

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МЕЖОТРОСЛЕВОЙ НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА» ИМЕНИ  
АКАДЕМИКА С.Н.ФЕДОРОВА» МИНИСТЕРСТВА  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

*На правах рукописи*

**СЕМАКИНА АННА СЕРГЕЕВНА  
ИМПЛАНТАЦИЯ ЭЛАСТИЧНОЙ ЗРАЧКОВОЙ  
ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ ПОСЛЕ  
ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ ПРИ  
ОБШИРНЫХ ДЕФЕКТАХ СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА  
ХРУСТАЛИКА**

14.01.07 - Глазные болезни

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

Доктор медицинских наук, профессор

Малюгин Борис Эдуардович

Москва 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....</b>	<b>5</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>	
1.1 Особенности техники хирургии катаракты у пациентов с нарушением связочного аппарата хрусталика.....	14
1.2 Инжекторные системы доставки ИОЛ.....	18
1.3 Выбор ИОЛ при дефектах связочного аппарата хрусталика...20	
1.3.1 Коррекция афакии интраокулярными линзами свнутрикапсульной фиксацией.....	21
1.3.2 Коррекция афакии интраокулярными линзами с фиксацией в зоне цилиарной борозды.....	22
1.3.3 Коррекция афакии интраокулярными линзами с фиксацией в углу передней камеры.....	25
1.3.4 Коррекция афакии интраокулярными линзами с фиксацией к радужке.....	26
1.3.5 Коррекция афакии интраокулярными линзами со смешанной фиксацией.....	29
1.3.6 Коррекция афакии интраокулярной линзой со зрачковой фиксацией.....	30
<b>Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ</b>	
2.1. Материал.....	38
2.2. Методы.....	43

<b>Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИМПЛАНТАЦИИ ЭЛАСТИЧНОЙ ЗРАЧКОВОЙ ИОЛ ЧЕРЕЗ МАЛЫЙ РАЗРЕЗ.....</b>	<b>50</b>
3.1. Результаты взаимодействия эластичной зрачковой ИОЛ с различными системами доставки.....	52
3.2. Требования к оптимальной системе доставки для эластичной зрачковой ИОЛ на основе анализа конструктивных особенностей систем доставки.....	57
<b>Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕКЦИИ АФАКИИ ЭЛАСТИЧНОЙ ЗРАЧКОВОЙ ИОЛ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ЕЕ ФИКСАЦИИ.....</b>	<b>61</b>
4.1 Разработка хирургического этапа имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ при подвывихе хрусталика.....	62
4.2 Анализ точности расчета ИОЛ. Расчет константы А при иридо-капсульной и ирис-фиксации.....	64
4.3 Результаты клинико-функциональных методов исследования и изменения толщины фовеолярной зоны сетчатки .....	75
4.3.1 Клинико-функциональные результаты.....	75
4.3.2 Результаты оценки толщины фовеолярной зоны сетчатки.....	93
4.4 Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ.....	96

4.4.1 Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ по данным УБМ (горизонтальное положение тела пациента).....	97
4.4.2 Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ по данным ОКТ (вертикальное положение тела пациента) .....	101
4.4.3 Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ по данным комплексной методики.....	106
4.4.4 Ротационная стабильность эластичной зрачковой ИОЛ в основной и контрольной группах.....	109
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>117</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>128</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....</b>	<b>130</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>131</b>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АГ** артериальная гипертензия
- АД** артериальное давление
- ВГД** внутриглазное давление
- ВКК** внутрикапсульное кольцо
- ГПК** глубина передней камеры
- Д** дистанция
- ИКФ** иридо-капсульная фиксация
- ИФ** ирис-фиксация
- ИОЛ** интраокулярная линза
- КЗМО** клинически значимый макулярный отек
- КОЗ** корригированная острота зрения
- НКОЗ** некорригированная острота зрения
- НПВС** нестероидные противовоспалительные средства
- ОКТ** оптическая когерентная томография
- пОКТ** оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза
- ПЗО** переднезадняя ось глаза
- ПММА** полиметилметакрилат
- ПЭК** плотность эндотелиальных клеток
- ПЭС** псевдоэкзофалиативный синдром
- СКМО** субклинический макулярный отек
- УБМ** ультразвуковая биомикроскопия
- ФЭК+ИОЛ** факоемульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ
- ЧСС** частота сердечных сокращений

