03$; $0,62 \pm 0,03$; $0,48 \pm 0,02$) и ухудшение пространственной контрастной чувствительности, на средних и высоких частотах, а также дисфотопсии.

Таким образом, последовательное развитие мультифокальных рефракционных ИОЛ с симметричной ротационной оптикой, шло по пути увеличения количества оптических зон и придания им асферического профиля, что позволило достигнуть высоких функциональных результатов и хорошей субъективной переносимости. Однако многие авторы [84,97,110], по прежнему, отмечали, что слабой стороной рефракционных МИОЛ данной конструкции остается их чувствительность к децентрации, снижение контрастной чувствительности и нежелательные оптические феномены (дисфотопсии).

Как показала дальнейшая клиническая практика, эти недостатки геометрической рефракционной оптики в значительной степени можно уменьшить, используя МИОЛ, основанные на принципе **ротационной асимметрии**.

1.3.1.2. Рефракционные ИОЛ с асимметричной ротационной оптикой

В 1990 году Nordan L. T. предложил мультифокальную ИОЛ в форме диска, на передней поверхности которого, был расположен сектор, занимающий 25% его поверхности (патент США 4.917.681). Встроенный сектор имел асферический профиль и радиус его кривизны был меньше, чем у остальной сферической поверхности линзы. Плавный переход между обеими поверхностями и его малая протяженность должны были снизить вероятность засветов.

Lentis Mplus – мультифокальная асферичная ИОЛ, произведенная компанией Oculentis GmbH (Германия). На европейском рынке появилась в 2009 году. Данная МИОЛ изготовлена из гидрофильного акрила с гидрофобной поверхностью и ультрафиолетовым фильтром. Линза имеет S – образную (мод. 312MF) или плоскостную гаптику (мод. 313MF), препятствующую децентрации. В линзе реализован принцип ротационной асимметрии. Оптическая часть Lentis Mplus состоит из двух зон: верхней, обеспечивающей зрение вдаль и нижней, имеющей встроенный сектор с аддидацией 3,0 или 1,5 дптр и позволяющей видеть на близком или промежуточном расстоянии. Свет, попадающий на границу зон, отделяется от оптической оси, что предотвращает появление aberrаций, мешающих ясному зрению. Принцип ротационной асимметрии обеспечивает четкое разделение двух изображений, так как каждая зона МИОЛ является по сути монофокальной линзой. Это не влияет на контрастную чувствительность (не более 7% потери светового потока), резко снижает глэр- и галоэффекты, обеспечивает малую зависимость зрения от размеров зрачка. Особое значение при имплантации ИОЛ данной конструкции

имеет проведение пупиллометрии для выявления пациентов с очень узким (менее 2 мм) или фиксированно широким (более 6 мм) зрачком [72].

Последняя модификация Lentis Mplus, появившаяся в 2013 году и обозначена индексом “X”, снижает зависимость зрения от ширины зрачка. Это реализуется за счет удлинения части сектора, заходящего в центральную зону передней поверхности ИОЛ. С целью уменьшения аберраций при максимально широком зрачке, изменена также и нижняя часть сектора. В модификации “X” он продолжается вплоть до нижнего края 6 мм оптической части линзы.

Первые результаты имплантации Lentis Mplus, представленные Alio J. на 14 зимнем конгрессе ESCRS, получили высокую оценку коллег. МИОЛ с аддидацией +3,0 дптр были имплантированы 17 пациентам (32 глаза), с аддидацией +1,5 дптр – 5 пациентам (10 глаз). Через 1 месяц после операции острота зрения вдаль у пациентов обеих групп была не ниже 0.8 – 1.0, вблизи в 90% наблюдений – превышала 0.7 (J3). При этом жалобы на дисфотопсии были весьма редки [71]. Широкое внедрение Lentis Mplus и Lentis Mplus Toric в Европе, последовавшее после первых публикаций, подтвердило их высокие оптические свойства.

Так, Auffarth G. U. выполнил 130 ультразвуковых факоэмульсификаций с имплантацией Lentis Mplus. Ближайшие и отдаленные клинические результаты были благоприятными. При высокой остроте зрения на различных расстояниях показатели контрастной чувствительности у пациентов с Lentis Mplus были лучше, чем при имплантации других мультифокальных ИОЛ, в условиях как фото-, так и мезопического освещения. Основываясь на собственных исследованиях по снижению интенсивности светового потока при прохождении через линзы различных конструкций, он приводит следующие данные, для МИОЛ Tecnis (AMO) она составляет 22%, для M-flex (Rayner)- 14%, для AT. Lisa (C. Zeiss) – 19%, для Mplus (Oculentis) всего – 7%. Именно этим фактором он объясняет хорошее субъективное восприятие пациентами данной модели ИОЛ [75].

Lapid – Cortzak R. изучала остроту зрения с Lentis Mplus на ближних дистанциях 30-70 см, с интервалом 10 см. Она пришла к выводу, что Lentis Mplus с аддидацией 3,0 дптр лучше всего работает на расстоянии 40-50 см от глаза, хотя и на 30, 60, 70 см зрение также было хорошим [33].

Обширный клинический материал, характеризующий МИОЛ с асимметричной ротационной оптикой приводит Venter J. A., анализируя результаты 10000 имплантаций Mplus и 5000 Lentis Mplus Toric в сети клиник Optical Express (Великобритания). Он указывает на то, что высокая некорригированная остроты зрения 20/20 была получена у 80% пациентов и у 70% – рефракционная ошибка не превысила + 0,5 дптр. Только 6% из них жаловались на проблемы связанные с вождением машины ночью [180].

Низкий процент помутнения задней капсулы хрусталика (5%), независимость зрения от уровня освещенности, отсутствие склонности к децентрации при использовании модели 313MF Lentis Mplus с плоскостной гаптикой, отмечают также Granberg A. и Aramberi J. [72,105].

Однако несмотря на большое количество операций с использованием Lentis Mplus, проведенных за 4 года в Европе, мы не встретили ни одной научной работы, рассматривающей все аспекты ее клинического применения: показаний и противопоказаний к имплантации, методик расчета оптической силы, особенностей хирургической техники, возможных осложнений и отдаленных результатов. В России же имплантация Lentis Mplus не имеет пока широкого распространения.

1.3.2. Дифракционные ИОЛ

В 1988 году фирмой 3M Vision Care была разработана первая дифракционная мультифокальная ИОЛ, допущенная FDA к клиническому использованию. Линза была выполнена из ПММА, имела сферическую форму, дифракционная фазовая решетка располагалась на задней поверхности. Аддидация ближнего

фокуса составила вначале 3.0, затем 3.5 дптр. Световой поток между дальним и ближнем фокусам делился поровну. Первые клинические испытания показали, что после имплантации ИОЛ 3М в среднем 60% пациентов видели вдаль 0,5 и выше, не менее 75% имели такую же остроту зрения на близком расстоянии [77]. Дифракционная бифокальная оптика оказалась менее чувствительной к децентрации и уровню освещенности, но в большей степени, чем рефракционная вызывала снижение контрастной чувствительности и ослепляемость ярким светом [81,133,135,165,166,181]. Большое влияние на зрения оказывали исходный роговичный астигматизм и правильность расчета оптической силы ИОЛ [135,173]. Качество зрительных функций, полученное после имплантации первой модели дифракционной ИОЛ, было весьма удовлетворительным, но наличие мультифокальности компенсировало все недостатки.

Следующая разработка – дифракционная МИОЛ Tecnis ZM900 (АМО, США). Линза выполнена из силикона и хорошо фиксируется в капсулярном мешке за счет упругой гаптики. Острота зрения пациента не зависит от ширины зрачка, так как дифракционные кольца покрывают всю заднюю поверхность ИОЛ. Свет распределяется дифракционной поверхностью для дальнего и ближнего фокуса в пропорции 50:50. Правильно рассчитанные параметры дифракционной решетки обеспечивают хорошую глубину ближнего фокуса. Данные приведенные в работе Toygar B. [176] говорят о том, что некоррегированная острота зрения вдаль выше 0,7 была получена в 94,6% клинических наблюдений, аналогичный visus на близком расстоянии – в 89,2% случаев. Однако жалобы пациентов (до 15%) на круги светорассеивания ночью и ослепляемость ярким светом днем, а также значительное снижение контрастной чувствительности (потери до 22% светового потока) являются существенным недостатком данной модели МИОЛ.

Дальнейшее развитие идеи мультифокальности, основанной на законах волновой оптики, содержится в работе Gatinel D. et al. [104]. Автор предложил

соединить на передней асферической поверхности ИОЛ два оптимизированных дифракционных профиля, один из которых рассчитан на зрение вдаль, а второй - на зрение вдаль и на среднее расстояние. Данная трифокальная МИОЛ получила названия FineVision и производится компанией PhysIOL (Бельгия). Абберация профиля, предназначенного для зрения на среднем расстоянии составила 1,75 дптр, для зрения вблизи – 3,5 дптр. Процент потери энергии света, обычно, равный 20% при использовании стандартных дифракционных бифокальных ИОЛ, был снижен до 15%. С целью уменьшения «гало» эффектов ширина шагов дифракционной решетки трифокальной ИОЛ уменьшалась от центра к периферии ее оптической части.

Cochener В. [32] сравнивая клинические результаты имплантации ИОЛ FineVision (40 глаз) и Tecnis (24 глаза), пришел к выводу, что некорригированная острота зрения на всех дистанциях была выше в группе пациентов, которым имплантировали FineVision. Оценивая зрение с трифокальной МИОЛ в мезопических условиях, он отметил его умеренное снижение на близком и промежуточном расстояниях. В средней 10-15% пациентов отмечали также «гало» и «глер» эффекты.

Стремление объединить положительные свойства рефракционных и дифракционных мультифокальных линз нашло свое выражение с созданием гибридных МИОЛ.

1.3.2. Рефракционно-дифракционные (гибридные) ИОЛ

Одной из наиболее распространенной в России и за рубежом бифокальной гибридной ИОЛ является Acrysof Restor (Alcon, США) [5,24,27,28,48,67, 68,69,87,127]. Она создана на основе теоретических разработок фирмы 3M Vision Care. Изготовлена из гидрофобного акрила, асферична, содержит фильтры к ультрафиолетовому и коротковолновому синему излучению.

Высокая степень адгезии гидрофобного акрила к задней капсуле хрусталика и острый задний край оптики снижает частоту развития вторичных катаракт.

Вначале степень аддидации для близкого расстояния ИОЛ ReStor составляла 4,0 дптр (SN6AD3), затем 3,0 дптр (SN6AD1), что соответствует пресбиопической очковой коррекции соответственно в 3,2 и 2,5 дптр.

Restor имеет центральную дифракционную зону диаметром 3,6 мм, состоящую из 9-12 колец, высота которых постепенно снижается от центра к периферии от 1,3 до 0,2 мкм (аподизация). При узком зрачке деление светового потока между дальним и ближнем фокусом равномерное. Благодаря чему при фотопических условиях острота зрения вдаль и на близком расстоянии высокая. При расширении зрачка в условиях сумеречного зрения дальний фокус становится доминирующим, а зрение на близком расстоянии снижается [63,85,114,119]. Другими недостатками ИОЛ ReStor является невысокая острота зрения на средних дистанциях (70-80 см) и высокая чувствительность к децентрации. Отмечается также снижение контрастной чувствительности, различные дисфотопсии в виде ореолов и бликов, ухудшение сумеречного зрения, на что жалуется 10-20% пациентов [48,85,127].

В исследования Chaim P. et al. [87] изучалась острота зрения на различных расстояниях, побочные оптический феномены, субъективные ощущения пациентов через 6 месяцев после двухсторонней имплантации Acrysof Restor. У всех пациентов была получена хорошая средняя острота зрения вблизи (20/26), у 20% из них *visus* был максимальным (20/20). Средняя некоррегированная острота зрения вдаль составила 20/23, на среднем расстоянии она была значительно ниже (20/42). 86% пациентов не пользовались очками, 11% - отмечали трудности при работе на средней дистанции. Наличие ореолов и бликов отмечали 20% пациентов.

Kolmen T. et al. [127] оценивали остроту зрения после имплантации Acrysof Restor с аддидацией равной 4,0 дптр (SN6AD3) и 3,0 дптр (SN6AD1). Особое внимание уделялось зрению на близком расстоянии. Было показано, что

ближайшая точка ясного видения у лиц с добавкой в 3,0 дптр находится от лица на расстоянии 40-45 см, что улучшает зрения на средних дистанциях, при этом острота зрения вдаль остается хорошей, а на близком расстоянии (25-30 см) снижается незначительно. Объем жалоб на дисфотопсии составил 13%, у 4% пациентов имелись проблемы с ночным зрением. Нежелательные оптические явления значительно уменьшались к 6 месяцам после операции.

Тахтаев Ю. В. [148] на большом клиническом материале показал, что в условиях бинокулярной имплантации бифокальной ИОЛ Restor может быть успешно коррегирована как афакция, так и пресбиопия с достижением нормального уровня трудоспособности пациента. При этом он также указывает на некоторое снижение контрастной чувствительности и повышение слепимости у прооперированных пациентов, что компенсируется, по его мнению, отсутствием зависимости от очковой коррекции при решении большинства зрительных задач.

Отечественная бифокальная гибридная «МИОЛ Аккорд», разработанная группой авторов [20,21,22], имеет полноапертурную дифракционную структуру на задней оптической части. Распределение энергии света между фокусами дальнего и ближнего зрения осуществляется поровну. Линза имеет характеристики сходные с Restor и те же недостатки: значительный уровень дисфотопсий, снижение контрастной чувствительности.

Черных В. В. и соавт. приводят данные о результатах имплантаций «МИОЛ Аккорд». У всех пациентов (90 случаев) была получена высокая некоррегированная остроты зрения вдаль в пределах 0,7 и не менее 0,6 на близком расстоянии. Авторы указывают также на то, что небольшая децентрация линзы не оказывала существенного влияния на остроту зрения, так как дифракционные кольца покрывали всю заднюю поверхность МИОЛ [60].

Искаков И. А., Плисов И. Л. [23] изучали состояние бинокулярных зрительных функций у 55 пациентов (90 глаз) после имплантации «МИОЛ-Аккорд». Исследования проводились в условиях мягкой гаплоскопии на

четырёхточечном цветотесте Уорса с использованием очков Ланкестера. Проводилось также построение кривой дефокусировки, путем последовательной установки перед глазами пациентов рассеивающих стекол от 0,5 до 5,0 дптр с фиксацией в каждом случае остроты зрения. В результате проведенных исследований было показано, что по всем функциональным параметрам бинокулярная имплантация МИОЛ «Аккорд» имеет преимущества перед монокулярным ее использованием. Кривая дефокусировки подтвердила наличие у МИОЛ данной конструкции дальнего и ближнего фокусов, в промежутках между которыми острота зрения резко снижалась, но этого зрения, по мнению авторов, было достаточно для сохранения бинокулярности.

С целью улучшения остроты зрения на промежуточных дистанциях с сохранением его качества вдаль вблизи, была проведена модификация «МИОЛ Аккорд». На заднюю поверхность оптики нанесли дифракционную решетку в виде прямоугольных канавок, позволяющих создать на сетчатке зоны максимальной концентрации световых лучей, соответствующие трем фокусам. Фокус минус первого порядка обеспечивал зрения вдаль, фокус нулевого порядка перекрывал промежуточную зону и фокус первого порядка был ответственным для зрения вблизи. Данная линза была названа «Рекорд». Клиническая апробация «Рекорд 3», проведенная на глазах 15 пациентов, дала вполне удовлетворительные результаты. Средняя некоррегированная острота зрения в раннем послеоперационном периоде составила вдаль $0,52 \pm 0,12$, вблизи – $0,6 \pm 0,1$, на промежуточном расстоянии 0,4 – 0,5 [31,61].

Компания Carl Zeiss также разработала и представила для клинического использования трифокальную модель AT Liza tri 839 m/p. Материал линзы – гидрофильный акрил (25%) с гидрофобной поверхностью. Оптическая зона AT Liza tri обеспечивает аддидацию 3,33 дптр для близкого расстояния и 1,66 дптр – для средних дистанций без потери качества зрения вдаль. Деления светового потока между фокусами на дальнем, среднем и близком расстоянии в МИОЛ AT Liza tri составляет соответственно 50%, 20% и 30%. Линза имеет на

передней оптической поверхности возможный минимум дифракционных колец, что, по мнению разработчиков, уменьшает вероятность появления нежелательных оптических феноменов и улучшает зрение в сумерках. При этом общий коэффициент пропускания света увеличивается до 85,7%. Благодаря оригинальному рефракционно-дифракционному профилю острота зрения пациентов с имплантацией МИОЛ AT Liza tri мало зависит от размеров зрачка и, следовательно, от уровня освещенности.

Данные, касающиеся клинических испытаний новой трифокусной модели Zeiss AT Liza пока малочисленны. Wei [12], Aggarwal [3] имплантировавшие AT Liza tri пациентам в клинике оценивают ее положительно. Во всех наблюдениях была получена высокая острота зрения, при этом на расстоянии 40 и 80 см она была одинаковой. Авторы отметили также что в первый месяц после операции некоторые пациенты жаловались на «гало», которые, впрочем, не мешали им водить машину ночью. Однако недостаток клинических наблюдений не позволяет дать в настоящее время более детальную характеристику этой новой модели трифокальной гибридной ИОЛ.

1.3.3. Градиентные ИОЛ

В основе мультифокальности градиентных ИОЛ лежит вариабельность преломляющей силы их оптической части за счет изменения рефракционного индекса составляющих ее материалов.

Первая градиентная мультифокальная ИОЛ была разработана и запатентована в США в 1992 году компанией «Eastman Kodak» [49]. Ее оптическая сила плавно увеличивалась от периферии линзы к центру.

В МНТК «Микрохирургия глаза» российскими учеными [50,51] была создана серия МИОЛ, основанных на градиентном принципе, получивших название «Градиол» (патент РФ №2242189). Оптика линзы представлена одним фотоотверждаемым материалом олигоуретанметакрилатом с рефракционными

индексами 1,4795 и 1,520. Внутренний компонент оптической части предназначен для зрения вдаль, наружный – для ближних дистанций. Линза имеет моноблочный дизайн.

Морозова Т. А. [40] изучала различные аспекты клинического применения градиентных ИОЛ. Автором было показано, что оптимальное распределение светового потока в градиентной линзе достигается при использовании внутреннего компонента оптики диаметром 2,0 мм для зрения вдаль и наружного компонента диаметром 6,0 мм для зрения вблизи. Распределение светового потока между дальней и ближней зонами, зависит от освещенности и ширины зрачка, варьируя от 65% и 35% при ярком свете до 30% и 70% в сумерках соответственно. Из 26 пациентов через 6 месяцев после операции острота зрения вдаль составила $0,73 \pm 0,18$ и $0,57 \pm 0,18$ на близком расстоянии. 86% пациентов не пользовались очками. В тоже время было отмечено равномерное снижение контрастной чувствительности на всех частотах и повышенная слепимость в условиях мезопического освещения. Были разработаны критерии отбора пациентов на градиентную мультифокальную коррекцию: возраст до 65 лет, сохранный интеллект, ретинальная остроты зрения не ниже 0,8, ширина зрачка 2,5 – 3,5 мм и его хорошая подвижность. Несмотря на высокие функциональные результаты, полученные автором в послеоперационном периоде, она не рекомендовала использование градиентных ИОЛ у пациентов, имеющих длительную зрительную нагрузку в вечернее и ночное время, в том числе водителям транспортных средств.