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время общепризнанным стандартом хирургии катаракты является микроинвазивная факэмульсификация (ФЭ) с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ). Особую группу составляют пациенты с дефектами связочного аппарата хрусталика (Малюгин Б.Э., 2011). Сочетание подвывиха хрусталика и катаракты встречается чаще всего у пациентов с сопутствующими офтальмологическими заболеваниями (псевдоэкзофолиативный синдром, миопия высокой степени), травмой головы и глаза, перенесенными хирургическими вмешательствами в анамнезе, с сопутствующими соматическими заболеваниями (синдром Марфана, врожденные заболевания соединительной ткани). В связи с распространенностью несостоятельности связочного аппарата, стабилизация положения ИОЛ в послеоперационном периоде, снижение риска осложнений во время проведения факэмульсификации делают актуальным выбор оптимальной тактики хирургического вмешательства. Различные варианты устройств для стабилизации капсульного мешка в сочетании с применением современных факэмульсификаторов с контролем гидродинамических показателей позволяют провести этапы операции, связанные с удалением ядра хрусталика и кортикальных масс с сохранением капсульного мешка безопасно и контролируемо (Малюгин Б.Э., Головин А.В. 2009, Иошин И.Э., Егорова Э.В., Толчинская А.И., Виговский А.В. 2001). В случаях слабости связочного аппарата хрусталика не менее важен выбор ИОЛ, способной сохранить физиологическое положение в отдаленные сроки после операции.

Одной из моделей ИОЛ, обеспечивающей длительную и стабильную ее фиксацию в глазу, является эластичная зрачковая модель (РСП-3), разработанная в МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова группой ученых под руководством С.Н. Федорова, И.Э. Иошина и Э.В. Егоровой. Преимуществами данной модели являются: высокая

эластичность и гидрофильность материала (сополимера коллагена), атравматичность, особый двухплоскостной дизайн с широким задним гаптическим элементом, обеспечивающий стабильную фиксацию в области зрачка, сохранение диафрагмы между передним и задним отрезками глаза (Федоров С.Н., Аксенов А.О., Омиадзе М.Р. 1992, Иошин И.Э. 1998). Поскольку ИОЛ данной модели выполнена из эластичного материала, одним из перспективных направлений является разработка технологии ее имплантации через малый разрез. Существуют отдельные исследования введения эластичной зрачковой ИОЛ через разрез 2,2-2,4 мм при помощи инъекторной системы доставки (Фабрикантов О.Л., Кузьмин С.И. 2010, Белоноженко Я.В., Сорокин Е.Л. 2012, Агафонова В.В. 2013). Однако в доступной литературе нет ни одной публикации о проведении экспериментального сравнения различных систем доставки для введения данной ИОЛ через малый операционный доступ и для выбора наиболее оптимальной из них.

В исследованиях, имеющихся в литературе, есть данные о функциональных результатах использования эластичной зрачковой ИОЛ (Иошин И.Э. 1998, Белоноженко Я.В., Сорокин Е.Л. 2011), однако нет данных об изучении влияния данной модели на окружающие структуры глаза (роговица, радужка, сетчатка) с использованием современных диагностических методов (ультразвуковая биомикроскопия, оптическая когерентная томография, конфокальная микроскопия и др.). Кроме того, нет данных о ротационной стабильности эластичной зрачковой ИОЛ в послеоперационном периоде. Отсутствие данных о результатах наблюдения в отдаленном послеоперационном периоде ограничивает использование данной модели.

Еще одним преимуществом эластичной зрачковой модели является возможность иридо-капсульной фиксации (ИКФ) за счет наличия нескольких

опорных элементов, расположенных в разных плоскостях. В настоящее время нет ни одного исследования о функциональных результатах имплантации эластичной зрачковой ИОЛ через малый операционный доступ с помещением заднего опорного элемента ИОЛ в капсульный мешок.