Градиентные линзы последнего поколения «Градиол 3» имеют плавный переход от более слабого преломления в центре к более сильному на периферии, что обеспечивает четкое зрение и на средних дистанциях.

Таким образом, несмотря на большое количество направлений в коррекции афакии искусственными хрусталиками с восстановлением аккомодации, реально работающим в настоящее время методом является факоэмульсификация с имплантацией мультифокальных ИОЛ. Из всего

многообразие МИОЛ наиболее применение в клинической практике по совокупности положительных свойств получили рефракционно-дифракционная линза **Acrysof Restor** и рефракционная ИОЛ с асимметричной ротационной оптикой **Lentis Mplus**. В то время как всестороннему изучению Acrysof Restor посвящено большое количество исследований, аналогичные сведения, касающиеся Lentis Mplus, отрывочны и не систематизированы. Опыт применения в России Lentis Mplus пока весьма ограничен. На восполнение и систематизацию данных по клиническому применению Lentis Mplus направленно настоящее исследование.

Глава II. Материалы и методы исследования

2.1. Материал

Настоящая работа основана на изучении клинических и функциональных результатов коррекции афакии различного генеза мультифокальными интраокулярными линзами с ротационно-асимметричной оптикой Lentis Mplus (мод. 313 MF) в сравнительном аспекте с наиболее распространенной МИОЛ ротационно-симметричного типа Acrysof Restor (мод. SN6AD1). Всего методом ультразвуковой факоэмульсификации было прооперировано 194 человека (288 глаз) из них, с катарактой различной степени зрелости 144 человека (188 глаз), с пресбиопией и аметропией высокой степени 50 человек (100 глаз). При отборе больных на операции исключались пациенты с роговичным астигматизмом более 1,25 дптр и с предшествующими рефракционными вмешательствами.

Клиническое обследование и хирургическое лечение пациентов проводилось в офтальмологической клиники «Леге Артис» (Ростов-на-Дону). Большинство пациентов – 178 (91,8%) – были прооперированы амбулаторно. В стационаре находились только иногородние пациенты – 16 человек (8,2%). Осмотры осуществлялись на 1-й, 2-й, 3-й, 14-й день, через 1 и 6 месяцев после операции. Оперировали, как правило, последовательно оба глаза. При высокой остроте зрения на парный глаз допускалась односторонняя артификация, а также сочетание с монофокальной ИОЛ. Интервал между операциями первого и второго глаза составлял от 10 дней до 3-х месяцев. При коррекции пресбиопии и аметропии высокой степени во всех случаях имплантация МИОЛ была двухсторонней.

Все клинические наблюдения были разделены на две группы. В первую основную клиническую группу (132 человека, 194 глаза) вошли пациенты

с катарактами различной степени зрелости (94 человека, 118 глаз), а также пресбиопы и аметропы высокой степени (38 человек, 76 глаз), которым была проведена имплантация МИОЛ Lentis Mplus с плоскостной гаптикой (мод. 313 MF) и аддидацией 3 дптр.

Распределение пациентов основной клинической группы по полу и возрасту представлены в таблице 1.

Таблица 1

Распределение пациентов основной клинической группы по полу и возрасту

Возраст (лет)	Мужчины	Женщины	Всего
20-29	3	4	7 (5,3%)
30-39	4	3	7 (5,3%)
40-49	16	19	35 (26,5%)
50-59	16	16	31 (23,5%)
60-69	23	28	52 (39,4%)
Всего	62 (47%)	70 (53%)	132 (100%)

Средний возраст пациентов был равен $54,9 \pm 1,7$ года.

Вторую контрольную клиническую группу (62 человека, 94 глаза) составили пациенты с катарактой (50 человек, 70 глаз), пресбиопы и аметропы высокой степени (12 человек, 24 глаза), которым была имплантирована МИОЛ Acrysof Restor (мод. SN6AD1).

Состав контрольной группы представлен в таблице 2.

Распределение пациентов контрольной клинической группы по полу и возрасту

Возраст (лет)	Мужчины	Женщины	Всего
20-29	1	1	2 (3,2%)
30-39	2	2	4 (6,5%)
40-49	4	5	9 (14,5%)
50-59	7	10	17 (27,4%)
60-69	13	17	30 (48,4%)
Всего	27 (43,5%)	35 (56,5%)	62 (100%)

Средний возраст составил $57,5 \pm 1,5$ года.

Вид катаракт, а также степень их зрелости в обеих анализируемых клинических группах носили сопоставимый характер.

2.2. Методы

2.2.1. Методы клинического обследования

Пред- и послеоперационное обследование пациентов включало в себя визометрию, субъективную и объективную рефрактометрию, офтальмометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, ультразвуковое исследование (эхобиометрию, В-сканирование), оптическую интерферометрию, тонометрию, эндотелиальную биомикроскопию, оптическую когерентную томографию (ОКТ).

Дополнительно в послеоперационном периоде исследовалась острота зрения вдаль (5м), на промежуточном (0,5-0,7м) и близком (0,2-0,4м) расстояниях без дополнительной очковой коррекции в условиях фотопического (85 кандел/м^2) и

мезопического (8 кандел/м^2) освещения. Определяли также пространственную контрастную чувствительность (ПКЧ) и объем псевдоаккомодации (ОП). Помимо этого строили кривую дефокусировки (КД) в соответствии с требованиями стандарта на мультифокальные ИОЛ (ISO 11979-9. *Ophthalmic implants – intraocular lenses. Pt. 9./Multifocal intraocular lenses – 2006*). Уровень освещенности измеряли с помощью люксметра Testo 545. О характере зрения судили по хромотесту.

Остроту центрального зрения вдаль исследовали, используя проектор испытательных знаков фирмы Shin-Nippon CP-30. Остроту зрения на близком и промежуточном расстояниях определяли по стандартной методике с помощью таблиц для проверки зрения вблизи. Фотопические условия создавали благодаря подсветке, направленной на экран со знаками, мезопические условия – при отсутствии дополнительного освещения.

Рефрактометрию и офтальмометрию выполняли с помощью автокераторефрактометра фирмы Kowa KW-2000. Биомикроскопию проводили по стандартным методикам с помощью щелевой лампы CSO SL980.

Офтальмоскопия осуществлялась при достаточной прозрачности оптических сред по общепринятой методике с помощью прямого Heine NT и обратного офтальмоскопа Omega 500. В необходимых случаях для оценки состояния центральных отделов сетчатки использовался оптический когерентный томограф iVue 100 Optovue.

Ультразвуковую биометрию проводили с помощью прибора Tomey AL-3000, оценивая при этом глубину передней камеры, толщину и положение хрусталика, аксиальную длину глаза.

При зрелых катарактах состояние сетчатки и стекловидного тела исследовалось с помощью ультразвукового В-скана Tomey UD-1000 и электрофизиологическим методом на аппарате Tomey EP-1000 Pro Multifocal. Регистрировали корковые зрительно-вызванные потенциалы (ЗВП) по стандартам, рекомендованным международным обществом электрофизиологов

(JSEV). При регистрации ЗВП использовали в качестве стимулятора вспышку, белый стимул подавали с интенсивностью 0,085 Дж.

Расчет силы имплантируемой МИОЛ осуществляли методом оптической интерферометрии на приборе IOL Master (Carl Zeiss) с дублирование расчета на эхобиометре по формулам третьего поколения (SRK-T, Holladay, Hoffer Q, Naigis), как рекомендуется в большинстве современных исследований [2,8,9,15,16,26,185]. Рефракцией цели являлась эмметропия. При этом А-константа для Lentis Mplus составляла 118,0; для Acrysof Restor 118,6.

Тонометрию выполняли пневмотонометром Reicher AT 555, а также контактным методом по Маклакову с применением тонометра 10,0 гр.

С целью снижение риска послеоперационных осложнений и для оценки травматичности хирургических манипуляций всем пациентам проводилась бесконтактная эндотелиальная биомикроскопия на приборе Topcon SP-3000P. Исследовали плотность заднего эпителия роговицы (ЗЭР) в центральной зоне до и через 1 месяц после операции.

Процент потери (ПЗЭР) определили по формуле:

$$\text{ПЗЭР} = \frac{\text{ЗЭР2}}{\text{ЗЭР1}} \cdot 100, \text{ где}$$

ЗЭР1 – плотность клеток заднего эпителия до операции;

ЗЭР2 – плотность клеток заднего эпителия после операции.

Пространственную контрастную чувствительность (ПКЧ) исследовали монокулярно на различных пространственных частотах при помощи автономной программы «Зебра» (версия 3.0) по методу, предложенному А.М. Шамшиновой, А.Е. Белозеровым, В.М. Шапиро [62]. Тестирование проводилось по черно-белым решеткам на частотах 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0 цикл/градус. Контраст плавно менялся от 0,2% до 100%. Предоперационное

обследование у пациентов с гиперметропией и миопией выполняли в условиях оптимальной очковой коррекции.

Исходя из положения о том, что показатели ПКЧ страдают, как при начальной катаракте [103, 137, 154, 169], так и при очковой коррекции аметропий даже слабых степеней [13, 19, 39, 54], мы при оценке функций оперированного глаза сравнивали ее не с возрастной нормой, а с дооперационными данными пациентов с высокой исходной остротой зрения [13, 158].

Объем псевдоаккомодации в диоптриях (А) определяли методом проксиметрии [43] по формуле:

$$A = \frac{1}{P} - \frac{1}{R}, \text{ где}$$

P - расстояние от глаза (в метрах) до ближайшей точки ясного зрения,

R – расстояние до дальнейшей точки ясного зрения (в метрах).

В процессе исследования объема псевдоаккомодации на расстоянии до 0,5 метра ориентировались на шрифт №7 стандартной таблицы, при увеличении дистанции до 1,5 метров – на шрифт №8. Подсветку располагали над головой пациента, направляя свет на таблицу со знаками.

Построение кривой дефокусировки проводили у пациентов с высокой некорригированной остротой зрения вдаль (0,9-1,0) монокулярно по стандартным оптотипам через 14-30 дней после имплантации мультифокальных ИОЛ. Силу очкового стекла постепенно увеличивали от (-) 0,5 до (-) 5,0 дптр с шагом 0,5 дптр, фиксируя каждый раз остроту зрения.

Субъективную оценку качества зрительных функций изучали на основании анализа анкет, в которые были включены следующие вопросы:

1. Пользуетесь ли вы очками для дали?
2. Пользуетесь ли вы очками при чтении и письме? При ярком свете? В сумерках?
3. Испытываете ли вы затруднения при работе на средних дистанциях (экран монитора, показания приборов автомобиля и т.д.)?
4. Беспокоят ли вас ослепляемость ярким светом, круги светорассеивания вокруг источников света? Днем или ночью?
5. Испытывает ли вы затруднения при вождении автомобиля? Днем или ночью? (Только для водителей автомобилей)

Возможными вариантами ответов были: постоянно, изредка, никогда.

2.2.2. Техника ультразвуковой факоемульсификации с имплантацией мультифокальных ИОЛ

Подготовка к операции.

За 30-40 минут до операции пациенту в положении сидя проводили разметку лимбальной зоны глаза по горизонтальному меридиану Nd YAG-лазером с помощью горизонтально стабилизированной щелевой лампы или гравитационного разметчика, затем инстиллировали раствор мидримакса (Промед Экспортс, Лтд.). Субконъюнктивально вводили 0,1 мл 1%-ного раствора мезатона и 0,2 мл 0,25%-ного раствора диклофенака.

Анестезия.

Эпibuльбарно инстиллировали раствор алкаина (Alcon), интракамерно вводили 0,2 мл 0,25%-ного раствора маркаина. В некоторых случаях проводили анестезию в субтеноновое пространство 2-мя мл 2%-ного раствора лидокаина.

Ход операции.

Операцию выполняли под микроскопом Lumera-T (Carl Zeiss), обрабатывали операционное поле 5%-ным раствором бетадина. Формировали роговичный

самогерметизирующийся тоннельный разрез шириной 2,2 мм на 12 часах. В необходимых случаях передняя капсула хрусталика окрашивалась трипановым синим. В переднюю камеру вводили VISCOAT (Alcon) и PROVISC (Alcon). Непрерывный круговой капсулорексис формировали диаметром 5,5-5,75 мм, при имплантации Acrysof Restor (мод. SN6AD1) и 6,0-6,25 мм при имплантации Lentis Mplus (мод. 313 MF), учитывая плоскостной характер ее гаптической части. Роговичные парацентезы выполняли на 3 и 10 часах копьевидным ножом 20G.

После гидродиссекции и гидроделинеации осуществлялась факоэмульсификация катаракты на аппарате фирмы Alcon (США) – «Infiniti Ozil» с применением метода «Stop & Chop». Интенсивность режима ультразвукового воздействия зависела от плотности катаракты. Бимануально удалялась кора хрусталика. Проводилось удаление эпителиальных клеток передней капсулы и «полировка» задней капсулы.

Имплантация МИОЛ осуществлялась с помощью инжектора через основной разрез (без дополнительного его расширения), предварительно заполнив капсулярный мешок Provisc (Alcon). После введения в капсулярный мешок Lentis Mplus позиционировали таким образом, чтобы горизонтальные метки на ее передней поверхности совпали с метками на лимбе, а сектор аддидации был ориентирован вниз к меридиану 6 часов.

Операция завершалась субконъюнктивальным введением 0,3 мл раствора дексаметазона.

В послеоперационном периоде пациентам назначались инстилляциии глюкокортикостероидов (дексаметазон, Santen) и антибиотиков (офтаквикс, Santen). В дальнейшем рекомендовались инстилляциии глюкокортикостероидов 2-4 раза в сутки в течение 2-3 недель.

2.3.3. Методы статической обработки материала

Статическая обработка полученных результатов проводилась методами вариационной статистики с определением средней арифметической вариационного ряда (M), ошибки средней арифметической (m), степени достоверности имеющихся различий (P). Различия между показателями двух групп считались достоверными при уровне значимости $P \leq 0,05$. Все статистические процедуры проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0» и «Stetland».

Глава III. Результаты клинических исследований

3.1. Результаты обследования пациентов в дооперационном периоде

3.1.1. Острота центрального зрения

Результаты определения остроты зрения вдаль, полученные перед операцией, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Острота зрения вдаль у пациентов анализируемых клинических групп перед операцией

Острота зрения	Основная группа				Контрольная группа			
	Пациенты с катарактой		Пациенты с аметропией и пресбиопией		Пациенты с катарактой		Пациенты с аметропией и пресбиопией	
	НКОЗ	КОЗ	НКОЗ	КОЗ	НКОЗ	КОЗ	НКОЗ	КОЗ
Р. 1. с. – 0,04	28 (23,7%)	10 (8,5%)	-	-	15 (21,4%)	6 (8,6%)	-	
0,05 - 0,1	66 (55,9%)	16 (13,5%)	11 (14,5%)	-	41 (58,6%)	10 (14,3%)	3 (12,5%)	
0,2 – 0,4	24 (20,4%)	38 (32,2%)	21 (27,6%)	-	14 (20%)	22 (31,4%)	7 (29,2%)	
0,5 – 0,7	-	36 (30,5%)	27 (35,5%)	14 (18,4%)	-	21 (30%)	9 (37,5%)	4 (16,7%)
0,8 – 1,0	-	18 (15,3%)	17 (22,4%)	62 (81,6%)	-	11 (15,7%)	5 (20,8%)	20 (83,3%)
Всего	118 глаз (100%) 94 пациента		76 глаз (100%) 38 пациентов		70 глаз (100%) 50 пациентов		24 глаза (100%) 12 пациентов	

Как следует из таблицы у всех пациентов с катарактами до операции некоррегированная острота (НКОЗ) была в значительной степени снижена, в первой группе до $0,13 \pm 0,08$ во второй до $0,14 \pm 0,06$. В результате проведенной

очковой коррекции зрение повысилось соответственно до $0,39 \pm 0,14$ и $0,41 \pm 0,12$.

3.1.2. Офтальмометрия и рефрактометрия

Офтальмометрия в автоматизированном и, при необходимости, в ручном режиме (офтальмометр ОФ-2) проводилась у всех пациентов как необходимый этап при расчете оптической силы ИОЛ, а также для определения вида и степени роговичного астигматизма. Мы рекомендовали имплантацию мультифокальных ИОЛ при прямом роговичном астигматизме не более 1,5 дптр и при обратном – не более 1,0 дптр.

Объективная и субъективная рефрактометрия осуществлялась у пациентов с достаточной прозрачностью оптических сред. По данным предоперационного обследования миопия слабой и средней степени была выявлена у пациентов основной группы в 20,4%, в контрольной группе – в 23,1% случаев. У подавляющего большинства пациентов (83%) миопия имела катарактальный генез и не сопровождалась удлинением оптической оси глаза. В 13% случаев отмечалась осевая миопия средней и высокой степени.

Гиперметропическая рефракция была зарегистрирована у 35,5% пациентов первой и 30,8% второй клинических групп. В 75% случаев отмечалась дальнозоркость слабой и средней степени, в 25% наблюдений – высокой степени.

3.1.3. Биомикроскопия, офтальмоскопия, оптическая когерентная томография (ОКТ).

Биомикроскопическое исследование, проводимое перед операцией, позволило сформировать две сопоставимые клинические группы, состав которых представлен в таблице 4.

Качественный состав анализируемых клинических групп перед операцией

Состояние хрусталика	Основная группа	Контрольная группа
Прозрачный хрусталик	76 (39,2%)	24 (25,5%)
Корковая катаракта	26(13,4%)	16 (17%)
Ядерная катаракта	38(19,6%)	22 (23,4%)
Смешанная катаракта	54(27,8%)	32 (34,1%)
Всего	194 глаза (100%)	94 глаза (100%)

Степень плотности катарактальных ядер оценивалась по классификации Buratto [11].

Степень плотности катарактальных ядер пациентов анализируемых клинических групп перед операцией

Степень плотности ядра хрусталика	Основная группа	Контрольная группа
1 степень	17 (14,4%)	8 (11,4%)
2 степень	40 (33,9%)	24 (34,3%)
3 степень	53 (44,9%)	35 (50%)
4 степень	8 (6,8%)	3 (4,3%)
5 степень	-	-
Всего	118 глаз (100%)	70 глаз (100%)

Офтальмоскопическое обследование, включая данные оптической когерентной томографии проводилось всем пациентам при сохранении необходимой прозрачности оптических сред (в основной группе в 92 наблюдениях, в контрольной – в 44). В результате проведенных исследований была выявлена следующая патология (таблица 6).

Таблица 6

**Офтальмологическая патология у пациентов анализируемых
клинических групп перед операцией**

Вид патологии	Основная группа	Контрольная группа
Единичные сухие друзы	23 (23,9%)	7 (15,9%)
Сливные влажные друзы	6 (6,5%)	4 (9,0%)
Очаговая деструкция пигментного эпителия	6 (6,5%)	3 (6,8%)
Ламеллярный макулярный разрыв	1 (1,1%)	-
Гипертоническая ангиопатия сетчатки I-II стадии	18 (19,6%)	9 (20,5%)
Диабетическая ретинопатия I a, b стадии	5 (5,4%)	3 (6,8%)
Периферическая витреохориоретинальная дистрофия (решетчатая, «след улитки»)	12 (13,0%)	6 (13,6%)
Деструкция стекловидного тела	5 (5,4%)	3 (6,8%)
Без патологии	17 (18,6%)	9 (20,6%)
Всего	92 глаза (100%)	44 глаза (100%)

Всем пациентам с выявленной патологией заднего отдела глаза в пред- и послеоперационном периоде было назначено соответствующее лечение и динамического наблюдения офтальмолога.