Известно, что А-константа эластичной зрачковой ИОЛ модели РСП-3 была определена путем теоретических математических расчетов (Иошин И.Э., Егорова Э.В. 1998). Исходно данную модель ИОЛ предполагали использовать в случаях интракапсулярной экстракции катаракты или осложненной клинической ситуации, при грыже стекловидного тела, когда не было уверенности в стабильной фиксации заднекамерной ИОЛ в капсульном мешке либо цилиарной борозде. Позже, на фоне широкого применения факоемульсификации, в случаях осложненного его течения для имплантации эластичной зрачковой ИОЛ операционный разрез вынужденно расширяли до 4-5 мм и более. При таком разрезе рефракционный результат осложнял индуцированный роговичный астигматизм. Учитывая возможность инжекторной имплантации, ИКФ и ирис-фиксации (ИФ) данной модели ИОЛ в плановой хирургии, перспективным является оптимизация расчетов оптической силы эластичной зрачковой ИОЛ на основе анализа клинического материала, что позволит минимизировать послеоперационную рефракционную ошибку.

### **Цель исследования**

Разработать способ имплантации эластичной зрачковой ИОЛ после факоемульсификации при обширных дефектах связочного аппарата хрусталика



Для достижения указанной цели решали **задачи** в следующей последовательности:

1. В эксперименте изучить технологические особенности введения эластичной зрачковой ИОЛ через малый разрез при помощи различных инъекторных систем, а также определить требования к оптимальной системе доставки для введения данной модели ИОЛ.
2. Разработать хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ при подвывихе хрусталика.
3. На основе клинических рефракционных результатов рассчитать константу А эластичной зрачковой ИОЛ при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксаци.
4. На основании клинико-функциональных методов исследования и оптической когерентной томографии фовеолярной зоны сетчатки оценить результаты использования эластичной зрачковой ИОЛ при подвывихе хрусталика с иридо-капсульной фиксацией и с ирис-фиксацией.
5. Методами ультразвуковой биомикроскопии, оптической когерентной томографии и фотографирования переднего отрезка глаза оценить анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза и ротационную стабильность при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации эластичной зрачковой ИОЛ.

### **Научная новизна**

1. В эксперименте изучены технологические особенности имплантации эластичной зрачковой ИОЛ модели через малый разрез при помощи различных инъекторных систем, определены требования к оптимальной системе доставки для данной модели ИОЛ.

2. Разработан хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ.
3. На основании клинического материала произведен расчет константы А для эластичной зрачковой ИОЛ при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации.
4. Проведена оценка клинико-функциональных результатов использования эластичной зрачковой ИОЛ, в том числе с позиции изменения толщины фовеолярной зоны сетчатки и изменения плотности эндотелиальных клеток при различных вариантах фиксации.
5. На основе методов ультразвуковой биомикроскопии и оптической когерентной томографии описаны анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации эластичной зрачковой ИОЛ. Разработана методика оценки динамической стабильности эластичной зрачковой ИОЛ. Изучена ротационная стабильность эластичной зрачковой ИОЛ при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации в раннем и позднем послеоперационном периодах.

### **Практическая значимость**

1. Выявлено, что оптимальная система доставки для имплантации эластичной зрачковой ИОЛ должна соответствовать следующим требованиям: дизайн картриджа - «книжка», диаметр выходного отверстия картриджа соответствует операционному доступу 2,2 мм, края картриджа округлые (не имеют угла с внутренней стороны), плунжер выполнен из эластичного материала и заполняет весь просвет картриджа.
2. Разработан хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ, который позволяет сохранить

капсульный мешок и использовать его как опору с увеличенной эффективной площадью для двухплоскостной ИОЛ.

3. На основании клинического материала произведен расчет константы А для эластичной зрачковой ИОЛ при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации, которая составила для иридо-капсульной фиксации 117,2, а для ирис-фиксации-116,9.

4. Установлено, что иридо-капсульная фиксация эластичной зрачковой ИОЛ при коррекции афакии на фоне дефекта связочного аппарата хрусталика показала помимо большей динамической и ротационной стабильности, большие коэффициенты безопасности и эффективности, более стабильное внутриглазное давление, меньшую потерю эндотелиальных клеток, большую стабильность в показателях толщины фовеолярной зоны сетчатки, меньшее количество послеоперационных осложнений в сравнении с ирис-фиксацией.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Разработанная технология микроинвазивной факоемульсификации катаракты с имплантацией эластичной зрачковой ИОЛ посредством инъекторной системы доставки, включающая имплантацию внутрикапсульного кольца и иридо-капсульную фиксацию ИОЛ позволяет сохранить капсульный мешок и использовать его как опору для фиксации двухплоскостной ИОЛ.