3.1.4. Ультразвуковое исследование

Исследование глаз пациентов обеих клинических групп проводилось как в режиме А-метода с определением основных биометрических параметров глаза, так и в варианте диагностического В-сканирования при наличии зрелых катаракт.

В-сканирование, выполненное у 43 пациентов, выявило наличие выраженной деструкции стекловидного тела в 8 случаях (у 5 - в основной и у 3 - в контрольных группах), а также наличие неполной отслойки задней гиалоидной мембраны с витреальными тракциями у 14 пациентов (у 10 – в основной и у 4 - в контрольной группах). При этом была исключена грубая патология заднего отрезка глаза: гемофтальм, новообразования, отслойка сетчатки, швартообразование и другое.

3.1.5 Внутриглазное давление (ВГД)

Исследование ВГД проводилось в двух вариантах: бесконтактным пневмотонометром и контактным методом - 10 граммовым тонометром Маклакова.

Как в основной, так и в контрольной клинических группах внутриглазное давление изменялось в пределах суточной нормы. В первой группе оно составило $20,25 \pm 0,18$ мм рт. столба, во второй - $20,35 \pm 0,21$ мм рт. столба.

3.1.6 Эндотелиальная биомикроскопия

Подсчет эндотелиальных клеток до операции проводили в центральной зоне роговицы. Во всех наблюдениях клетки имели правильную гексогональную форму, одинаковый размер и плотно прилежали друг к другу. Количество эндотелиальных клеток на единицу площади задней поверхности роговицы представлено в таблице 7.

Таблица 7

Плотность эндотелия роговицы (клеток/мм², M±m) в анализируемых клинических группах

Параметр исследования	Основная группа	Контрольная группа
Количество эндотелия на 1 мм ² задней поверхности роговицы	2658±28,7	2616±30,1

3.1.7 Пространственная контрастная чувствительность

Пространственную контрастную чувствительность (ПКЧ) исследовали монокулярно по вертикальным черно-белым решеткам на частотах 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0 цикл/градус у пациентов обеих клинических групп с высокой дооперационной остротой зрения (начинающейся катаракты, аметропия, пресбиопия) в условиях оптимальной очковой коррекции при помощи автономной программы «Зебра» (версия 3.0). Результаты исследования приведены в таблице 8.

ПКЧ (дБ, $M \pm m$) к ахроматическим синусоидальным решеткам у пациентов анализируемых клинических групп перед операцией

Частота цикл/градус	Основная группа	Контрольная группа
1	2	3
0,5	26,3±0,58	26,9±0,62
1,0	30,5±0,65	28,5±0,68
2,0	33,5±0,52	34,1±0,50
4,0	32,3±0,63	31,5±0,58
8,0	26,5±0,46	25,8±0,51
16,0	20,5±0,51	21,1±0,55

Получение значения, в целом, соответствуют нижней границе физиологической нормы, имеющиеся различия между отдельными подгруппами, статистически недостоверны ($p > 0,05$)

3.1.8 Электрофизиологическое исследование

Электрофизиологические исследования были проведены у 26 пациентов основной и 16 пациентов контрольной клинической групп с целью исключения патологии нервно-рецепторного аппарата глаза при значительном помутнении оптических сред.

У всех обследованных пациентов амплитудно-временные показатели зрительно-вызванных потенциалов (ЗВП) находились в пределах нормы. В таблице 9 представлены средние значения зрительно-вызванных потенциалов у пациентов обеих клинических групп.

Амплитудно-временные характеристики зрительно-вызванных потенциалов (ЗВП) у пациентов анализируемых клинических групп

Параметры исследования	Основная группа n=26	Контрольная группа n=16
Латентность ЗВП (миллисекунды, $M \pm m$)	107,2 \pm 1,56	110,5 \pm 1,81
Амплитуда ЗВП (микровольты, $M \pm m$)	15,2 \pm 0,48	14,9 \pm 0,59

Различия между показателями в группе статистически недостоверны ($p > 0,05$).

3.2 Результаты обследования пациентов в послеоперационном периоде

Исследование зрительных функций пациентов обеих клинических групп проводилось на 3-е и 14-е сутки послеоперационного периода, а также спустя 1 и 6 месяцев после операции. Острота зрения на различном расстоянии определялась в условиях фотопического (85 кан/м^2) и мезопического (8 кан/м^2) освещения. Также оценивалась клиническая рефракция объективным и субъективным способами, характер зрения, внутриглазное давление, плотность эндотелиальных клеток. Пространственная контрастная чувствительность, способность к дефокусировке, объем псевдоаккомодации, субъективные ощущения пациентов (анкетирование) изучались в более поздние сроки, спустя 1-6 месяцев после операции.

Интра- и послеоперационных осложнений во всех клинических группах получено не было. Незначительный отек роговиц и транзиторная гипертензия, отмеченные в раннем послеоперационном периоде в единичных случаях, не требовали лечения и ликвидировались самостоятельно.

3.2.1 Острота центрального зрения

3.2.1.1. Острота зрения вдаль

Динамика восстановления остроты зрения вдаль (5 м) у пациентов анализируемых клинических групп в условиях фотопического и мезопического освещения на протяжении 6 месяцев после операции представлена в таблице 10.

Таблица 10

Динамика восстановления остроты зрения (НКОЗ) вдаль у пациентов анализируемых клинических групп

Срок исследования	Основная группа		Контрольная группа	
	Фотопическое освещение	Мезопическое освещение	Фотопическое освещение	Мезопическое освещение
	1	2	3	4
14 суток	0,71±0,11	0,70±0,12	0,74±0,07	0,71±0,11
1 месяц	0,85±0,08	0,83±0,11	0,88±0,10	0,86±0,09
6 месяцев	0,89±0,10	0,88±0,11	0,88±0,09	0,87±0,12
Через 14 сут.	$P_{1-3}=0,62$	$P_{2-4}=0,29$	$P_{1-2}=0,41$	$P_{3-4}=0,44$
Через 1 мес.	$P_{1-3}=0,30$	$P_{2-4}=0,62$	$P_{1-2}=0,56$	$P_{3-4}=0,85$
Через 6 мес.	$P_{1-3}=0,72$	$P_{2-4}=0,44$	$P_{1-2}=0,63$	$P_{3-4}=0,66$

Как следует из анализа данных, приведенных в таблице, на 14 сутки после операции некоррегированная острота зрения вдаль у пациентов основной группы в фотопических и мезопических условиях составила $0,71\pm 0,11$ и $0,70\pm 0,12$, в контрольной группе соответственно $0,74\pm 0,07$ и $0,71\pm 0,11$. Минимальные различия показателей основной и контрольной клинических групп, а также их малая зависимость от уровня освещенности не являются статистически достоверными ($P > 0,05$).

Визометрия, проведенная через 1 месяц после оперативного вмешательства, зарегистрировала повышение некоррегированной остроты зрения вдаль у

пациентов обеих клинических групп. В основной группе НКОЗ вдаль в фотопических и мезопических условиях освещения составила $0,85 \pm 0,08$ и $0,83 \pm 0,11$, в контрольной группе $0,88 \pm 0,10$ и $0,86 \pm 0,09$ соответственно. Различие в значениях НКОЗ вдаль между группами при одинаковых условиях освещения статистически недостоверно ($P > 0,05$).

Обследование, проведенное через 6 месяцев после операции, показало стабилизацию достигнутой остроты зрения по сравнению с предыдущим сроком наблюдения. В основной группе визуальный эффект в зависимости от освещенности находился в пределах $0,89 \pm 0,10$ и $0,88 \pm 0,11$ (снижение на 1,2%), в контрольной – $0,88 \pm 0,09$ и $0,87 \pm 0,12$ (снижение на 1,2%) соответственно. Как и в предыдущих наблюдениях различие показателей между группами статистически недостоверно ($P > 0,05$).

Количественное соотношение пациентов, анализируемых клинических групп в зависимости от остроты зрения в условиях различной освещенности представлено в виде диаграммы на рис. 1.

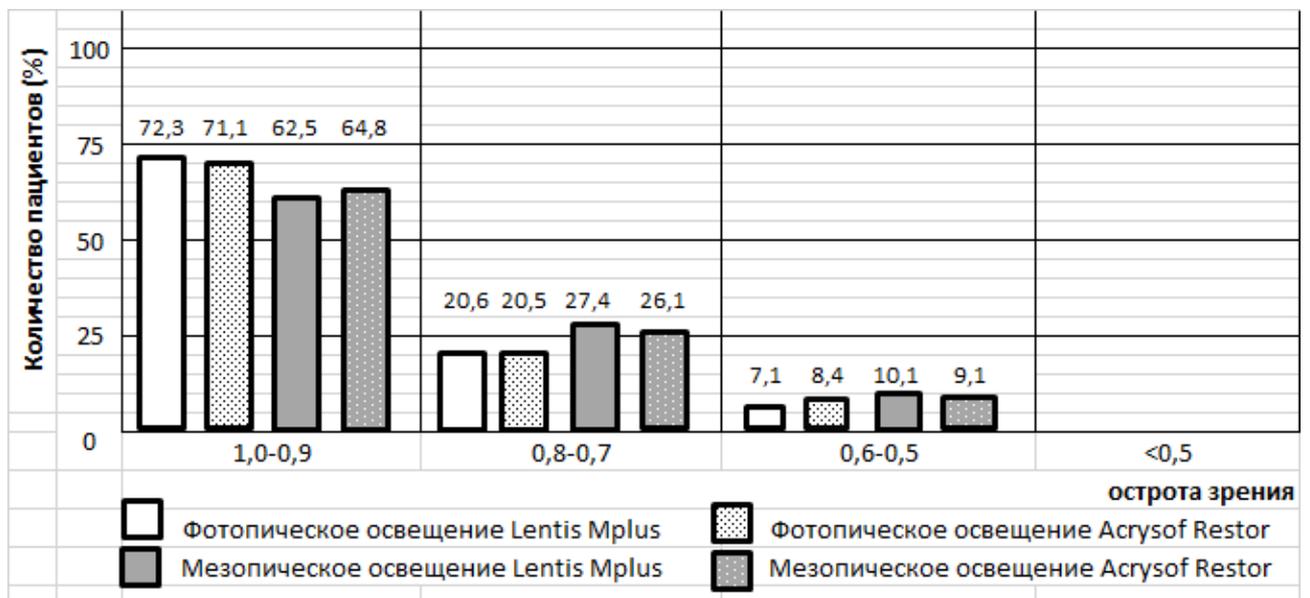


Рис. 1 Некоррегированная острота зрения вдаль у пациентов анализируемых клинических групп через 6 месяцев после операции.

Из анализа диаграммы следует, что в основной и контрольной клинических группах была получена высокая некоррегированная острота зрения вдаль равная 0,9-1,0 в 62,5 - 72,3%; 0,7-0,8 в 20,6 - 27,4%; 0,5-0,6 в 7,1-10,1% случаев. Важно отметить, что на остроту зрения вдаль в обеих группах мало влиял уровень освещенности.

3.1.1.2 Острота зрения на близком расстоянии

Острота зрения пациентов на близком расстоянии (0,2-0,4 м) без коррекции также оценивалась в условиях различной освещенности. Динамика восстановления НКОЗ на протяжении полугода после операции представлена в таблице 11.

Таблица 11

Динамика восстановления остроты зрения (НКОЗ) на близком расстоянии у пациентов анализируемых клинических групп

Срок исследования	Основная группа		Контрольная группа	
	Фотопическое освещение	Мезопическое освещение	Фотопическое освещение	Мезопическое освещение
	1	2	3	4
14 суток	0,77±0,12	0,68±0,12	0,78±0,11	0,43±0,10
1 месяц	0,80±0,11	0,72±0,11	0,82±0,12	0,50±0,10
6 месяцев	0,83±0,12	0,73±0,10	0,81±0,12	0,51±0,11
Через 14 сут.	$P_{1-3}=0,47$	$P_{2-4}=0,04$	$P_{1-2}=0,34$	$P_{3-4}=0,01$
Через 1 мес.	$P_{1-3}=0,33$	$P_{2-4}=0,03$	$P_{1-2}=0,21$	$P_{3-4}=0,01$
Через 6 мес.	$P_{1-3}=0,35$	$P_{2-4}=0,02$	$P_{1-2}=0,18$	$P_{3-4}=0,02$

Из анализа таблицы 11 следует, что на 14 сутки после операции некоррегированная острота зрения на близком расстоянии в фотопических условиях для пациентов 1-й и 3-й групп составила соответственно 0,77±0,12 и

0,78±0,11. Это различие статистически недостоверно ($P>0,05$). В то же время НКОЗ на расстоянии 20-40 см при мезопическом освещении у этих же пациентов значительно различается, составляя 0,68±0,12 в основной и 0,43±0,10 в контрольной группе. Различие статистически достоверно ($P<0,05$). Снижение остроты зрения при сумеречном освещении у пациентов с имплантацией Acrysof Restor связано с конструкцией оптической части линзы и резким уменьшением светового потока, формирующим ближний фокус, при расширении зрачка. Эта же тенденция у Lentis Mplus проявляется в значительно меньшей степени.

Офтальмологическое обследование, проведенное через 1 месяц после оперативного лечения, выявило повышение остроты зрения вблизи в фотопических условиях у пациентов, как основной, так и контрольной групп до 0,80±0,11 и 0,82±0,12 соответственно. Статистический анализ не подтвердил достоверность этого различия. В то же время в условиях пониженного освещения имеющаяся разница в остроте зрения в основной (0,71±0,11) и в контрольной (0,50±0,10) группах статистически достоверна ($P<0,05$).

Исследование, проведенное через 6 месяцев после операции, указывает на стабилизацию остроты зрения вблизи в обеих клинических группах. Острота зрения в фотопических условиях в основной и контрольной группах на близком расстоянии была практически равной 0,83±0,12 и 0,81±0,12 соответственно. Сохранялось также статически достоверное различие ($P<0,05$) в мезопических условиях: 0,73±0,10 в основной (снижение на 2,1%), против 0,51±0,11 в контрольной группах (снижение на 37,1%).

Распределение пациентов обеих клинических групп в зависимости от некоррегированной остроты зрения на близком расстоянии при различных условиях освещения через 6 месяцев после оперативного лечения представлено в виде диаграммы на рис. 2.

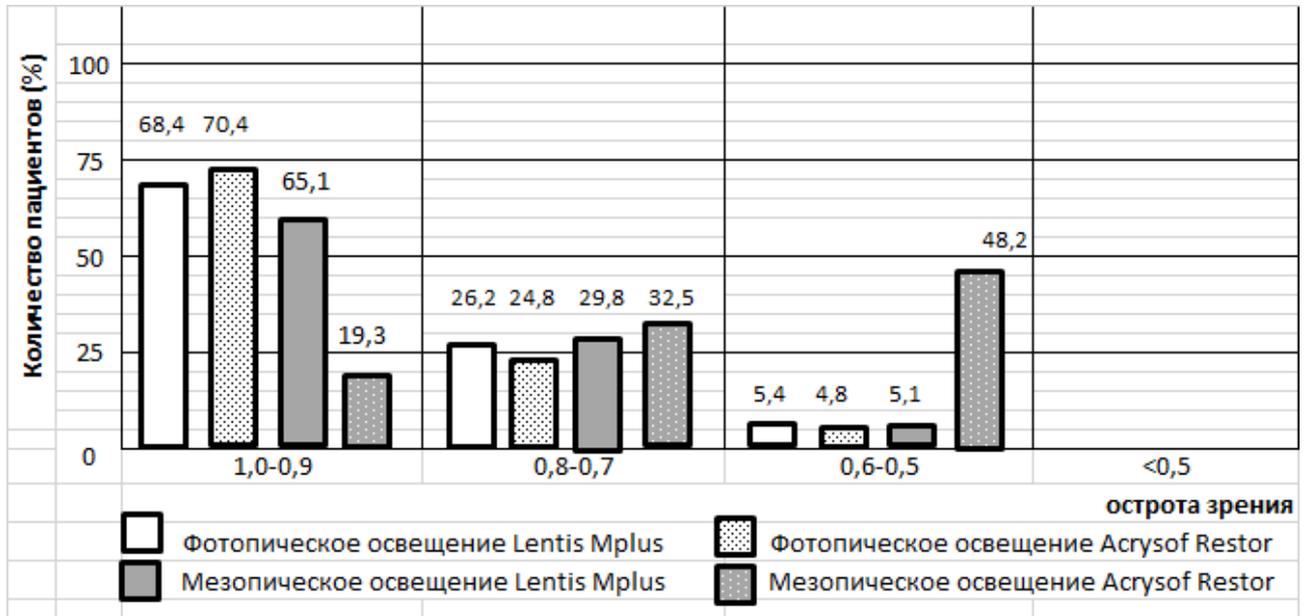


Рис. 2. Некоррегированная острота зрения вблизи у пациентов анализируемых клинической групп через 6 месяцев после операции.

Из анализа диаграммы следует, что в обеих клинических группах в 68,4 - 70,4% наблюдений была получена высокая некоррегированная острота зрения на близком расстоянии в фотопических условиях равная 0,9-1,0. При мезопическом освещении она умеренно снижалась в основной (65,1%) и более значительно (19,3%) в контрольной группах. Если в условиях хорошего освещения (85 кандел/м²) различие в остроте зрения в основной и контрольной группах были незначительны, то в условиях сумерек (8 кандел/м²) наблюдаемая разница высоко достоверна (P<0,05).

3.2.1.3 Острота зрения на промежуточном расстоянии

Динамика восстановления остроты зрения на промежуточном расстоянии (0,5-0,7 м) у пациентов обеих клинических групп в условиях фотопического и мезопического освещения на протяжении 6 месяцев после операции представлена в таблице 12.

Динамика восстановления остроты зрения (НКОЗ) на промежуточном расстоянии у пациентов анализируемых клинических групп

Срок исследования	Основная группа		Контрольная группа	
	Фотопическое освещение	Мезопическое освещение	Фотопическое освещение	Мезопическое освещение
	1	2	3	4
14 суток	0,52±0,12	0,51±0,10	0,51±0,10	0,32±0,08
1 месяц	0,58±0,08	0,53±0,08	0,52±0,10	0,34±0,07
6 месяцев	0,60±0,11	0,56±0,09	0,55±0,08	0,36±0,1
Через 14 сут.	$P_{1-3}=0,16$	$P_{2-4}=0,04$	$P_{1-2}=0,34$	$P_{3-4}=0,03$
Через 1 мес.	$P_{1-3}=0,12$	$P_{2-4}=0,04$	$P_{1-2}=0,35$	$P_{3-4}=0,04$
Через 6 мес.	$P_{1-3}=0,08$	$P_{2-4}=0,03$	$P_{1-2}=0,36$	$P_{3-4}=0,04$

Из анализа таблицы 12 следует, что на 14 сутки послеоперационного периода некоррегированная острота зрения на промежуточном расстоянии в фотопических условиях для пациентов 1-й и 3-й групп составила соответственно $0,52\pm 0,12$ и $0,51\pm 0,10$. Это различие статистически недостоверно. В то же время НКОЗ на расстоянии 0,5-0,7 метров в условиях пониженной освещенности у этих же пациентов различаются более значительно до $0,51\pm 0,10$ и $0,32\pm 0,08$ соответственно, что является достоверным ($P < 0,05$). Умеренное снижение в сумерках ($0,52\pm 0,12$ против $0,51\pm 0,10$) наблюдается и у пациентов с Lentis Mplus, однако имеющееся различие не носит статистически достоверного характера.

Визометрия, проведенная через один месяц после хирургического лечения, показала повышение некоррегированной остроты зрения на промежуточном расстоянии у пациентов обеих клинических групп. Средние значения НКОЗ на расстоянии 50-70см у обследуемых основной клинической группы в фотопических и мезопических условиях составили $0,58\pm 0,08$ и $0,53\pm 0,08$. У пациентов контрольной группы этот показатель соответствовал $0,52\pm 0,10$ в

фотопических и $0,34 \pm 0,07$ в мезопических условиях освещения. Если различия между показателями 1-3 являются недостоверными, то снижение остроты зрения в условиях пониженного освещения в контрольной группе по сравнению с основной (2-4) остается статистически достоверным.

Исследование, проведенное через 6 месяцев после операции, выявило стабилизацию полученной остроты зрения. Средние значения НКОЗ у пациентов основной группы на промежуточном расстоянии в фотопических и мезопических условиях составили $0,60 \pm 0,11$ и $0,56 \pm 0,09$ (снижение на 6,7%), в контрольной группе эти показатели соответственно равнялись $0,55 \pm 0,08$ и $0,36 \pm 0,10$ (снижение на 34,6%). В эти сроки острота зрения на промежуточном расстоянии у пациентов с Lentis Mplus была выше, чем у пациентов с Acrysof Restor в условиях как фотопического, так и мезопического освещения, однако при ярком свете это различие не было статистически достоверно. Распределение пациентов обеих клинических групп в зависимости от некоррегированной остроты зрения на промежуточном расстоянии при различных условиях освещения через 6 месяцев после операции представлено в виде диаграммы на рис 3.

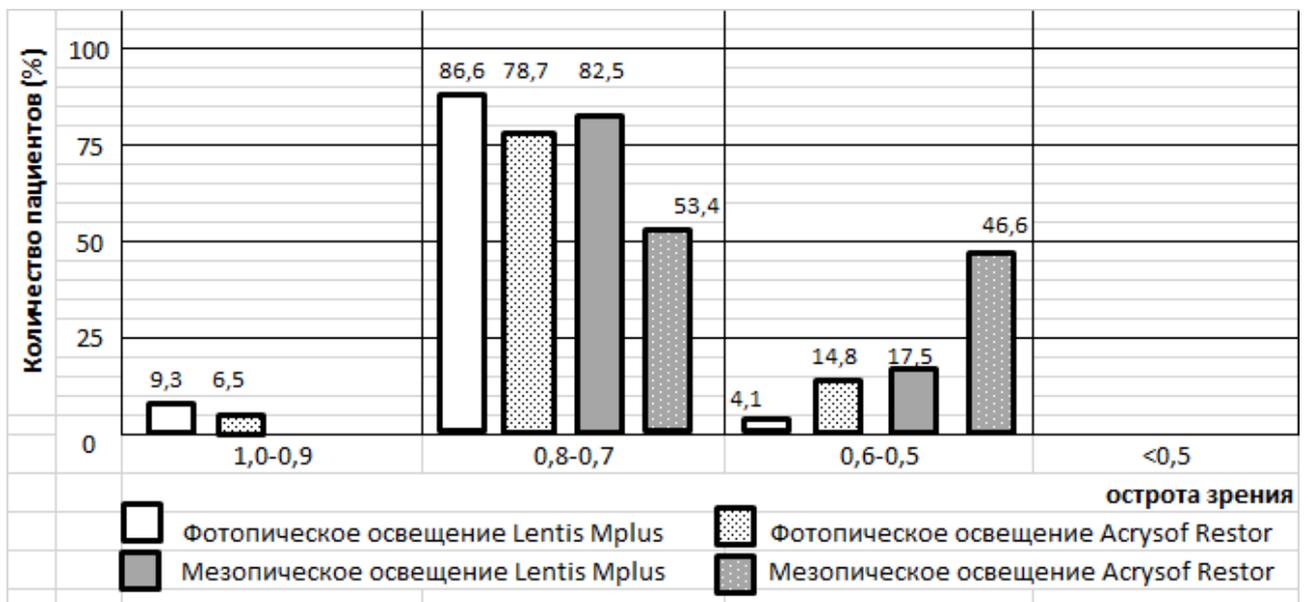


Рис. 3 Некоррегированная острота зрения на промежуточном расстоянии у пациентов анализируемых групп через 6 месяцев после операции.

Из анализа диаграммы следует, что острота зрения 0,8-0,7 на расстоянии 0,5-0,7 метров была получена в условиях фотопического освещения в 9,3% в основной и в 6,5% в контрольной группах. В условиях пониженной освещенности достигнуть этих значений не удалось ни в одном случае. Острота зрения на промежуточной дистанции в пределах 0,6-0,5 отмечалась при хорошем освещении у 86,6-78,7% пациентов в обеих клинических группах. Однако, снижение уровня освещенности до 8 кандел/м² уменьшало количество пациентов, сохраняющих фотопическую остроту зрения, до 82,5% в основной и до 53,4% в контрольной группах, что связано со снижением светового потока, формирующего ближний и промежуточный фокус у Acrysof Restor в условиях миопии.

Таким образом, анализ послеоперационной остроты зрения показал, что в обеих клинических группах, независимо от вида имплантированной ИОЛ, была получена высокая острота зрения вдаль, не зависящая от уровня освещенности. На близком расстоянии (0,2-0,4 м) в условиях фотопической освещенности пациенты, как с имплантированными Lentis Mplus, так и с Acrysof Restor также видели одинаково хорошо. Однако в условиях сумеречного зрения острота зрения в основной группе была достоверно выше, чем в контрольной. Такая же зависимость зрения от уровня освещенности и ширины зрачка была отмечена при визометрии на промежуточной дистанции (0,5-0,7 м), что обусловлено конструкцией оптической части каждой из линз. Было также доказано, что в условиях современной малотравматичной хирургии катаракты достижение максимальной остроты зрения и полная стабилизация клинической рефракции происходит к 6 месяцу послеоперационного периода. В последующем существенных изменений зрительных функций не происходит.

Во всех наблюдениях у пациентов обеих клинических групп было получено бинокулярное зрение. Не вызывает сомнения, что двухсторонняя установка рассматриваемых в работе мультифокальных ИОЛ обладает преимуществом перед односторонней, как по остроте зрения, так и по субъективным

ощущениям пациентов. Монолатеральная имплантация мультифокальной ИОЛ при ее сочетании с факией или артификацией на парном глазу переносится пациентами хуже, даже при равной и высокой остроте зрения на оба глаза. При этом большее количество жалоб на субъективный дискомфорт отмечалось, по нашим наблюдениям, в случаях, когда в один глаз была имплантирована Acrysof Restor.

3.2.2 Клиническая рефракция

У всех пациентов в послеоперационном периоде оценивалась полученная клиническая рефракция. Ввиду того, что полная стабилизация оптической системы глаза отмечалась к 6 месяцам после операции, данные более ранних осмотров не приводятся.

Определение клинической рефракции в обеих группах осуществлялось объективными и субъективными способами. В то время как у пациентов с имплантированной Acrysof Restor данные объективной и субъективной рефрактометрии, как правило, совпадали и эметропия соответствовала максимально высокому зрению вдаль, то в случаях с Lentis Mplus ведущая роль принадлежала субъективному способу. У пациентов с Lentis Mplus авторефрактометрия проводилась по верхнему и нижнему (в зоне добавочного сектора) краю зрачка. При этом зрение 1,0 вдаль и 0,8-1,0 вблизи соответствовали, по данным авторефрактометра, миопии в 0,25-1,25 дптр и 2,75-3,5 дптр соответственно, субъективно же никакой дополнительной коррекции не требовалось.

Результаты определения клинической рефракции у пациентов анализируемых клинических групп представлены в таблице 13.

Клиническая рефракция пациентов с имплантацией мультифокальных ИОЛ с асимметричной (основная группа) и симметричной (контрольная группа) ротационной оптикой через 6 месяцев после операции

Клиническая рефракция	Основная группа	Контрольная группа
Эмметропия	175 (90,2%)	82 (87,2%)
Миопия до 1,0 дптр	15 (7,7%)	8 (8,5%)
Гиперметропия до 1,0 дптр	4 (2,1%)	4 (4,3%)
Всего	194 глаза (100%)	94 глаза (100%)

Из данных, приведенных в таблице следует, что у большинства пациентов обеих клинических групп после операции была достигнута рефракция цели – эмметропия вдаль при аддидации 3,0 дптр. В основной клинической группе прогнозируемая рефракция была получена в 90,2% случаев, у пациентов контрольной группы – в 87,2%. Отклонение рефракции от эмметропии в основной группе составило в среднем $0,62 \pm 0,28$ дптр, в контрольной $0,58 \pm 0,31$ дптр. Различие показателей между группами статистически недостоверно ($P > 0,05$). Ни у одного из пациентов отклонение от рефракции цели не превышало $\pm 1,0$ дптр. Следует отметить, что при одинаковой степени аметропии некоррегированная острота зрения вдаль в группе пациентов с Lentis Mplus была выше, чем у пациентов с Acrysof Restor, что представлено в виде диаграммы на рис. 4

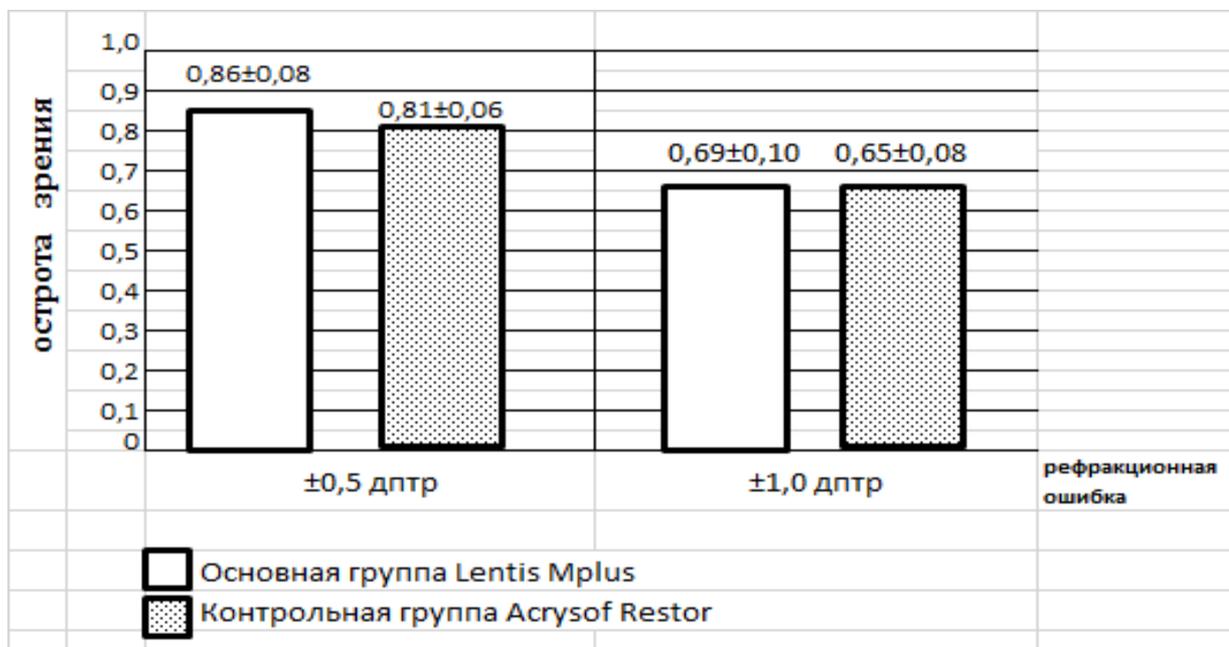


Рис. 4 Некоррегированная острота зрения в зависимости от степени рефракционной ошибки у пациентов анализируемых клинических групп через 6 месяцев после операции.

Однако в виду немногочисленности случаев отклонения от рефракции цели, данное клиническое наблюдение не получило статистически достоверного подтверждения.

3.2.3 Внутриглазное давление

В раннем послеоперационном периоде в 9 случаях (4,6%) в основной и в 4 (4,3%) контрольной группе отмечалась транзиторная гипертензия. К 14 суткам после вмешательства у всех пациентов внутриглазное давление находилось в пределах нормы в соответствии предоперационным состоянием.

3.2.4 Эндотелиальная биомикроскопия

Эндотелиальная биомикроскопия, проведенная у пациентов обеих клинических групп, выявила клеточный полимегитизм, нарушение правильной гексогональной архитектоники, вытянутость клеточных элементов в сторону

операционного разреза. Плотность эндотелия в центральной зоне роговицы составила у пациентов основной группы $2335 \pm 25,5$ клеток/мм² и контрольной – $2315 \pm 34,3$ клеток/мм². Потеря эндотелиальных клеток составила соответственно $12,2 \pm 0,8\%$ и $11,5 \pm 0,9\%$.

Через 1 месяц после вмешательства у пациентов обеих клинических групп отмечено уменьшение размеров эндотелиальных клеток в центральной зоне роговицы и восстановление их правильной гексогональной формы.

К 6-ому послеоперационному месяцу видимых изменений в количественной и качественном составе эндотелиального слоя роговицы не происходило.

Состояние эндотелия роговицы на протяжении 6 месяцев послеоперационного периода представлено в таблице 14.

Таблица 14

Плотность эндотелия роговицы и процент потери эндотелиальных клеток в анализируемых клинических группах в течение 6 месяцев после операции

Время исследования	Основная группа		Контрольная группа	
	Плотность эндотелиальных клеток (клеток/мм ²)	Потеря эндотелиальных клеток (в%)	Плотность эндотелиальных клеток (клеток/мм ²)	Потеря эндотелиальных клеток (в%)
14 суток	$2335 \pm 32,5$	$12,2 \pm 0,8$	$2315 \pm 34,3$	$11,5 \pm 0,9$
1 месяц	$2382 \pm 28,8$	$10,4 \pm 0,6$	$2350 \pm 26,1$	$10,2 \pm 0,6$
6 месяцев	$2402 \pm 25,3$	$9,6 \pm 0,5$	$2367 \pm 23,8$	$9,5 \pm 0,6$

Минимальные различия в плотности и потерях эндотелия роговицы в зависимости от вида имплантированной мультифокальной ИОЛ на протяжении всего срока наблюдения не носят статистически достоверного характера.

3.2.5. Пространственная контрастная чувствительность

Пространственная контрастная чувствительность (ПКЧ) исследовалась на 14 сутки и через 6 месяцев после оперативного вмешательства у пациентов обеих клинических групп. С целью получения максимально объективных данных, исследования проводились у той же группы больных, что и до операции, т.е. у пациентов с начинающимися катарактами, аметропией и пресбиопией. Получение значения ПКЧ представлены в таблице 15.

Таблица 15

ПКЧ (дБ, М±м) к ахроматическим синусоидальным решеткам у пациентов анализируемых клинических групп в послеоперационном периоде

Частота цикл/градус	Основаная группа		Контрольная группа	
	14 сут. после операции	6 мес. после операции	14 сут. после операции	6 мес. после операции
	1	2	3	4
0,5	27,3±0,54	27,5±0,66	26,9±0,53	27,0±0,65
1,0	30,8±0,62	32,1±0,70	30,2±0,63	31,8±0,89
2,0	38,4±0,70	38,8±0,75	34,2±0,78	36,1±0,70
4,0	42,1±0,55	42,6±0,68	32,3±0,71	35,8±0,66
8,0	38,5±0,69	39,0±0,52	26,5±0,65	31,3±0,55
16,0	32,2±0,78	37,5±0,64	22,8±0,69	33,4±0,65
(0,5) $p_{1-3}>0,05$; $p_{2-4}>0,05$. (1,0) $p_{1-3}>0,05$; $p_{2-4}>0,05$. (2,0) $p_{1-3}>0,05$; $p_{2-4}>0,05$. (4,0) $p_{1-3}<0,05$; $p_{2-4}<0,05$. (8,0) $p_{1-3}<0,05$; $p_{2-4}<0,05$. (16,0) $p_{1-3}<0,05$; $p_{2-4}<0,05$.				

Из анализа данных, приведенных в таблице 15, можно сделать заключение о том, что у пациентов после факоэмульсификации с имплантацией МИОЛ Lentis Mrplus в значительной степени повышается ПКЧ особенно в области средних и высоких пространственных частот, что связано с увеличением прозрачности оптических сред и улучшением функции зрительного анализатора в целом. Это

повышение проявляется в первые дни послеоперационного периода и практически не меняется в последующем.

Имплантация Acrysof Restor также обеспечивает повышение ПКЧ по сравнению с дооперационными данными, но это повышение менее значительно. Незначительная разница между ПКЧ сравниваемых клинических групп в области низких пространственных частот (0,5-1,0 цикл/градус) не носит статистически достоверного характера. Достоверность различий ($P < 0,05$) проявляется в зоне средних и высоких частот (2-16 цикл/градус). К 6-му месяцу послеоперационного периода по мере развития нейроадаптации ПКЧ у пациентов с Acrysof Restor повышается, но различие с основной группой сохраняет прежнюю достоверность ($P < 0,05$).

3.2.6. Кривая дефокусировки

Сравнительная оценка послеоперационных зрительных функций и конструктивных особенностей различных видов мультифокальных ИОЛ возможна с помощью специальных методик проверки зрения. Одним из таких методов является построение кривой дефокусировки (КД).

С этой целью через 14 дней и 6 месяцев после операции были обследованы сопоставимые группы пациентов с Lentis Mplus и Acrysof Restor, некоррегированная острота зрения которых вдаль составила 1,0. В каждой клинической группе исследования проводились в фотопических условиях монокулярно по единой методике: зафиксировав по таблице с расстояния 5 м остроту зрения 1,0, оптометрист последовательно устанавливал в очковую оправу рассеивающие стекла от (-) 0,5 до (-) 5,0 дптр с шагом 0,5 дптр, фиксируя при этом каждый раз *visus*.

Острота зрения в условиях дефокусировки у пациентов анализируемых клинических групп представлена в таблице 16.

**Среднее значение остроты зрения у пациентов анализируемых
клинических групп в условиях дефокусировки**

Величина дефоку- сирующего стекла в дптр	Основная группа		Контрольная группа	
	14 сут. после операции	6 мес. после операции	14 сут. после операции	6 мес. после операции
	1	2	3	4
-0,5	0,91±0,06	0,93±0,06	0,90±0,07	0,92±0,06
-1,0	0,74±0,07	0,76±0,07	0,71±0,06	0,72±0,06
-1,5	0,72±0,06	0,73±0,06	0,58±0,07	0,60±0,06
-2,0	0,67±0,07	0,68±0,06	0,53±0,06	0,54±0,07
-2,5	0,76±0,08	0,76±0,08	0,68±0,07	0,66±0,08
-3,0	0,95±0,06	0,90±0,07	0,91±0,07	0,92±0,06
-3,5	0,71±0,07	0,70±0,06	0,68±0,08	0,66±0,07
-4,0	0,22±0,04	0,24±0,05	0,25±0,04	0,26±0,04
-4,5	0,10±0,02	0,10±0,02	0,10±0,02	0,10±0,02
-5,0	0,10±0,02	0,10±0,02	0,10±0,02	0,10±0,02
(-0,5) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$. (-1,0) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$. (-1,5) $P_{1-3} < 0,05; P_{2-4} < 0,05$. (-2,0) $P_{1-3} < 0,05; P_{2-4} < 0,05$. (-2,5) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$. (-3,0) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$. (-3,5) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$. (-4,0) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$. (-4,5) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$. (-5,0) $P_{1-3} > 0,05; P_{2-4} > 0,05$.				