2. Использование рекомендованной производителем А константы 118,2 не позволяет достичь рефракции цели. Средние значения А константы, рассчитанные для иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации двухплоскостной ИОЛ, составили соответственно 117,2 и 116,9.

3. Иридо-капсульная фиксация эластичной зрачковой ИОЛ обеспечивает высокие клиничко-функциональные результаты в раннем послеоперационном периоде и может являться альтернативным методом коррекции афакии у пациентов с дефектом связочного аппарата хрусталика

### **Апробация результатов исследования**

Основные положения диссертационной работы доложены на научно-клинических конференциях ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова», Москва (2017, 2019); конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии», Москва (2014, 2015, 2016, 2018); «X Съезд офтальмологов России», Москва (2015); конференциях «Федоровские чтения» (2014, 2017); «Катарактальная и рефракционная хирургия» (2014, 2018 ); «Новые технологии в офтальмологии», Казань (2019); ASCRS Congress (2015,2016, 2019).

### **Публикации**

По материалам исследования опубликовано 16 печатных работ, из них 4 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ. По теме диссертационной работы получено 2 патента РФ на изобретение (№ 2559177 от 09.06.2014 и № 2625781 от 16.06.2016).

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 156 машинописных листах и состоит из введения, обзора литературы, двух глав собственных исследований, заключения, выводов и практических рекомендаций. Работа иллюстрирована

20 таблицами и 28 рисунками. Библиографический указатель содержит 71 российских и 124 зарубежных источников.

Работа выполнена на базе отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» под руководством д.м.н. профессора Малюгина Б. Э.

Клинические исследования проводили при непосредственном участии заведующего отделением к.м.н. Пантелеева Е.Н. Оптическую когерентную томографию и ультразвуковую биомикроскопию проводили в отделе клинико-функциональной диагностики ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» МЗ РФ, выполняли с участием Письменской В. А., Мироновой Т.С., Моисеенко Г. Л., Узунян Д. Г. (зав. отделом д.м.н., проф. Шпак А. А.). Статистическую обработку данных проводили при участии зав. отделом информационных технологий ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» МЗ РФ к.т.н., Бессарабова А. Н.

### **Внедрение в практику**

Разработанные методики внедрены в практическую деятельность головной организации, Чебоксарского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России и научно-клиническую деятельность кафедры офтальмологии ФДПО ФГБОУ ВО «РНИМУ имени Н.И. Пирогова» Минздрава России.

## ГЛАВА 1.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

#### **1.1. Особенности техники хирургии катаракты у пациентов с нарушением связочного аппарата хрусталика**

Катаракта является основной причиной слепоты (51%) и одной из основных причин нарушения зрения (31%) в мире [140]. Ежегодно данная патология молодеет, а количество пациентов увеличивается. Большую роль играет активная позиция офтальмологов в отношении ранней хирургии катаракты на фоне повышения уровня безопасности хирургического лечения и улучшения качества ИОЛ, позволяющих не только восстановить прозрачность оптических сред, но и корректировать исходные недостатки оптики глаза. В год выполняется более 10 миллионов операций по поводу катаракты в мире. Вместе с тем, улучшение качества жизни, большое количество пациентов трудоспособного возраста и ужесточение требований к послеоперационным результатам делают необходимым постоянное усовершенствование технологического оснащения и техники проведения хирургии катаракты. В настоящее время «золотым стандартом» хирургии является факоэмульсификация и имплантация ИОЛ через малый разрез [12]. Данная технология позволяет достичь высоких клинических результатов, сокращает время реабилитации и делает рефракционный результат максимально предсказуемым. Важно отметить, что хирургия катаракты через малые разрезы обладает неоспоримым преимуществом в профилактике интраоперационных и послеоперационных осложнений по сравнению с хирургией больших разрезов (экстра- и интракапсулярная экстракция катаракты) [12, 18,34].

Однако если в стандартных клинических случаях катаракты существует единый алгоритм проведения операции, и наиболее оптимальным является имплантация заднекамерной эластичной ИОЛ, то в случае дефектов волокон цинновой связки хирург опирается на собственный опыт, предпочтения, существующие технические возможности и имеющееся оснащение [42]. Стабильность хрусталика обеспечивается за счет частично перекрещивающихся волокон поддерживающей его цинновой связки, которые прочно вплетаются в капсулу хрусталика и в передние слои стекловидного тела. Со стекловидным телом хрусталик прочно связан посредством связки Вигера, волокна которой также вплетаются как в капсулу хрусталика, так и в передние слои стекловидного тела [28]. Таким образом, формируется связочный аппарат хрусталика, по мнению некоторых авторов, связочно-капсулярный аппарат хрусталика, имеющий прочную связь со стекловидным телом [6]. Важно отметить, что дефект связочного аппарата хрусталика является следствием многих сопутствующих офтальмологических и общих заболеваний и состояний, таких как: псевдоэксфолиативный синдром, глаукома, аномалии рефракции, перенесенные офтальмохирургические вмешательства, травмы и контузии, синдром Марфана, Маркезани, гомоцистинурия, доминантная сферофакция, гиперлизинемия [12, 38]. Распространенность слабости волокон цинновой связки у пациентов с катарактой по данным различных авторов составляет 5-20% [46, 6]. Во время хирургии катаракты дефект связочного аппарата хрусталика приводит к риску ухода капсулорексиса, увеличения области разрыва волокон цинновой связки, люксации хрусталика в стекловидное тело, разрыва задней капсулы.

С целью уменьшения числа операционных осложнений авторами предложены модификации техники проведения факоэмульсификации и использование в ходе операции различных приспособлений для стабилизации капсульного мешка. Для контролируемого проведения

капсулорексиса рекомендуют начинать капсулотомию в секторе противоположном дефекту волокон цинновой связки и использовать капсульный пинцет с целью снижения давления на хрусталик [34]. Деликатным способом проведения капсулорексиса является фемтолазерная капсулотомия. Такой способ снижает тракционное воздействие на капсульную сумку, обладает предсказуемостью результата как по размеру, так и по расположению капсулотомии [108, 140].

Важным этапом в хирургии осложненных катаракт на фоне несостоятельности связочного аппарата хрусталика является гидродиссекция, которая позволяет отделить хрусталик от капсульного мешка, тем самым в дальнейшем уменьшить тракционное воздействие на связочный аппарат, снизить риск интраоперационного разрыва волокон цинновой связки. Многие авторы также рекомендуют дополнять гидродиссекцию вискодиссекцией [79, 6, 181].

Одним из самых распространенных методов стабилизации капсульного мешка служит имплантация внутрикапсульного кольца (ВКК) на различных этапах операции [18, 11, 13, 21, 22, 23, 17, 51, 96, 102, 111, 120, 40, 158]. ВКК расправляет мешок, распределяя центростремительную силу в зоне дефекта волокон цинновой связки на всю площадь связочного аппарата хрусталика, препятствует фиброзу капсулы в зоне лизированных волокон в послеоперационном периоде, снижает риск повреждения задней капсулы [20, 6, 79]. Отмечено, что ВКК целесообразно имплантировать при подвывихе хрусталика 1-2 степени, поскольку при большем дефекте связочного аппарата высока вероятность дислокации комплекса «ИОЛ + ВКК» в отдаленном послеоперационном периоде [12, 18, 20, 11]. Показаниями для использования ВКК, по мнению Малюгина Б.Э. и Головина А.В. (2009), являются случаи катаракты с дефектами связочного аппарата хрусталика протяженностью более 30° вследствие инволюционных повреждений, а также вследствие офтальмопатологии и системной дисплазии соединительной



ткани. Существуют противопоказания к использованию этого приспособления: повреждение капсульного мешка (исходное или интраоперационное), полный отрыв связок хрусталика с люксацией его в стекловидное тело, декомпенсированная глаукома, центральные помутнения роговицы (в связи с отсутствием визуального контроля) [12].