Данные приведенные в таблице 16 могут быть представлены в виде кривой дефокусировки (КД) на рис. 5.

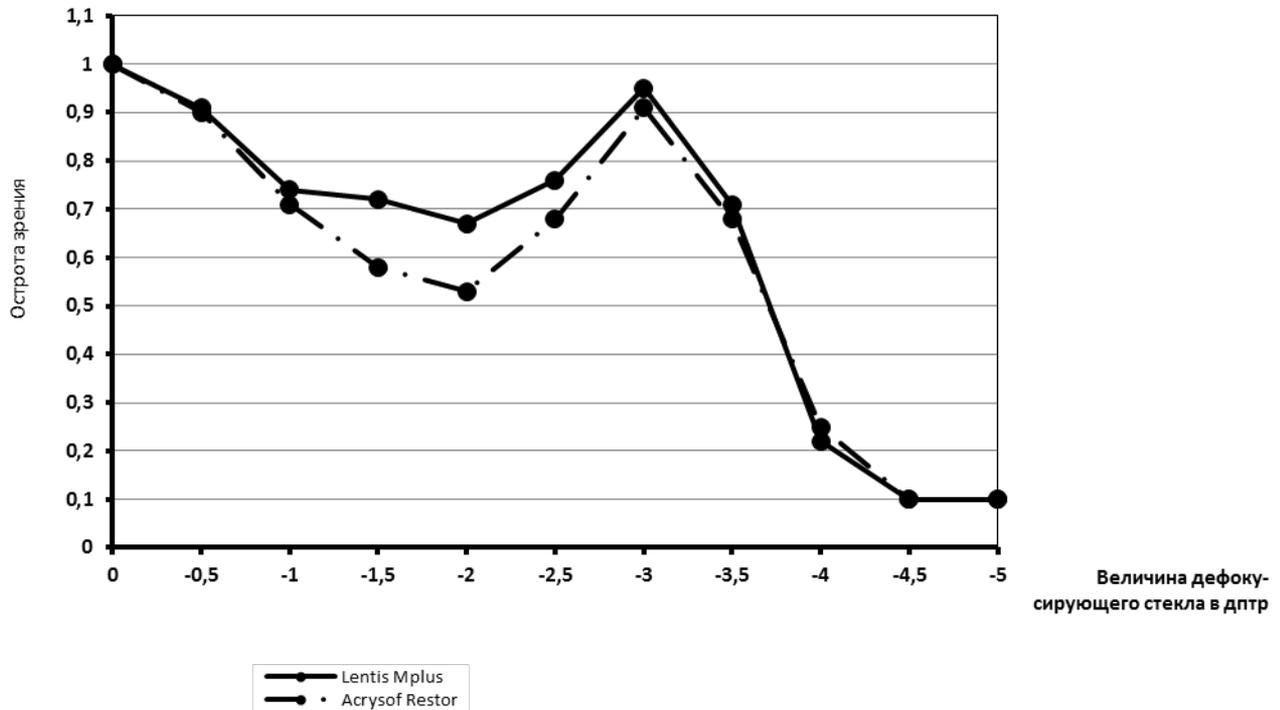


Рис.5 Кривая дефокусировки зрения у пациентов с МИОЛ ротационного асимметричного и симметричного типа через 14 суток после операции.

Анализируя полученные данные можно сделать заключение о том, что обе мультифокальные ИОЛ имеют два четко выраженных фокуса. При правильно рассчитанной силе МИОЛ дальнейшая точка ясного зрения находится у пациентов в бесконечности, а ближайшая на расстоянии 30 см от глаза, что соответствует аддидации в 3,0 дптр. В то же время МИОЛ с ротационной асимметричной оптикой менее чувствительна к дефокусировке (достоверные различия при стеклах - 1,5 и - 2,0 дптр), чем линза с круговой дифракционной решеткой. Это, с нашей точки зрения, является подтверждением более высокой остроты зрения на промежуточных дистанциях у пациентов с Lentis Mplus.

3.2.7 Объем псевдоаккомодации

Объем псевдоаккомодации был изучен у пациентов основной и контрольной клинических групп в условиях фотопического освещения в сроки 14 суток и 6 месяцев после операции ультразвуковой фактоэмульсификации. Исследование проводилось монокулярно у пациентов с высокой остротой зрения вдаль равной 1,0 по методике Б.Л. Радзиховского[43].

Объем псевдоаккомодации и динамика ее изменения в послеоперационном периоде представлены в таблице 17.

Таблица 17

Объем псевдоаккомодации (в дптр) и динамика ее изменения у пациентов анализируемых клинических групп

Время исследования	Основная группа	Контрольная группа	Статистические показатели
14 суток после операции	3,55±0,05	3,48±0,04	P>0,05
6 месяцев после операции	3,69±0,04	3,67±0,04	P>0,05

Анализируя показатели псевдоаккомодации, представленные в таблице 17, можно сделать заключение о том, что ее объем достаточно высок, что позволяет пациентам выполнять практически все виды зрительной работы на удаленном близком и промежуточном расстоянии от глаз. Объем псевдоаккомодации практически не зависит от вида МИОЛ, имплантируемых нами в настоящем исследовании. По мере увеличения продолжительности послеоперационного периода он незначительно возрастает за счет тренировки и нейроадаптации.

3.2.8 Оценка пациентами полученного зрения

Анкетирование пациентов анализируемых клинических групп было проведено через 1 и 6 месяцев после операции. С целью получения

достоверных сопоставимых результатов в исследование вошли лишь случаи двухсторонней симметричной имплантации мультифокальных ИОЛ у пациентов, острота зрения которых вдаль составила 0,8 - 1,0.

Результаты опроса, выполненного через 1 месяц после факоэмульсификации, представлены в таблице 18.

Таблица 18.

**Результаты анкетирования пациентов с мультифокальными ИОЛ
через 1 месяц после операции (ответы представлены в %)**

Вопрос анкеты		Основная группа	Контрольная группа
1		2	3
1. Пользуетесь ли Вы очками для дали?			
Постоянно		-	-
Изредка		14,6	16,7
Никогда		85,4	83,3
2. Пользуетесь ли Вы очками при чтении и письме?			
При ярком свете	постоянно	-	-
	изредка	16,8	16,7
	никогда	83,2	83,3
При слабом освещении	постоянно	8,4	16,7
	изредка	10,4	20,8
	никогда	81,2	62,5
3. Испытываете ли Вы затруднения при работе на расстоянии 50-70 см от глаз (экран монитора, работа на кухне, чтение нот, показание приборов в автомобиле)?			
Постоянно		4,2	12,5
Изредка		14,6	20,8
Никогда		81,2	66,7
4. Беспокоит ли Вас ослепляемость ярким светом, круги светорассеивания вокруг источников света?			
Днем	постоянно	-	-
	изредка	12,5	12,5
	никогда	87,5	87,5
Ночью	постоянно	8,4	16,7
	изредка	37,5	54,1
	никогда	54,1	29,2

Продолжение таблицы 18

1		2	3
5. <u>Только для водителей автомобиля.</u> Испытываете ли Вы затруднения при вождении автомобиля?			
Днем	постоянно	-	-
	изредка	3,1	5,6
	никогда	96,9	94,9
Ночью	постоянно	-	5,6
	изредка	9,3	16,7
	никогда	90,7	77,7

Из анализа данных, приведенные в таблице 18 следует, что пациенты с мультифокальными ИОЛ Lentis Mplus и Acrysof Restor лишь изредка пользовались очками для дали. При этом процентное соотношение пациентов, никогда не надевавших очки, практически одинаково (85,4% в основной и 83,3% в контрольной группах). На близком расстоянии в условиях фотопического освещения оба вида мультифокальных ИОЛ также обеспечивали хорошее зрение без очков. Однако в сумерках пациенты с Lentis Mplus чувствовали себя значительно увереннее. В 81,2% наблюдений они вообще не пользовались очками, против 62,5% в случаях с имплантацией Acrysof Restor. На промежуточных дистанциях (50-70см) пациенты с Lentis Mplus также реже одевали очки (18,8%), чем их оппоненты в случаях с имплантацией Acrysof Restor (33,3%).

Интересным представляется анализ ответов пациентов в отношении беспокоящих их явлений дисфотопсии. Днем жалобы на повышенную ослепляемость и круги светорассеивания встречались редко и не зависели от вида имплантированной ИОЛ. Ночью же описанные жалобы отмечались большинством пациентов с Ac. Restor (70,8%) и лишь половиной (45,9%) опрошенных с Lentis Mplus. Причем круги светорассеивания, беспокоившие пациентов с Acrysof Restor, располагались концентрично по всему полю зрения, а в случаях имплантации Lentis Mplus только в нижнем секторе. Однако,

несмотря на явления дисфотопсии, лишь 9,3% водителей основной группы и 22,3% контрольной испытывали умеренные затруднения при вождении машины ночью.

Таким образом, полученные ранее объективные данные, указывающие на повышение контрастной чувствительности, особенно в области средних и высоких частот, отсутствие зависимости зрения от уровня освещенности при работе на близком расстоянии, более плавную кривую дефокусировки с сохранением лучшей остроты зрения на средних дистанциях у пациентов основной группы в сравнении с контрольной, находят свое подтверждение на уровне субъективных ощущений.

Принимая во внимание наличие нейроадаптации нам представлялось необходимым провести сравнительное изучение анкетных данных этих же пациентов через 6 месяцев после проведенной операции (таблица 19).

Таблица 19

Результаты анкетирования пациентов с мультифокальными ИОЛ через 6 месяцев после операции (ответы представлены в %)

Вопрос анкеты		Основная группа	Контрольная группа
1		2	3
1. Пользуетесь ли Вы очками для дали?			
Постоянно		-	-
Изредка		12,	15,8
Никогда		87,2	84,2
2. Пользуетесь ли Вы очками при чтении и письме?			
При ярком свете	постоянно	-	-
	изредка	15,4	15,8
	никогда	84,6	84,2
При слабом освещении	постоянно	7,7	10,5
	изредка	10,3	21,1
	никогда	82,0	68,4
3. Испытываете ли Вы затруднения при работе на расстоянии 50-70 см от глаз (экран монитора, работа на кухне, чтение нот, показание приборов автомобиля?)			
постоянно		2,6	10,5
изредка		12,8	21,1
никогда		84,6	68,4

Продолжение таблицы 19

1		2	3
4. Беспокоит ли Вас ослепляемость ярким светом, круги светорассеивания вокруг источников света?			
Днем	постоянно	-	-
	изредка	10,3	10,5
	никогда	89,7	89,5
Ночью	постоянно	7,7	10,5
	изредка	25,6	36,8
	никогда	66,7	52,7
5. <u>Только для водителей автомобиля.</u> Испытываете ли Вы затруднения при вождении автомобиля?			
Днем	постоянно	-	-
	изредка	3,1	5,6
	никогда	96,9	94,4
Ночью	постоянно	-	-
	изредка	9,3	11,2
	никогда	90,7	88,8

Сравнивая ответы пациентов на вопросы анкеты через 1 и 6 месяцев после операции, следует отметить субъективное улучшение всех зрительных функций по мере увеличения времени, прошедшего после операции. Особенно характерно уменьшение жалоб в темное время суток на круги светорассеивания вокруг источников света и повышенную ослепляемость, что связано с адаптацией пациентов к особенностям мультифокальной интраокулярной оптики. Однако основные различия в оценке пациентами мультифокальных ИОЛ, изучаемых в настоящем исследовании, сохраняются.

Заключение

Современная хирургия катаракты и аномалий рефракции в оптимальном варианте должна обеспечить высокую остроту зрения на различных дистанциях [37,43,78,163]. Имплантация мультифокальных интраокулярных линз (МИОЛ) – один из основных реально работающих, в настоящее время, способов достижения поставленной цели [23,46,50,52,86]. В зависимости от конструкции оптической части, мультифокальные линзы делятся на: рефракционные, дифракционные, рефракционно-дифракционные (гибридные) и градиентные.

Все перечисленные мультифокальные ИОЛ имеют **симметричную ротационную оптику**, представленную зонами с различными преломляющими возможностями или дифракционными кольцами, располагающимися вокруг центра линзы. Наряду с обеспечением высоких зрительных функций, особенно при использовании современных моделей мультифокальных ИОЛ, например, Acrysof Restor (SN6AD1), подобным конструкциям свойственны и определенные недостатки: снижение контрастной чувствительности (потеря от 15-20% светового потока), глер- и галоэффекты, необходимость нейроадаптации и зрачковая зависимость (для некоторых моделей) [75,84,97,110].

Существует и другой принцип создания многофокусной оптической системы – **ротационная асимметрия**, при котором преломляющая поверхность интраокулярной линзы делится на два или более секторов с различной преломляющей силой, например, Lentis Mplus (мод. 313MF). Как показали клинические наблюдения ротационная асимметрия обеспечивает четкое проецирование удаленных и близлежащих объектов на центральные отделы сетчатки, при этом каждая зона такой МИОЛ является по сути монофокальной линзой. Свет, попадающий на границу зон, отделяется от оптической оси, что предотвращает появление аббераций, мешающих ясному зрению. Это не

влияет на контрастную чувствительность (не более 7% потери светового потока), значительно снижает глер- и галоэффекты, обеспечивает малую зависимость зрения от размеров зрачка [33,71,72,75,105,180].

Целью настоящей работы явился комплексный клинический анализ зрительных функций пациентов после ультразвуковой факоэмульсификации с имплантацией мультифокальной интраокулярной линзы с ротационной асимметричной оптикой.

Всего методом ультразвуковой факоэмульсификации было прооперировано 194 человека (288 глаз) из них, с катарактой различной степени зрелости 144 человека (188 глаз), с пресбиопией и аметропией высокой степени 50 человек (100 глаз).

Все клинические наблюдения были разделены на две группы. В первую основную клиническую группу вошли пациенты с катарактами различной степени зрелости (94 человека, 118 глаз), а также пресбиопы и аметропы высокой степени (38 человек, 76 глаз), которым была проведена двухсторонняя (98 человек) и односторонняя (34 человека) имплантация МИОЛ Lentis Mplus с плоскостной гаптикой (мод. 313MF) с аддидацией 3 дптр.

Вторую контрольную клиническую группу (62 человека, 94 глаза) составили пациенты с катарактой (50 человек, 70 глаз), пресбиопы и аметропы высокой степени (12 человек, 24 глаза), которым была имплантирована МИОЛ Acrysof Restor (мод. SN6AD1) в оба (32 человека) и в один (30 человек) глаз.

Клиническое обследование и хирургическое лечение пациентов проводилось в офтальмологической клинике «Леге Артис» (Ростов-на-Дону).

Вид катаракт, а также степень их зрелости в обеих анализируемых клинических группах носили сопоставимый характер. Оперировали, как правило, последовательно оба глаза. Интервал между операциями первого и второго глаза составлял от 10 дней до 3-х месяцев.

Предоперационное обследование пациентов включало в себя визометрию, субъективную и объективную рефрактометрию, офтальмометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, ультразвуковое исследование (эхобиометрию, В-сканирование), оптическую интерферометрию, тонометрию, эндотелиальную биомикроскопию, оптическую когерентную томографию (ОКТ).

В послеоперационном периоде на 3-е и 14-е сутки, а также спустя 1 и 6 месяцев после операции, помимо перечисленных, исследовалась острота зрения вдаль (5м), близком (0,2-0,4м) и промежуточном (0,5-0,7м) расстояниях в условиях фотопического (85 кан/м^2) и мезопического (8 кан/м^2) освещения. Определяли также пространственную контрастную чувствительность, устойчивость к дефокусировке и объем псевдоакомодации. Субъективную оценку качества полученных зрительных функций изучали на основании анализа анкет.

Операция ультразвуковой факоэмульсификации проводилась на аппарате компании Alcon - «Infiniti Ozil» с применением техники «Stop & Chop» под микроскопом Lumera-T (Carl Zeiss).

Предоперационная подготовка к ультразвуковой факоэмульсификации в обеих клинических группах проводилась по общепринятой методике с использованием инстилляций антибиотиков, мидриатиков, нестероидных противовоспалительных средств. Особенностью подготовки пациентов основной клинической группы (МИОЛ Lentis Mplus) являлась разметка лимбальной зоны глаза по горизонтальному меридиану с помощью Nd YAG лазера или гравитационного разметчика.

В процессе операции с Lentis Mplus, учитывая значительные размеры и плоскостной характер ее гаптической части, передний круговой капсулорексис формировали диаметром 6,0 – 6,25 мм. Это заметно облегчало имплантацию и последующее позиционирование ИОЛ, целью которого являлось совмещение

меток на ее передней поверхности с метками на лимбе и ориентация сектора аддидации вниз к 6 часам.

В дальнейшем, операция и послеоперационный период в обеих клинических группах протекали без осложнений и каких либо специфических особенностей. Незначительный отек роговиц и транзиторная гипертензия, отмеченные в раннем послеоперационном периоде в единичных случаях, не требовали лечения и ликвидировались самостоятельно. Оптимальные визуальные результаты были достигнуты для Lentis Mplus при А-константе 118,0 и расчетной рефракции «0» - «+0,25» дптр, для Acrysof Restor – соответственно 118,6 и «0» - «-0,25» дптр.

В результате проведенного анализа было установлено, что на 14 сутки после операции некоррегированная **острота зрения вдаль** у пациентов основной группы в фотопических и мезопических условиях составила $0,71 \pm 0,11$ и $0,70 \pm 0,12$, в контрольной группе соответственно $0,74 \pm 0,07$ и $0,71 \pm 0,11$. Минимальные различия показателей основной и контрольной клинических групп, а также их малая зависимость от уровня освещенности не являются статистически достоверными ($P > 0,05$).

Визометрия, проведенная через 1 месяц после оперативного вмешательства, зарегистрировала повышение некоррегированной остроты зрения вдаль у пациентов обеих клинических групп. В основной группе НКОЗ вдаль в фотопических и мезопических условиях освещения составила $0,85 \pm 0,08$ и $0,83 \pm 0,11$, в контрольной группе $0,88 \pm 0,10$ и $0,86 \pm 0,09$ соответственно. Различие в значениях НКОЗ вдаль между группами при одинаковых условиях освещения статистически недостоверно ($P > 0,05$).

Обследование, проведенное через 6 месяцев после операции, показало стабилизацию достигнутой остроты зрения по сравнению с предыдущим сроком наблюдения. В основной группе визуальный эффект в зависимости от освещенности находился в пределах $0,89 \pm 0,10$ и $0,88 \pm 0,11$ (снижение на 1,2%), в контрольной – $0,88 \pm 0,09$ и $0,87 \pm 0,12$ (снижение на 1,2%) соответственно. Как

и в предыдущих наблюдениях различие показателей между группами статистически недостоверно ($P > 0,05$).

Важно отметить, что на остроту зрения вдаль в обеих группах мало влиял уровень освещенности.