Для стабилизации хрусталика при проведении факоемульсификации большое распространение имеют ирис-капсульные ретракторы в виде крючков [36]. Изначально пластиковые ирис-ретракторы применяли для достижения интраоперационного мидриаза. Далее изменение конструкции (модификация в ирис-капсульные ретракторы) и адаптация техники позволили использовать их для стабилизации капсульного мешка в зоне дефектов цинновой связки [151, 6]. Современный дизайн этих приспособлений позволяет надежно фиксировать капсульный мешок, обеспечивая безопасность и предсказуемость проведения этапов факоемульсификации [90, 137, 158, 158, 37, 60]. Кроме стабилизации капсульного мешка, ирис-капсульные ретракторы обеспечивают до определенного предела гидродинамическую обособленность переднего отрезка глазного яблока, что препятствует попаданию ирригационного раствора в витреальную полость, приводящему к измельчению передней камеры [6]. При подвывихе 2 степени по рекомендациям многих авторов наиболее эффективным для стабилизации капсульного мешка является использование комплекса «ирис-капсульные ретракторы + ВКК» [15, 37, 23, 60, 90, 106, 140, 165, 177].

На этапе факоемульсификации ядра хрусталика для поддержания стабильности глубины передней камеры, снижения риска разрыва волокон цинновой связки, разрыва капсульного мешка авторами рекомендуется снижение показателей ирригации, вакуума и аспирации [6, 152]. Кроме того, благодаря комбинированному применению вискоэластиков различной плотности, достигается надежная защита эндотелия роговицы, поддержание

глубины передней камеры, восполнение объема капсульного мешка и деликатное отделение хрусталиковых масс в зоне дефектов волокон цинновой связки [36, 37, 6, 83].

При проведении этапа ирригации-аспирации несомненным преимуществом обладает бимануальная система, которая позволяет провести удаление кортикальных масс в зоне дефекта волокон цинновой связки максимально контролируемо и безопасно с поддержанием объема передней камеры и капсульного мешка. Рекомендуемая технология тангенциального удаления кортикальных масс позволяет избежать дальнейшего повреждения волокон связочного аппарата хрусталика, а также удалить кортикальные массы без вовлечения в процесс капсульного мешка [6].

Важным аспектом, учитывая слабость связочного аппарата хрусталика, является доставка ИОЛ в капсульный мешок. Актуальным является вопрос наиболее деликатной и предсказуемой имплантации ИОЛ.

## **1.2 Инжекторные системы доставки ИОЛ**

Прорыв в эволюции хирургии катаракты произошел в 1980-х годах, когда Thomas R. Mazzocco разработал первую складную ИОЛ [85]. Это новшество позволило имплантировать линзу без увеличения основного разреза более 3 мм [155]. Таким образом, стала актуальна разработка простых, безопасных и эффективных устройств для имплантации ИОЛ через относительно небольшой разрез [145, 154].

Имплантация эластичной ИОЛ через малый разрез включает следующие этапы:

- Складывание ИОЛ
- Помещение ИОЛ в картридж
- Движение ИОЛ в картридже за счет поступательного движения плунжера

- Выход ИОЛ из картриджа
- Расправление ИОЛ в глазу

Характеристики идеальной системы инъекторной доставки включают следующее [76]:

- Готовую к имплантации инъекторную систему, включающую картридж и инжектор
- Оптимизированная система доставки для разреза небольшого размера
- Плавное движение ИОЛ по устройству
- Отсутствие риска повреждения оптики или гаптики ИОЛ (за счет оптимального соотношения диаметра картриджа и плунжера)
- Плавный выход ИОЛ и расправление внутри глаза
- Удобное и эргономичное использование (за счет простоты и удобства конструкции и технологии имплантации)

Основное внимание уделяется тому, чтобы размеры, дизайн и толщина ИОЛ были совместимы с плунжером и картриджем.

Alan Crandall в своем выступлении на ASCRS (2008) обращал внимание на технологию имплантации ИОЛ. По его мнению, внедрение в клиническую практику универсальных инжекторов и картриджей позволяет, не нарушая архитектуры разреза, имплантировать интраокулярные линзы практически любой диоптрийности.

Чаще всего система доставки производится соответственно техническим характеристикам ИОЛ (например, инжекторы Monarch для ИОЛ семейства Acrysof, инжекторы Emerald для ИОЛ модели Tecnis и др.). Согласно современным тенденциям, наиболее актуальным становится производство ИОЛ, заранее вложенных в систему доставки. Это экономит время операции, обеспечивает прогнозируемый выход ИОЛ из картриджа [76].

Авторитетные хирурги отмечают ряд преимуществ инъекторной методики (уменьшение разреза, снижение риска послеоперационной

воспалительной реакцией благодаря отсутствию контакта ИОЛ с роговицей и конъюнктивой). Однако существуют модели ИОЛ, которые в силу жесткости материала допускают исключительно пинцетную технологию доставки [67, 48], что может ограничивать их использование.

### **1.3. Выбор ИОЛ при дефектах связочного аппарата хрусталика**

Несмотря на многообразие моделей интраокулярных линз, на сегодняшний день нет однозначного решения проблемы коррекции афакии в случае дефекта связочного аппарата хрусталика. Выбор модели ИОЛ и способа ее фиксации основывается на обширности дефекта волокон цинновой связки, возможности безопасно удалить кортикальные массы из капсульного мешка. Ряд авторов рекомендует удалять капсульный мешок уже при 1 степени подвывиха хрусталика во всех случаях, даже после успешной факэмульсификации в связи с неизбежным развитием в последующем послеоперационного фиброза капсулы и прогрессирующего лизиса волокон цинновой связки [6, 1, 171].

В то же время, современные данные об анатомо-топографическом строении хрусталика и стекловидного тела показывают достаточно прочную связь задней капсулы, связочного аппарата хрусталика с кортикальными слоями стекловидного тела [28]. Таким образом, удаление капсульного мешка неизбежно ведет к интраоперационной травматизации витреоретинального интерфейса. Авторами показан разный биохимический гомеостаз между задним и передним отделами глазного яблока, что обуславливает важность сохранения естественной диафрагмы в виде капсульного мешка при коррекции афакии [18].

Основной целью хирурга в ходе экстракции катаракты, осложненной дефектом связочного аппарата хрусталика, является минимизация хирургической травмы, а также коррекция афакии моделью ИОЛ, которая

обеспечит долгосрочную фиксацию, высокий клинико-функциональный результат и короткий реабилитационный период.

Далее представлены самые распространенные на сегодняшний день варианты коррекции афакии в случае дефекта связочного аппарата хрусталика и виды ИОЛ.

### **1.3.1 Коррекция афакии интраокулярными линзами с внутрикапсульной фиксацией**

Наиболее физиологичным положением ИОЛ, по мнению многих авторов, является фиксация в капсульном мешке [20, 13, 90, 72, 79, 15]. Такое расположение ИОЛ ограничивает контакт искусственного материала ИОЛ с реактивными структурами переднего отрезка глаза [6]. На сегодняшний день технически возможно имплантировать в капсульный мешок заднекамерную ИОЛ даже при обширном дефекте связочного аппарата хрусталика, однако в таком случае высока вероятность люксации комплекса «ИОЛ + капсульный мешок» в стекловидное тело в позднем послеоперационном периоде [56, 59, 13, 51, 15, 6, 171, 129, 15]. При подвывихах хрусталика 1-2 степени многие хирурги предпочитают дополнительно использовать имплантацию внутрикапсульного кольца [20, 15, 37, 23, 60, 90, 106, 140, 165, 177, 6]. Это способствует стабилизации капсульного мешка, достижению высоких клинико-функциональных результатов в раннем послеоперационном периоде. В то же время, согласно анализу отдаленных результатов послеоперационного периода после имплантации различных моделей ИОЛ с внутрикапсульной фиксацией и ВКК многие авторы отмечают увеличение частоты дислокации комплекса «ИОЛ+ВКК» до 0,2-2,8% от всех случаев дислокации, что требует отдельного хирургического вмешательства для репозиции комплекса с подшиванием или для удаления его с заменой на ИОЛ с другим типом фиксации [1, 36, 72, 79, 141, 54, 68, 68, 72, 120].