Острота зрения пациентов на **близком** расстоянии (0,2-0,4м) без коррекции также оценивалась в условиях различной освещенности. На 14 сутки после операции некоррегированная острота зрения на близком расстоянии в фотопических условиях для пациентов основной и контрольной групп составила соответственно $0,77 \pm 0,12$ и $0,78 \pm 0,11$. Это различие статистически недостоверно ($P > 0,05$). В то же время НКОЗ на расстоянии 20-40 см при мезопическом освещении у этих же пациентов значительно различается, составляя $0,68 \pm 0,12$ в основной и $0,43 \pm 0,10$ в контрольной группе. Различие статистически достоверно ($P < 0,05$). Снижение остроты зрения при сумеречном освещении у пациентов с имплантацией Acrysof Restor связано с конструкцией оптической части линзы и резким уменьшением светового потока, формирующим ближний фокус, при расширении зрачка. Эта же тенденция у МИОЛ Lentis Mplus проявляется в значительно меньшей степени и не носит статистически достоверного характера.

Офтальмологическое обследование, проведенное через 1 месяц после оперативного лечения, выявило повышение остроты зрения вблизи в фотопических условиях у пациентов, как основной, так и контрольной групп до $0,80 \pm 0,11$ и $0,82 \pm 0,12$ соответственно. Статистический анализ не подтвердил достоверность этого различия. В то же время в условиях пониженного освещения имеющаяся разница в остроте зрения в основной ($0,71 \pm 0,11$) и в контрольной ($0,50 \pm 0,10$) группах статистически достоверна ($P < 0,05$).

Исследование, проведенное через 6 месяцев после операции, указывает на стабилизацию остроты зрения вблизи в обеих клинических группах. Острота зрения в фотопических условиях в основной и контрольной группах на близком

расстоянии была практически равной $0,83\pm 0,12$ и $0,81\pm 0,12$ соответственно. Сохранялось также статически достоверное различие ($P<0,05$) в мезопических условиях: $0,73\pm 0,10$ в основной (снижение на 2,1%), против $0,51\pm 0,11$ в контрольной группах (снижение на 37,1%).

Динамика восстановления остроты зрения на **промежуточном** расстоянии (0,5-0,7м) у пациентов обеих клинических групп в условиях фотопического и мезопического освещения также была прослежена на протяжении 6 месяцев после операции. На 14 сутки послеоперационного периода некоррегированная острота зрения в фотопических условиях для пациентов основной и контрольной групп составила соответственно $0,52\pm 0,12$ и $0,51\pm 0,10$. Это различие статистически недостоверно. В то же время НКОЗ на расстоянии 0,5-0,7 метров в условиях пониженной освещенности у этих же пациентов различаются более значительно до $0,51\pm 0,10$ и $0,32\pm 0,08$ соответственно, что является достоверным ($P<0,05$). Умеренное снижение в сумерках ($0,52\pm 0,12$ против $0,51\pm 0,10$) наблюдается и у пациентов с Lentis Mplus, однако имеющееся различие не носит статистически достоверного характера.

Визометрия, проведенная через один месяц после хирургического лечения, показала повышение некоррегированной остроты зрения на промежуточном расстоянии у пациентов обеих клинических групп. Средние значения НКОЗ на расстоянии 50-70см у обследуемых основной клинической группы в фотопических и мезопических условиях составили $0,58\pm 0,08$ и $0,53\pm 0,08$. У пациентов контрольной группы этот показатель соответствовал $0,52\pm 0,10$ в фотопических и $0,34\pm 0,07$ в мезопических условиях освещения. Если различия между показателями НКОЗ основной и контрольной групп в фотопических условиях являются недостоверными, то снижение остроты зрения в условиях пониженного освещения в контрольной группе по сравнению с основной остается статистически достоверным.

Исследование, проведенное через 6 месяцев после операции, выявило стабилизацию полученной остроты зрения. Средние значения НКОЗ у пациентов основной группы на промежуточном расстоянии в фотопических и мезопических условиях составили $0,60 \pm 0,11$ и $0,56 \pm 0,09$ (снижение на 6,7%), в контрольной группе эти показатели соответственно равнялись $0,55 \pm 0,08$ и $0,36 \pm 0,10$ (снижение на 34,6%). В эти сроки острота зрения на промежуточном расстоянии у пациентов с Lentis Mplus была выше, чем у пациентов с Acrysof Restor в условиях как фотопического, так и мезопического освещения, однако при ярком свете это различие не было статистически достоверно.

Таким образом, анализ послеоперационной остроты зрения показал, что в обеих клинических группах, независимо от вида имплантированной МИОЛ, была получена высокая острота зрения вдаль, не зависящая от уровня освещенности. На близком расстоянии (0,2-0,4 м) в условиях фотопической освещенности пациенты, как с имплантированными Lentis Mplus, так и с Acrysof Restor также видели одинаково хорошо. Однако в условиях сумеречного зрения острота зрения в основной группе была достоверно выше, чем в контрольной. Такая же зависимость зрения от уровня освещенности и ширины зрачка была отмечена при визометрии на промежуточной дистанции (0,5-0,7 м), что обусловлено конструкцией оптической части каждой из линз. Было также доказано, что в условиях современной малотравматичной хирургии катаракты достижение максимальной остроты зрения и полная стабилизация клинической рефракции происходит к 6 месяцу послеоперационного периода. В последующем существенных изменений зрительных функций не происходит.

Во всех наблюдениях у пациентов обеих клинических групп было получено бинокулярное зрение. Не вызывает сомнения, что двухсторонняя установка рассматриваемых в работе мультифокальных ИОЛ обладает преимуществом перед односторонней, как по остроте зрения, так и по субъективным ощущениям пациентов. Монолатеральная имплантация мультифокальная ИОЛ при ее сочетании с факией или артифакцией на парном глазу переносится

пациентами хуже, даже при равной и высокой остроте зрения на оба глаза. При этом большее количество жалоб на субъективный дискомфорт отмечалось, по нашим наблюдениям, в случаях, когда в один глаз была имплантирована Acrysof Restor.

У всех пациентов в послеоперационном периоде оценивалась полученная **клиническая рефракция**. Определение клинической рефракции в обеих группах осуществлялось объективным и субъективным способами. В то время как у пациентов с имплантированной Acrysof Restor данные объективной и субъективной рефрактометрии, как правило, совпадали и эметропия соответствовала максимально высокому зрению вдаль, то в случаях с Lentis Mplus ведущая роль принадлежала субъективному способу. У пациентов с Lentis Mplus авторефрактометрия проводилась по верхнему и нижнему (в зоне добавочного сектора) краю зрачка. При этом зрение 1,0 вдаль и 0,8-1,0 вблизи соответствовали, по данным авторефрактометра, миопии в 0,25-1,25 дптр и 2,75-3,5 дптр соответственно, субъективно же никакой дополнительной коррекции не требовалось.

У большинства пациентов обеих клинических групп после операции была достигнута рефракция цели – эметропия вдаль при аддидации 3,0 дптр. В основной группе прогнозируемая рефракция была получена в 90,2% случаев, у пациентов контрольной группы – в 87,2%. Отклонение рефракции от эметропии в основной группе составило в среднем $0,62 \pm 0,28$ дптр, в контрольной $0,58 \pm 0,31$ дптр. Различие показателей между группами статистически недостоверно ($P > 0,05$). Ни у одного из пациентов отклонение от рефракции цели не превышало $\pm 1,0$ дптр. Следует отметить, что при одинаковой степени аметропии некоррегированная острота зрения вдаль в группе пациентов с Lentis Mplus была выше, чем у пациентов с Acrysof Restor. Однако в виду немногочисленности случаев отклонения от рефракции цели, данное клиническое наблюдение не получило статистически достоверного подтверждения.

Эндотелиальная биомикроскопия, проведенная у пациентов обеих клинических групп через 14 суток после операции, выявила клеточный полимегитизм, нарушение правильной гексогональной архитектоники, вытянутость клеточных элементов в сторону операционного разреза. Плотность эндотелия в центральной зоне роговицы составила у пациентов основной группы $2335 \pm 32,5$ клеток/ мм^2 и контрольной – $2315 \pm 34,3$ клеток/ мм^2 . Потеря эндотелиальных клеток составила соответственно $12,2 \pm 0,8\%$ и $11,5 \pm 0,9\%$.

Через 1 месяц после вмешательства у пациентов обеих клинических групп отмечено уменьшение размеров эндотелиальных клеток в центральной зоне роговицы и восстановление их правильной гексогональной формы.

К 6-ому послеоперационному месяцу видимых изменений в количественной и качественном составе эндотелиального слоя роговицы не происходило.

Минимальные различия в плотности и потерях эндотелия роговицы в зависимости от вида имплантированной мультифокальной ИОЛ на протяжении всего срока наблюдения не носят статистически достоверного характера.

Пространственная контрастная чувствительность (ПКЧ) исследовалась на 14 сутки и через 6 месяцев после оперативного вмешательства у пациентов обеих клинических групп. С целью получения максимально объективных данных, исследования проводились у той же группы больных, что и до операции, т.е. у пациентов с начинающимися катарактами, аметропией и пресбиопией.

Анализируя полученные данные можно сделать заключение том, что у пациентов после факоэмульсификации с имплантацией МИОЛ Lentis Mplus в значительной степени повышается ПКЧ особенно в области средних (на 24,2%) и высоких (на 45,3%) пространственных частот, что связано с увеличением прозрачности оптических сред и улучшением функции зрительного анализатора в целом. Это повышение проявляется в первые дни послеоперационного периода и практически не меняется в последующем. Имплантация Acrysof Restor также обеспечивает повышение ПКЧ по

сравнению с дооперационными данными на 12,1% в области средних и на 36,8% в области высоких частот, но это повышение менее значительно. Незначительная разница между ПКЧ сравниваемых клинических групп в области низких пространственных частот (0,5-1,0 цикл/градус) не носит статистически достоверного характера. Достоверность различий проявляется в зоне средних и высоких частот (4-16 цикл/градус). К 6-му месяцу послеоперационного периода по мере развития нейроадаптации ПКЧ у пациентов с Acrysof Restor повышается, но различие с основной группой сохраняет прежнюю достоверность ($P < 0,05$).

С целью оценки глубины четко видимого пространства у пациентов обеих анализируемых клинических групп, была изучена острота зрения в условиях **дефокусировки**. Исследования проводились в фотопических условиях монокулярно по единой методике через 14 дней и 6 месяцев после операции. Предварительно зафиксировав по таблице с расстояния 5 метров остроту зрения 1.0, оптометрист последовательно устанавливал в очковую оправу рассеивающие стекла от (-) 0,5 до (-) 5,0 дптр с шагом 0,5 дптр, фиксируя при этом каждый раз *visus*.

Из анализа полученных данных следует, что обе мультифокальные ИОЛ имеют два четко выраженных фокуса. При правильно рассчитанной силе МИОЛ дальнейшая точка ясного зрения находится у пациентов в бесконечности, а ближайшая на расстоянии 30 см от глаза, что соответствует аддидации в 3,0 дптр. В то же время МИОЛ с ротационной асимметричной оптикой менее чувствительна к дефокусировке (достоверные различия при стеклах - 1,5 и - 2,0 дптр), чем линза с круговой дифракционной решеткой. Это, с нашей точки зрения, является подтверждением более высокой остроты зрения на промежуточных дистанциях у пациентов с Lentis Mplus.

Объем **псевдоаккомодации** был изучен у пациентов основной и контрольной клинических групп в условиях фотопического освещения в сроки 14 суток и 6 месяцев после операции ультразвуковой факоэмульсификации.

Исследование проводилось монокулярно у пациентов с высокой остротой зрения вдаль равной 1,0 по методике Б.Л. Радзиховского[43].

Анализируя показатели псевдоаккомодации, можно сделать заключение о том, что ее объем достаточно высок, составляя у пациентов основной группы $3,69 \pm 0,04$ дптр, контрольной - $3,67 \pm 0,04$ дптр. Объем псевдоаккомодации практически не зависит от вида МИОЛ и позволяет пациентам выполнять практически все виды зрительной работы на удаленном, близком и промежуточном расстоянии от глаз. По мере увеличения продолжительности послеоперационного периода он незначительно возрастает за счет тренировки и нейроадаптации.

Анкетирование пациентов анализируемых клинических групп было проведено через 1 и 6 месяцев после операции. С целью получения достоверных сопоставимых результатов в исследование вошли лишь случаи двухсторонней симметричной имплантации мультифокальных ИОЛ у пациентов, острота зрения которых вдаль составила 0,8 - 1,0.

Из анализа результатов опроса, проведенного через 1 месяц после вмешательства следует, что пациенты с мультифокальными ИОЛ Lentis Mplus и Acrysof Restor лишь изредка пользовались очками для дали. При этом процентное соотношение пациентов, никогда не надевавших очки, практически одинаково (85,4% в основной и 83,3% в контрольной группах). На близком расстоянии в условиях фотопического освещения оба вида мультифокальных ИОЛ также обеспечивали хорошее зрение без очков. Однако в сумерках пациенты с Lentis Mplus чувствовали себя значительно увереннее. В 81,2% наблюдений они вообще не пользовались очками, против 62,5% в случаях с имплантацией Acrysof Restor. На промежуточных дистанциях (50-70см) пациенты с Lentis Mplus также реже одевали очки (18,8%), чем их оппоненты в случаях с имплантацией Acrysof Restor (33,3%).

Интересным представляется анализ ответов пациентов в отношении беспокоящих их явлений дисфотопсии. Днем жалобы на повышенную ослепляемость и круги светорассеивания встречались редко и не зависели от вида имплантированной МИОЛ. Ночью же описанные жалобы отмечались большинством пациентов с Ac. Restor (70,8%) и лишь половиной (45,9%) опрошенных с Lentis Mplus. Причем круги светорассеивания, беспокоившие пациентов с Acrysof Restor, располагались концентрично по всему полю зрения, а в случаях имплантации Lentis Mplus только в нижнем секторе. Однако, несмотря на явления дисфотопсии, лишь 9,3% водителей основной группы и 22,3% контрольной испытывали умеренные затруднения при вождении машины ночью.

Сравнивая ответы пациентов на вопросы анкеты через 1 и 6 месяцев после операции, следует отметить субъективное улучшение всех зрительных функций по мере увеличения времени, прошедшего после операции. Особенно характерно уменьшение жалоб в темное время суток на круги светорассеивания вокруг источников света и повышенную ослепляемость, что связано с адаптацией пациентов к особенностям мультифокальной интраокулярной оптики.

Таким образом, полученные ранее объективные данные, указывающие на повышение контрастной чувствительности, особенно в области средних и высоких частот, отсутствие зависимости зрения от уровня освещенности при работе на близком расстоянии, более плавную кривую дефокусировки с сохранением лучшей остроты зрения на средних дистанциях у пациентов основной группы в сравнении с контрольной, находят свое подтверждение на уровне субъективных ощущений.

Выводы

1. Имплантация мультифокальных интраокулярных линз с ротационной асимметричной оптикой является эффективным способом коррекции афакии различного генеза с хорошо предсказуемым рефракционным и функциональным результатом.

2. Ультразвуковая факоэмульсификация, проведенная по поводу катаракты или с рефракционной целью при аметропии высокой степени и пресбиопии с имплантацией мультифокальной ИОЛ с ротационной асимметричной оптикой, обеспечивает высокую остроту зрения вдаль ($0,89 \pm 0,1$) и на близком расстоянии ($0,83 \pm 0,12$) при умеренном ее снижении на промежуточных дистанциях ($0,6 \pm 0,11$).

3. Острота зрения пациентов с мультифокальной ИОЛ ротационного асимметричного типа практически не зависит от уровня освещенности и ширины зрачка. В мезопических условиях снижение остроты зрения не превышает 6,7%.

4. Имплантация мультифокальной ИОЛ с ротационной асимметричной оптикой обеспечивает повышение пространственной контрастной чувствительности по сравнению с дооперационным уровнем на 24,2% в области средних и на 45,3% в области высоких частот.

5. Мультифокальная ИОЛ с ротационной асимметричной оптикой устойчива к дефокусировке, позволяя сохранить в условиях дефокуса (- 2,0 дптр) остроту зрения в пределах $0,68 \pm 0,06$. У линзы определяется наличие двух главных фокусов, соответствующих дальнейшей и ближайшей точкам ясного зрения, расположенных в бесконечности и на расстоянии 30 см от глаза.

6. Объем псевдоаккомодации у пациентов с мультифокальной ИОЛ ротационного ассиметричного типа составляет $3,69 \pm 0,04$ дптр, что позволяет им выполнять без очков практически все виды зрительной работы на различных расстояниях от глаз.

7. В процессе предоперационной подготовки пациентов к имплантации мультифокальной ИОЛ с ротационной асимметричной оптикой необходимо проводить разметку горизонтального меридиана лимбальной зоны роговицы, а также формировать передний круговой капсулорексис диаметром 6,0-6,25 мм с целью облегчения имплантации и правильного позиционирования линзы. Дальнейшее течение операции и послеоперационного периода не отличается от таковых при имплантации других моделей мультифокальных ИОЛ.

8. Субъективная оценка пациентами с мультифокальной ИОЛ ротационно-асимметричного типа полученных зрительных функций весьма высока, так как характеризуется малой зависимостью зрения от уровня освещенности, отсутствием необходимости в ношении очков для дали (87,2%), на близком (82%) и промежуточном расстоянии (84,6%), а также редкими жалобами на световые феномены днем (10,3%) и ночью (33,3%).

Практические рекомендации

1. Операция ультразвуковой факэмульсификации с имплантацией мультифокальной интраокулярной линзы с ротационной асимметричной оптикой Lentis Mplus показана пациентам с катарактой, пресбиопией, аметропией высокой степени, желающим получить свободу или резко снизить зависимость от очков при различных видах зрительной работы и предъявляющих высокие требования к своему зрению.

2. Плоскостной характер и большие размеры гаптической части Lentis Mplus требуют увеличение стандартного диаметра переднего кругового капсулорексиса до 6,0-6,25 мм для облегчения ее введения в капсулярный карман и последующего позиционирования.

3. Перед операцией факэмульсификации с имплантацией Lentis Mplus, с целью получения стабильных рефракционных результатов, целесообразно проводить разметку лимбальной зоны глаза пациента по горизонтальному меридиану Nd YAG-лазером с помощью горизонтально стабилизированной целевой лампы или гравитационного разметчика и после введения линзы в капсулярный мешок устанавливать метки на ее передней поверхности в соответствии с метками на лимбе, а сектор аддидации ориентировать вниз к меридиану 6 часов.

4. При имплантации Lentis Mplus оптимальные функциональные результаты могут быть получены при А-константе 118,0 и расчетной рефракции 0-(+)0,25 дптр.

5. У пациентов с Lentis Mplus ведущая роль в оценке полученной рефракции принадлежит субъективному способу. Объективное определение клинической рефракции носит ориентировочный характер и его следует проводить как по верхнему, так и по нижнему краю зрачка.

Список литературы

1. Аветисов С.Э., Липатов Д.В. Функциональные результаты различных методов коррекции афакии // Вестник. офтальмологии. – 2000. – Т. 116, №4. – С. 12-15.
2. Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Касьянов А.А. и др. Ретроспективный анализ точности различных формул расчета оптической силы ИОЛ, оценка эффективности расчета персонифицированной константы // Рефракц. хирургия и офтальмология. – 2003, - Т. 3, №4. – С. 21-27.
3. Аггарвал Р. возможности интраокулярной коррекции с применением трифокальных и торических ИОЛ. // Современные технологии катарактальной рефракционной хирургии – 2013.
4. Балашевич Л.И. Рефракционная хирургия. – СПб.: Изд-во СПбМАПО, 2002. – 288с.
5. Баталина Л.В., Першин К.Б., Сайфуллин Н.Ф. Первые результаты имплантации псевдоаккомодирующих ИОЛ Acrysof Restor // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2005: сб. науч. ст. – М., 2005.-С. 54-56.
6. Беликова И.Е., Антонюк С.В., Бугаенко И.А. Сравнительные результаты хирургической коррекции пресбиопии с использованием мультифокальных и аккомодирующих интраокулярных линз.// Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2010: сб. науч. ст. – М., 2010. – С. 31-36.
7. Беликова Е.И. Имплантация аккомодирующих ИОЛ Crystalens HD 500 у пациентов с сопутствующей глазной патологией. // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2011. Сб. науч. ст. – М., - 2011. – С. 30-34.

8. Бессарабов А.Н., Пантелеев Е.Н. Адаптивный расчет оптической силы ИОЛ для рефракционной лентэктомии (I часть) // Офтальмохирургия. – 2001. - № 1. – С. 40-50.
9. Бессарабов А.Н., Пантелеев Е.Н. Адаптивный расчет оптической силы ИОЛ для рефракционной лентэктомии (II часть) // Офтальмохирургия – 2001. - № 1. – С. 40-50.
10. Борискина Л.Н., Джаши Б.Г., Маршева О.Б., Исакова И.А. ЭЭК и ИЭК. Забытые технологии или методы выбора при хирургическом лечении осложненных катаракт // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. – 2011. сб. науч. ст. – М., - 2011. – С. 55-60.
11. Буратто Л. Хирургия катаракты: переход от экстракапсулярной экстракции к факоэмульсификации. – 1999. – 474с.
12. Вей М.Е. В ожидании новых аккомодирующих и мультифокальных ИОЛ. // Eye World. – 2013,- том 6, - №3.- С.43.
13. Воронин Г.В., Кумалагов А.Х. Офтальмоэргономические методы исследования в оценке эффективности рефракционных операций // Рефракц. хирургия и офтальмология. – 2005. – Т. 5, № 3. – С. 30-31.
14. Гусев Ю.А. Анализ результатов имплантации ИОЛ Crystalens HD, исследование ее экскурсий // Новое в офтальмологии: Приложение. – 2010. – №2. –С.9-11.
15. Иванов М.Н., Бочаров В.Е., Мамиконян В.Р. и др. Сравнительное изучение современных формул расчета оптической силы ИОЛ // Рефракц. хирургия и офтальмология. – 2003. – Т. 3, № 2. – С. 10-14.
16. Иванов М.Н., Шевелев А.Ю. Формула расчета оптической силы интраокулярных линз // Вести офтальмологии. – 2003. – Т. 119, № 4. – С. 52-54.
17. Ивашина А.И., Косточкина М.В. Физиология зрения вблизи при артефакции // Экспериментальная и клиническая офтальмохирургия (интраокулярная коррекция): Сб. науч. тр. – М., 1979. – С. 127-133.

18. Ивашина А.И., Борисова Л.М. Выбор оптической силы интраокулярной линзы при бинокулярной астигматизации // Экспериментальная и клиническая офтальмохирургия (интраокулярная коррекция): Сб. науч. тр.- М., 1979.- С. 135-139.

19. Ивашина А.И., Антонова Е.Г., Мушкова И.А., Бессарабов А.Н. Исследование состояния сумеречного зрения при миопии слабой и средней степени до и после радиальной кератотомии посредством детального анализа никтограмм // Хирургические методы лечения дальнозоркости и близорукости. – М.: МНТК «Микрохирургия глаза», 1988. – С. 87-93.

20. Исаков И.А. Корольков В.П., Коронкевич В.П. [и др.], Исследования дифракционно-рефракционных линз // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2005: сб. науч. ст. – М., 2005.-С. 133-136.

21. Исаков И.А. Функциональные результаты имплантации бифокальной дифракционно-рефракционной линзы «МИОЛ-Аккорд» в отдаленные сроки // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2007: сб. науч. ст.-М., 2007.-С. 102-106.

22. Исаков И.А. Современная концепция оптико-функциональной реабилитации больных с астигматизацией на основе использования отечественной бифокальной дифракционно-рефракционной ИОЛ: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009.-215 с.

23. Исаков И.А., Плисов И.Л. Бинокулярные зрительные функции у пациентов после имплантации бифокальной линзы «МИОЛ-Аккорд». // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии.- 2010. сб. науч. ст. – М., 2010 – с. 85-88.

24. Канюков В.Н., Горбунов А.А. Первый опыт имплантации псевдоаккомодирующих интраокулярных линз AcrySof Restor (Alcon) // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2007: сб. науч. ст. – М., 2007. – С. 107-110.

25. Карамян А.А. Коррекция афакии одновременно вдаль и вблизи (обзор литературы) // Офтальмохирургия.- 1993.-№1. –С. 25-33.
26. Касьянов А.А. Анализ методов расчета оптической силы ИОЛ // Рефракц. хирургия и офтальмология. – 2004. – Т. 4, № 1. – С. 61-65.
27. Колесников А.В., Васильев В.Г., Захарова А.Г. Первый опыт имплантации псевдоаккомодирующих интраокулярных линз Acrysof ReSTOR Aspheric // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2009: сб. науч. ст. – М., 2009. – С. 119-123.
28. Коновалов М.Е., Зенина М.Л., Милова С.В. Клинические результаты факоэмульсификации с имплантацией мультифокальной ИОЛ ReSTOR для коррекции аметропии и пресбиопии у пациентов старшего возраста// Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2006: сб. науч. ст.-М., 2006-С. 102-107.
29. Коронкевич В.П., Ленкова Г.А., Исаков И.А., Малышев А.И., Попков В.А., Орлов Ю.И. Бифокальная Дифракционно-рефракционная интраокулярная линза// Автометрия,- 1997.- №6.- С.26-41.
30. Корхов Е.А. Коррекция афакии различными типами мультифокальных интраокулярных линз в условиях двусторонней симметричной и асимметричной имплантации. // Дисс. канд. мед. наук – Ростов-на-Дону -2012. – 120с.
31. Косарев С.Н. Наш опыт факоэмульсификации катаракты с имплантацией отечественных мультифокальных ИОЛ «Рекорд-3». // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. – 2011. Сб. науч. ст. – м., - 2011. – с. 149-153.
32. Кохнер Б. Новейшее поколение мультифокальных ИОЛ. // Новое в офтальмологии. – 2012. - №3.- С. 30-36.
33. Лapid-Кортзак Р. Lentis Mplus – единственная интраокулярная линза для коррекции пресбиопии, обеспечивающая высококачественное зрение. // Новое в офтальмологии. – 2011. - №3. – С. 1-9.

34. Липнер М. В ожидании новых аккомодирующих и мультифокальных ИОЛ. // Eye World/ - 2013. – том 6 - № 3. – с. 43.

35. Малюгин Б.Э., Морозова Т.А. Исторические и современные подходы к проблеме восстановления аккомодации артификачного глаза // Глаз. – 2003. - № 6. – С. 12-16.

36. Малюгин Б.Э., Морозова Т.А. Исторические аспекты и современное состояние проблемы мультифокальной интраокулярной коррекции. //Офтальмохирургия.-2004.-№3.-С.23-29.

37. Малюгин Б.Э. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция афакии: достижения, проблемы и перспективы развития // Вестн. офтальмологии. – 2006. – Т. 122, № 1. – С. 37-41.

38. Малюгин Б.Э., Морозова Т.А. Билатеральная асимметричная имплантация мультифокальных интраокулярных линз «Градиол-2» и ReSTOR. Клинический случай. //Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2008: сб.науч.ст.-М.,2008.-С.182-188.

39. Миронова Э.М., Еднева Я.Н., Доктор Н.Б. Никтометрические, электроокулографические и реоофтальмографические исследования при миопии слабой и средней степени // Хирургия аномалий рефракции глаза. – М.: Моск. НИИ микрохирургии глаза, 1981. – С. 102-106.

40. Морозова Т.А. Интраокулярная коррекция афакии мультифокальной линзой с градиентной оптикой. Клинико-теоретическое исследование. //Дис... канд. мед. наук. –М.,2006.-151с.

41. Павлюченко К.П., Олейник Т.В. Рефракционная замена хрусталика – еще одна возможность коррекции аметропии высокой степени // Офтальмол. журн. – 2003. - №6. –С. 10-12.

42. Першин К.Б., Малюгин Б.Э., Егорова Э.В., Исаев М.А. Состояние зрительных функций после имплантации ИОЛ Crystalens HD 500// Современные технологии катарактальной рефракционной хирургии – 2010, сб. науч. ст.-М, 2010.-С. 162-165.

43. Рудакова Т.Е. Интраокулярные линзы для коррекции пресбиопии. Особенности аккомодации глаза с артефакцией и способы ее определения // Рефракц. хирургия и офтальмология. – 2004. – Т. 4, № 2. – С. 47-52.
44. Сергиенко Н.М. Аккомодирующий искусственный хрусталик: новый дизайн. // Современные технологии катарактальной рефракционной хирургии. – Сб. науч. ст. – М., - 2013. – с. 156-161.
45. Тахтаев Ю.В., Балашевич Л.И. Первый опыт клинического применения мультифокальных интраокулярных линз Acrysof Restor // Офтальмохирургия. – 2004. - №3.-С. 30-34.
46. Тахтаев Ю.В., Балашевич Л.И. Хирургическая коррекция гиперметропии и пресбиопии рефракционно-дифракционными линзами AcrySof Restor // Офтальмохирургия. – 2005,- № 3.- С. 12-16.
47. Тахтаев Ю.В. Контрастная чувствительность и устойчивость к ослеплению после имплантации бифокальных дифракционно-рефракционных ИОЛ // Офтальмохирургия. – 2008. -№ 1. С. 53-58.
48. Тахтаев Ю.В. Интраокулярная коррекция аметропии и пресбиопии . // Дисс. док. мед. наук. – С. – П. – 2008. – 295с.
49. Тахчиди Х.П., Малюгин Б.Э., Морозова Т.А. Мультифокальные ИОЛ: патентный поиск и классификация // Новое в офтальмологии. – 2004. - № 4. – С. 31-39.
50. Тахчиди Х.П., Малюгин Б.Э., Морозова Т.А. Первые результаты имплантации мультифокальных градиентных интраокулярных линз «Градиол-1» и «Градиол-2». // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2004: сб. науч. ст. – М., 2004. – С. 296-301.
51. Тахчиди Х.П., Малюгин Б.Э., Морозова Т.А., Меньшиков А.Ю. Первые результаты имплантации мультифокальной градиентной интраокулярной линзы нового поколения «Градиол-3» // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2007: сб. науч. ст. – М., 2007. – С. 249-253.

52. Тахчиди Х.П., Искаков И.А., Пичикова Н.А. Сравнительная оценка результатов имплантации бифокальных дифракционно-рефракционных и монофокальных интраокулярных линз. // Офтальмохирургия 2009. - № 1. – С. 18-20.

53. Ульянов А.Н. Первый опыт использования аккомодационной ИОЛ Crystalens HD 500 // Междунар. научно-практ. конф. «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии», 10-я: Сб. науч. ст. – М.,2009.- С.207-210.

54. Федоров С.Н., Миронова Э.М., Ивашина А.И. и др. Исследования функционального состояния сетчатки при миопии слабой и средней степени // Офтальмол. журн. – 1984. - № 1. – С. 18-21.

55. Федоров С.Н., Захаров В.Д., Карамян А.А., Хайдер Т.А. Бифокальные интраокулярные линзы (предварительное сообщение) // Офтальмохирургия. – 1992. - № 1. – С. 35.

56. Федоров С.Н., Захаров В.Д., Карамян А.А. Эффективность и особенности коррекции афакии бифокальными интраокулярными линзами // Офтальмохирургия. – 1993. - № 3. – С. 10.

57. Федоров С.Н., Захаров В.Д., Карамян А.А. и др. Бифокальные интраокулярные линзы (предварительное сообщение) // Офтальмохирургия. – 1993.-№3.-С. 3-10.

58. Федоров С.Н., Ивашина А.И., Яновская Н.П., Карамян А.А. Клинико-функциональные исследования моновизуальной интраокулярной коррекции двусторонней афакии // Офтальмохирургия. – 2000. - № 2.- С. 17-23.

59. Харанти М. Рефракционная хирургия пресбиопии. Обзор методов. // Современная оптометрия. – 2012.- №7. –С. 32-35.

60. Черных В.В., Искаков И.А., Егорова Е.В. Клинические преимущества зрачковой независимости бифокальной дифракционно-рефракционной линзы МИОЛ-Аккорд // Глаукома. – 2009. - № 1. – С. 43-45.

61. Чупров А.Д., Кудрявцева Ю.В. Опыт использования отечественных мультифокальных ИОЛ. // Современные технологии катарактальной рефракционной хирургии. – 2008. сб. науч. ст. – М., - 2008. – с. 275-280.
62. Шамшинова А.М., Шапиро В.М., Белозеров А.Е., Карлова С.В., Эскина Э.Н., Лоскутов И.А. Контрастная чувствительность в диагностике заболеваний зрительного анализатора: Методич.пособие для врачей –М.,1996. -25с.
63. Шелудченко В.М. Функциональные результаты мультифокальной мезокоррекции в хирургии катаракты // IX съезд офтальмологов России: тез. докл. – М.: Изд-во «Офтальмология», 2010. – С. 227.
64. Яновская Н.П. Моновизуальная интраокулярная коррекция двусторонней афакии. Автореф. дисс. канд. мед. наук. – М. – 1999. – 24с.
65. Akingbehin A., Chatzinikolas K. PRELEX: evaluating the use of the multifocal AMO Array IOL // Congress of the ESCRS, 20-th: Abstracts.- France, 2002.- P.99.
66. Alarcon R., Bohorquez V. Functional vision with a Dual Optic Accomodating IOL// J. Cataract Refract. Surg. Today – 2007.- March.-P.31-32.
67. Alfonso JF, Fernandez-Vega L, MB Baamonde, Montes-Mico R. Prospective visual evaluation of apodized diffractive intraocular lenses. //J Cataract Refract. Surg.- 2007.-Vol.33.-P.1235-43.
68. Alfonso JA, Fernandez-Vega L, Baamonde MD, Montes-Mico R. Correlation of pupil size with visual acuity and contrast sensitivity after implantation of an apodized diffractive intraocular lens. // J Cataract Refract. Surg 2007.-Vol.33.- P.430-438.
69. Alfonso JF, Fernandez-Vega L, Valcarcel B, Robert Montes-Mico R. Visual performance after AcrySof ReSTOR aspheric intraocular lens implantation. //J Optom.-2008.-Vol.1-P.30-35.
70. Alio JL, Ben-Nun J, Kaufmann P. Shape changing IOLs: NuLens // Mastering Refractive IOLs. The art and science / Ed. D.F. Chang. – Slack Inc., Thorofare. – 2008. – P. 223-228.

71. Alio JL, Plaza-Puche AB, Picero DP, Javaloy J, Ayala MJ. Comparative analysis of the clinical outcomes with 2 multifocal intraocular lens models with rotational asymmetry. *J Cataract Refract Surg*, 2011; Sep; 37(9): 1605-14.
72. Aramberry J. Intraocular lens Lentis Mplus at Lentis Mplus toric. // *Cataract Refract. Surg. Today Europe*. Jan. – 2012. – P. 1-15.
73. Arens B, Ereudenthaler N, Quentin C.D. Binocular function after bilateral implantation and refractive multifocal intraocular lenses // *J. Cataract Refract. Surg* – 1999. Vol. № 3. – P. 399-404.
74. Auffarth G.U., Dick H.B. Multifocal intraocular lenses // *Ophthalmology*.- 2001.- Vol.98.-№2.-P. 127-137.
75. Auffarth G.U. Intraocular lens Lentis Mplus at Lentis Mplus toric. // *Cataract Refract. Surg. Today Europe*. Jan. – 2012. – P. 1-15.
76. Baikoff G. Mystery surrounds the means by which accommodative IOLs provide vision // *ESCRS Euro Times*/ -2004. – Vol. 9, № 6. – P.16.
77. Bellucci R., Giardini P. Pseudoaccommodation with the 3M diffractive multifocal intraocular lens: a refraction study of 52 subjects. // *J. Cataract Refract. Surg.*-1993.- Vol. 19.- №1.-P. 32-35.
78. Bellucci R. Multifocal intraocular lenses // *Curr. Opin. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 16, № 1. – P. 32-37.
79. Ben-Nun J., Alio J.L., Feasibility development of a high-power real accommodating intraocular lens // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2005. – Vol. 31, N 9. – P. 1802-1808.
80. Bleckmann H., Schmidt O., Sunde T., Kaluzny J. Visual results of progressive multifocal posterior chamber intraocular lens implantation // *J. Cataract Refract Surg.*- 1996.- Vol.22.-№ 8.-P. 1102-1107.
81. Boesten I.E., Beekhuis W.H., Hassmann E., Pameyer J.H., Baarsma G.S. Comparison of the Storz bifocal zonal and the 3M diffractive multifocal intraocular lenses // *J. Cataract Refract Surg.*-1995.- Vol. 21.- №4.-P. 437-441.

82. Cagini C, Sessa A., Vaccaro M., et al. Cataract with multifocal AMO Array implants // Congress of the ESCRS, 20-th: Abstracts.- France, 2002.- P. 117.
83. Carones F., Doane J.F. The Restor Versus the Crystalens IOL// J. Cataract Refract Surg. Today – 2000. – June.-P.60-65.
84. Chandhrasri S., Knorz M.C. Comparison of higher order aberrations and contrast sensitivity after LASIK, verisyse phakic IOL, and Array multifocal IOL // J: Refract Surg. -2006. – Vol. 22. № 3. – P. 231-236.
85. Chang D.E. Prospective functional and clinical comparison of bilateral ReZoom and ReSTOR intraocular lenses in patients 70 years or younger. // J. Cataract Refract Surg. – 2008. – Vol.34- P. 934-941.
86. Chiam P.J., Chan J.H., Aggarwal R.K., Kasabay S. ReSTOR intraocular lens implantation in cataract surgery: quality of vision // J. Cataract Refract. Surg. – 2006. – Vol. 32, № 9 – P. 1459-1463.
87. Chiam P.J. T, Chan J.H., Haider S.I. et al. Functional vision with bilateral ReZoom and ReSTOR intraocular lenses 6 months after cataract surgery. // J. Cataract Refract Surg. -2007.- Vol. 33.- P.2057-2061.
88. Cianem S. Presbyopia and ametropia surgery: lens exchange with Array multifocal intraocular lens // Congress of the ESCRS. 20-th: Abstracts- France, 2002. –P. 137.
89. Colvard M.D. FDA clinical data for the Crystalens // J. Cataract Refract. Surg. Today. –July. -2004. – P. 41-42.
90. Cummings J.S., Kamman J. Experience with an accommodating IOL (letter) // J. Cataract Refract. Surg. – 1996. – Vol. 22. – P. 1001.
91. Cummings J.S., Slade S.G., Chayet A. Clinical evaluation of the model AT-45 silicone accommodating intraocular lens: results of feasibility and the initial phase of a Food and Drug Administration clinical trial // Ophthalmology. – 2001. – Vol. 108, N 11. – P. 2005-2009.
92. Cummings J.S., Colvard D.M., Dell S.J. et al. Clinical evaluation of the Crystalens AT-45 accommodating intraocular lens. Results of the US Food and Drug

Administration clinical trial // J. Cataract Refract. Surg. – 2006. – Vol. 32, N 5. – P. 812-825.

93. Dick H.B. Accommodative intraocular lenses: current status. // Curr Opin Ophthalmol.-2005. - №16. –P. 8-26.

94. Dougherty P. J. Tetraflex Accommodating IOL. // J. Cataract Refract. Surg. Today – 2007,- January. –P.57-58.

95. Dorgu M., Honda R., Omoto M. et al. Early visual results with the ICU Accommodating intraocular lens// J. Cataract Refract. Surg. – 2005. – Vol. 31, N 5. – P. 895-902.

96. Eisenmann D., Jacobi F.K., Disk B., Jacobi K.W. Related The «Array» silicone multi-focal lens: experiences after 150 implantations // Klin Monatsbl Augenheilkd- 1996.- Vol. 208. - № 5.- P. 270-272.

97. Elgohary M.A. Beckingsale A.B. Effect of illumination on visual function after monofocal and multifocal intraocular lens implantation // Eye. – 2006. – Vol. 20, № 2. – P. 144-149.

98. Fawcett S.L., Herman W.K., Alfieri C.D. et al. Stereoacuity and foveal fusion in adults with long standing surgical monovision // J. AAPOS. – 2001. – Vol. 5, № 6. – P. 342-347.

99. Fernandex-Vega L., Alfonso J.F., Rodriguez P.P. Clear lens extraction with multifocal apodized diffractive intraocular lens implantation // Ophthalmology, - 2007. – Vol. 110, № 12. – P. 2349-2354.

100. Findl O. et al intraocular lens movement caused by ciliary muscle contraction.// J. Cataract Refract. Surg. -2003.-Vol.29.-№4.-P.669-676.

101. Findl O., Kriehbaum K., Menapace R. et al. Lascriinterferometric assessment of pilocarpine-induced movement of an accommodating intraocular lens. // Ophthalmology. – 2004. – Vol. 111. – P. 1515-1521.

102. Findl O Intraocular lenses for restoring accommodation: hope and reality.// J Refract. Surg.-2005.- Vol.21 –P.321-323.

103. Fristrom B., Lundh B.L. Color contrast sensitivity in cataract and pseudophakia // *Acta Ophthalmol. Scand.* 2000. – Vol. 78, № 5. – P. 506-511.

104. Gatinel D., Pagnouille C., Houbrechts S., Gabin L. – Design and qualification of a diffractive trifocal optical profile for intraocular lenses. // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2011, - 37, - P. 2060-2067.

105. Grunberg A. Intraocular lens Lentis Mplus et Lensis Mplus toric // *Cataract Refract. Surg. Today Europe.* Jan. – 2012, P. 1-15.

106. Guthoff R. Ludwig K. Current Aspects of Human Accommodation.- Heiderg, Kaden, 2001. – PP. 11-21, 145-161.

107. Hafiger E., Parel J.M., Fantes F., Norton E.W. Anderson D.R., Forster R.K., Hernandez E., Feuer W.J. accommodation of an endocapsular silicone lens (Phaco-Ersatz) in the nonhuman primate // *Ophthalmology.* – 1987. – Vol. 94.- PP. 471-477.

108. Haeflinger E., Parel J.M. accommodation of an endocapsular silicon lens (Phaco-Ersatz) in the old rhesus monkey // *Refractive Corneal Surg.* – 1994. – Vol. 10. – P. 550-555.

109. Hancox J., Spalton D, Heatley C, et al. Objective measurement of intraocular lens movement and dioptric change with a focus shift accommodating intraocular lens. // *J Cataract Refract. Surg.* – 2006.- Vol.32.-P. 1098-1103.

110. Haring G., Disk H.B., Krummenauer F, et al. Subjective photic phenomena with refractive multifocal and monofocal intraocular lenses. Results of a multicenter questionnaire // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2001. – Vol. 27, № 2. – P. 245-249.

111. Hettlich H.J., Lucke K., Kreiner C.F. Light-induced endocapsular polymerization of injectable lens refilling materials // *German J. Ophthalmol.* – 1992. – Vol. L – P. 346-349.

112. Hettlich H.J., Lucke K., Asiyo-Vogel M. et al. Lens refilling and endocapsular polymerization of an injectable intraocular lens: in vitro and in vivo study of potential risks and benefits // *J. Cataract Refract. Surg.* – 1994. – Vol. 20. – P. 115-123.

113. Hutz WW, Eckhardt HB, Rohrig B, Grolmus R. Reading ability with 3 monofocal intraocular lens models. *J. Cataract Refract. Surg*, 2006; Dec; 32(12): 2015-21.

114. Jacobi P., Dietlein T., Jacobi F. Cagini C, Sessa A., Vaccaro M., et al. Outcomes of multifocal IOL implantation in young accommodative patients with unilateral cataract extraction // Congress of the ESCRS, 20-th; Abstracts.- France, 2002.-P. 151.

115. Jain S., Arora I., Azar D.T. Success of monovision in presbyopes: review of the literature and potential applications to refractive surgery // *Surv. Ophthalmol.* m-1996. – Vol. 40, № 6. – P. 491-499.

116. Jain S., Ou R., Azar D.T. Monovision outcomes in presbyopic individuals after refractive surgery // *Ophthalmology.* – 2001. – Vol. 108, № 8. – P. 1430-1433.

117. Javitt J.C, Wang F., Trentacost D.J., Rowe M., Tarantino N. Outcomes of cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: functional status and quality of life// *Ophthalmology.*- Vol. 104.-№ 4.-P. 589-599.

118. Javitt J., Brauweiler H.P., Jacobi K.W. et al. Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: clinical, functional, and quality-of-life outcomes. Multicenter clinical trial in Germany and Austria // *J. . Cataract Refract. Surg.* – 2000. – Vol. 26, № 9. – P. 1356-1366.

119. Javitt J.C, Steinert R.F. Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: a multinational clinical trial evaluating clinical, functional, and quality – of-life outcomes // *Ophthalmology.*- 2000.- Vol. 107.- № 11.- P. 2040-2048.

120. Komath G.G., Prasad S., Danson A., Philips R.P. Visual outcome with the array multifocal intraocular lens in patients with concurrent eye disease // *J. Cataract Refract. Surg.*- 2000.- Vol. 26.- № 4.- P. 576-581.

121. Keates R.N., Hearse J.L., Schneider R.T. Clinical results of the multifocal lens // *J. Cataract Refract. Surg.* – 1987. – Vol. 13, N 4. – P. 557-560.

122. Kelman C.D. Magnetically controlled device liquefies cataract after injection into the capsule // *Ocular Surgery News.* – 1990.- № 1.- PP. 1-19.

123. Kessler J. Experiments in refilling the lens // Arch. Ophthalmol. – 1964. – Vol. 71, N 3. – P. 412-417.
124. Kessler J. Refilling the rabbit lens: Further experiments // Arch. Ophthalmol.- 1966.- Vol. 76.- PP. 596-598/
125. Kisenmair I), Jacobi R.W. The Array multifocal lens-functional principle and clinical results // klin Monatsbl Augenheilkd.- 1993.- Vol. 203 - № 3.- P. 189-194.
126. Koch D.D. Glare and contrast sensitivity testing in cataract patients // J. Cataract Refract. Surg. – 1989. – Vol. 15, № 2. – P. 158-164.
127. Kolman T. Allen D. Boureau C. et al. European multicenter study of the AcrySof ReSTOR apodized diffractive intraocular lens.// Ophthalmology.- 2006.- Vol. 113.-P.578-584.
128. Kuchle M., Nguyen N.X., Langenbacher A., Gusek-Schneider G.G., Seitz B., Hanna K.D. Implantation of a new accommodative posterior chamber intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg.- 2002.- Vol. 18.- P. 208-216.
129. Kucuksumer Y., Bayraktar S., Sahin S., Yilmaz O.F. Posterior capsule opacification 3 years after implantation of an AcrySof and a MemoryLens in fellow eyes // J. Cataract Refract. Surg. – 2000. – Vol. 26, № 8. – P. 1176-1182.
130. Lane S.S. The latest trends in presbyopia-correcting IOLs// J. Cataract Refract. Surg. Today – 2010.- November/December.-P.1-4.
131. Langenbacher A., Huber S, Nguyen NX, et al. Measurement of accommodation after implantation of an accommodating posterior chamber intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg. -2003.- Vol.29.-№4.-P.677-685.
132. Langenbacher A., Seitz B., Huber S. et al. Theoretical and measured pseudophakic accommodation after implantation of a new accommodative posterior chamber intraocular lens // Arch. Ophthalmol. – 2003. – Vol. 121. N 12. – P. 1722-1727.

133. Lehmann R.P. Paired comparison of contrast sensitivity in diffractive multifocal IOLs and conventional monofocal IOLs// *Austr. N. Z. J. Ophthalmol.* – 1990.- Vol. 18, № 3. – P. 325-328.
134. Leyland M., Zinicola E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review // *Ophthalmology.* – 2003. – Vol. 110, № 9. – P. 1789-1798.
135. Lindstrom, R.L. Food and Drug Administration study update. One-year results from 671 patients with the 3M multifocal intraocular lens // *Ophthalmology.* – 1993. – Vol. 100, № 1. –P. 91-97.
136. Maghraby A., Marzouky A., Gazayerli E., Van der Karr M., DeLuca M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses. Visual and refractive comparisons// *J. Cataract Refract. Surg.*- 1992,-Vol. 18.-№2.-P. 147-152.
137. Masket S. Reversal of glare disability after cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* – 1989. – Vol. 15, № 2. – P. 165-168.
138. Masket S. Smart IOL //XXII Congress ESCRS: Abstracts. – Paris. 2004. – P. 109.
139. McDonald II J.E. Crystalens – how does it work?//www.eyeworld.org.- 21.12.2011.
140. McLeod S.D., Portney V., Ting A. A dual optic accommodating foldable intraocular lens // *Br.J. Ophthalmol.* – 2003. – Vol. 87, N 9. – P. 1083-1085.
141. McLeod S.D., Vargas L.L.G., Portney V., Ting A.A. Synchrony dual optic accommodating intraocular lens Part I: Optical and biomechanical principles and design considerations // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2007. – Vol. 33. – P. 37-46.
142. Miranda M.N. The geographic factor in the onset of presbyopia // *Trans. Amer. Ophthalmol. Soc.* – 1979. – Vol. 77, № 5. – P. 603-621.
143. Munoz G, Albarran-Diego C, Ferrer-Blasco T, Sakla HF, Garcia-Lazaro S. Visual function after bilateral implantation of a new zonal refractive aspheric multifocal intraocular lens. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011; Nov; 37(11): 2043-52.

144. Neuhann T.H. The AT-45 accommodating lens. preliminary results // Current aspects of human accommodation II / Ed. R. Gutthof, K. Ludwig. – Kaden Verlag, Heidelberg, 2003. – P. 193-197.

145. Nichamin L.D., Choll J.A. Shape-changing IJLs: PowerVision // Mastering Refractive IOLs. The art and science / Ed. D.F. Chang. – Slack Inc., Thorofare. – 2008. – P. 220-222.

146. Nishi O. Refilling the lens of the rabbit after intracapsular balloon and an anterior capsule suturing technique // J. Cataract Refract. Surg. – 1989. – Vol. 15. – P. 450-454.

147. Nishi O., Hara T., Hayashi F., Sakka Y., Iwata S. Further development of experimental techniques for refilling the lens of animal eyes with a balloon // J. Cataract Refract. Surg.- 1989.- Vol. 15.- PP. 581-588.

148. Nishi O., Nishi K., Hikida M. Removal of lens epithelial cells by dispersion with enzymatic treatment followed by aspiration // Ophthalmic Surg. – 1991. – Vol. 22. – PP. 444-450.

149. Nishi O., Hara T., Sakka Y., Hayashi F., Nakamae K., Yamada Y. Refilling the lens with a inflatable endo-capsular balloon: surgical procedure in animal eyes // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.- 1992.- Vol. 230.- PP. 47-55.

150. Nishi O., Nakai Y., Yamada Y., Mizumoto Y. Amplitudes of accommodation of primate lenses refilled with two types of endocapsular balloons // Arch. Ophthalmol.- 1993.- Vol. 111.- PP. 1677-1684.

151. Nishi O., Nishi K. Accommodation amplitude after lens refilling with injectable silicone by sealing the capsule with a plug in primates // Arch. Ophthalmol.- 1998.- Vol. 116.- P. 1358-1361.

152. Nishi O. Restoration of accommodation by refilling the lens capsule after endocapsular phacoemulsification // Current aspects of human accommodation II / Ed. R. Gutthof, K. Ludwig.- Kaden Verlag, Heidelberg, 2003. – P. 135-146.

153. Nishi O. Lens refilling to restore accommodation // J. Cataract Refract. Surg.- 2009.-Vol. 35. – P. 324-328.

154. Nowak M.R. Ocutrast ein neue Verfshren zur Messung der Dammerungssehscharfe und Blendempfindlichkeit // Fortschr. Ophthalmol/ - 1990. – Bd 87, H. 2. – S. 192-195.
155. O'Donnell F.E., Santos B.A., Walsh D. Intraoperative autorefraction: avoiding intraocular lens Power surprises // J. Cataract Refract. Surg.- 1989.- Vol. 15.- Pp. 597-598.
156. Ossma I.L., Galvis A., Vargas L.G. et al. Synchrony dual-optic intraocular lens. Part 2: Pilot clinical evaluation // J. Cataract Refract. Surg.- 2007.- 33.- 47-52.
157. Packer R., Fine H., Hoffman R.S. Refractive lens exchange with Array multifocal intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg. – 2002. – Vol. 28, N 3. – P. 412-424.
158. Packer M. Fine I.H., Hoffman R.S. Wavefront technology in cataract surgery // Curr. Opin. Ophthalmol. -2004/ - Vol. 15, № 1. – P. 56-60.
159. Parel J.-M., Treffers W.F. Gelender H., Norton E.W.D. Phaco-Ersatz: a new approach to cataract surgery // Ophthalmology. – 1981. – Vol.88. – P. 95-96.
160. Parel J.M., Gelender H., Trefers W.F., Norton E.W. Phaco-Ersatz: cataract surgery designed to preserve accommodation // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.- 1986.- Vol. 224.- PP. 165-173.
161. Parel J.M., Manns F., Ho A., Holden B. refractive surgical procedures to restore accommodation // Refractive Surgery (Ed. D.T. Azar) Mosby Elsevier Inc. – 2007. – P. 501-510.
162. Payer H. Ringwulstlinsen mit Zoomwirkung zur Verstarkung der Pseudoakkomodation und deren Erklarung aus erweiterer Akkomodationstheorie // Spektrum Augenheilk. – 1997/ - N 11. – S. 81-89.
163. Pepose J.S., Qazi M.A., Davis J. Visual performance of patients with bilateral vs combination Crystalens, ReZoom, and ReSTOR intraocular lens implants. // Am. J. Ophthalmol. 2007. – Vol. 144, N 9. – P. 347-357.
164. Pepose J.S. Maximizing satisfaction with presbyopia-correcting intraocular lenses: the missing links. // Am J Ophthalmol.-2008.- Vol. 146.-№5.-P.641-648.

165. Percival P. Indications for the multizone bifocal implant // J. Cataract Refract. Surg. – 1990. – Vol. 16, № 2. – P. 193-197.
166. Pieh S., Weghaupt H., Skorik C Contrast sensitivity and glare disability with diffractive and multifocal intraocular lenses // J. Cataract Refract. Surg. – 1998. – Vol. 24, № 5. – P. 659-662.
167. Ravalico G., Baccara F., Rinaldi G. Contrast sensitivity in multifocal intraocular lenses// J. Cataract Refract. Surg.- 1993.- Vol. 19.-№ 1.-P. 22-25.
168. Rieger G. Improvement of contrast sensitivity with yellow filter glasses // Can. J. Ophthalmol. – 1992. – Vol. 27, № 3. – P. 137-138.
169. Sachdev N., Ormonde S.E., Sherwin T. et al. Higher-order aberrations of lenticular opacities // J. Cataract Refract. Surg. – 2004. – Vol. 30, № 8. – P. 1642-1648
170. Sanislo S., Wicker D., Green D.G. Contrast sensitivity measurements with the Echelon diffractive bifocal contrast lens as compared to bifocal spectacles // CLAO J. – 1992. – Vol. 18, № 3. – P. 161-164.
171. Sen H.N., Sarikkola A.U., Uusitalo R.J., Laatikainen L. Quality of vision after AMO Array multifocal intraocular lens implantation // J. Cataract Refract. Surg. -2004. – Vol. 30, № 12. – P. 2483-2493.
172. Sergienko N.M. Evaluation of the Synchrony dual-optic accommodating intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg. – 2008. – 34.- 8-9.
173. Slagsvold JE. 3M diffractive multifocal intraocular lens: eight year follow-up// J. Cataract Refract. Surg.- 2000.- Vol. 26,- № 3.-PP. 402-407.
174. Stachs O., Shneider H., Stave J., Guthoff R. Potentially accommodating intraocular lenses, an in vitro and in vivo study using three-dimensional high-frequency ultrasound // J. Refract. Surg. – 2005. – Vol. 21, N 1. – P. 37-45.
175. Steinert R.F., Aker B.L., Trentacost D.J., Smith P.J., Tarantino N.A. prospective comparative study of the AMO ARRAY zonal-progressive multifocal silicone intraocular lens and a monofocal intraocular lens // Ophthalmolgy.- 1999.- Vol. 106.- № 7.- PP. 1243-1255.

176. Toygar B. et al. Mixing and matching the ReZoom and the Tecnis ZM900 multifocal lenses in the same patient: a 6-month follow-up study // Congress of the ESCRS, 25-th: Abstracts. Stockholm, 2007. – P. 146.

177. Tyson F.T. Evaluation of the TECNIS multifocal and Crystalens accommodating intraocular lenses. Presented at: The ESCRS Annual Meeting; September 17-21; Vienna, Austria.

178. Uthoff D., Gulati A., Hepper D., Holland D. Potentially accommodating ICU intraocular lens: 1-year results in 553 eyes and literature review // J. Refract. Surg. – m2007. – Vol. 23, N 2. – P. 159-171.

179. Van der Linder JW, Van Velthoven M, van der Meulen I, Nieuwendaal C, Mourits M, Lapid-Gortzak R. Comparison of a new-generation sectorial addition multifocal intraocular lens and a diffractive apodized multifocal intraocular lens. J. Cataract Refract. Surg, 2011; Nov 9.

180. Venter J.A. Intraocular lens Lentis Mplus et lentis Mplus toric // Cataract Refract. Surg. Today Europe . Jan – 2012. – P. 1-15.

181. Wallance R.B. Multifocal intraocular lenses: Demands for surgical precision // Implants in Ophthalmol. – 1989. – Vol. 3, № 3. – P. 77-78.

182. Wallance R.B. Multifocal vision after cataract surgery // Curr. Opin. Ophthalmol.- 1998.- Vol. 9.- № 1.- P. 66-70.

183. Walkow L., Klemen U.M. Patient satisfaction after implantation of diffractive designed multifocal intraocular lenses in dependence on objective parameters // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.- 2001.- Vol. 2339.- № 9.- P.683-687.

184. Weghaupt H., Pieh S., Skorpik C. Visual properties of the foldable Array multifocal intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg.- 1996.- Vol. 22.- Suppl. 2.- PP. 1313-1317.

185. Zaldivar R., Shultz M.C., Davidorf J.M., Holladay J.T. Intraocular lens power calculation in patients with extreme myopia // J. Cataract Refract. Surg. – 2000. – Vol. 26, № 5. – P. 668-674.