Существуют модификации ВКК [12, 90, 46, 102], отдельные сегменты и «якоря» с возможностью склеральной фиксации [6, 51, 181, 79, 182]. Однако такой способ не обеспечивает полную стабильность комплекса при дальнейшем лизисе волокон цинновой связки. Важно отметить, что не решен вопрос о долговечности шовного материала. Наиболее надежным вариантом швовой фиксации является нить из полипропилена 9,0, но и она может рассасываться через 7-14 лет [111]. Скорость разрушения данного материала зависит от ферментативных свойств склеральной ткани пациента, интенсивности ультрафиолетового облучения и места нахождения шва [12, 111, 132, 79, 85]. Более долговечным считается материал Gore-Tex (W.L. Gore & Associates, Elkton, Maryland, USA) [174,163,132,178], но он менее распространен и, что важно, не зарегистрирован для использования в офтальмологии [135]. Другие виды шовного материала не имеют достаточной доказательной базы, широкой доступности и убедительных долгосрочных результатов [24].

### **1.3.2 Коррекция афакии интраокулярными линзами с фиксацией в зоне цилиарной борозды**

Цилиарная борозда является наружной стенкой задней камеры глаза и граничит спереди с радужкой, сзади – с отростками цилиарного тела. Расположение цилиарных отростков становится определяющим при выборе фиксации ИОЛ в случаях повреждении задней капсулы или обширном дефекте связочного аппарата ИОЛ. Оптимальными анатомическими параметрами для имплантации ИОЛ в цилиарную борозду являются среднее положение цилиарных отростков, глубина задней камеры не менее 0,69 мм, а также диаметр окружности цилиарной борозды 11,78 мм по данным ультразвуковой биомикроскопии [40]. Были попытки размещения в цилиарной борозде моноблочных ИОЛ, однако массивность гаптических

элементов обуславливала дальнейшие осложнения увеального и геморрагического характера, а также риск дислокации ИОЛ [56, 24]. В то же время, техническая простота бесшовной фиксации ИОЛ в цилиарной борозде, сохранение диафрагмальной функции зрачка, предсказуемость рефракционного результата, возможность использовать все оптические преимущества современных заднекамерных ИОЛ и возможность имплантации через малый разрез ограничены требованиями к анатомическим параметрам цилиарной борозды для снижения риска прогнозируемых осложнений. Необходимо отметить, что в ряде случаев обширный дефект связочного аппарата хрусталика обнаруживают интраоперационно, когда при использовании рутинных методов дооперационной диагностики (чаще всего, биомикроскопия) не выявили слабости цинновой связки, а возможности выполнить ультразвуковую биомикроскопию для уточнения диагноза и определения показаний к фиксации ИОЛ в цилиарную борозду нет.

Учитывая возможную дислокацию ИОЛ, расположенных в цилиарной борозде, разработана шовная фиксация гаптических элементов. Такое положение обеспечивает хороший функциональный результат благодаря высокому качеству оптики, стабильной фиксации ИОЛ, отсутствию ограничения функционирования зрачка [2,4,5,47,60,72,91,102,111,142,194]. Шовная фиксация, чаще всего при помощи полипропиленовой нити, проводится как *ab interno*, когда игла с шовным материалом проходит из глаза наружу, так и *ab externo*, когда игла проводится снаружи внутрь чаще всего при помощи полипропиленовой нити. В связи с большей распространенностью полипропиленового шовного материала, авторы рекомендуют использовать шовные технологии, связанные именно с ним [174, 178]. Для шовной фиксации обычно используют изогнутые длинные иглы или прямые длинные иглы. Важно обратить внимание на воспалительные осложнения, связанные с наличием шовного материала в

глазу, с его деградацией, прорезыванием и последующей дислокацией ИОЛ [140, 145, 132]. Также многими исследованиями показано, что шовная цилиарная фиксация ИОЛ приводит к постоянному контакту опорных элементов с богато кровоснабжаемой тканью цилиарного тела, пигментному листку радужки, что приводит к воспалительным явлениям и вымыванию пигмента [38, 24, 116].

Одной из современных тенденций, набирающих популярность, является коррекция афакии путем имплантации трехчастной модели ИОЛ с транссклеральной фиксацией гаптических элементов в зоне цилиарной борозды [122, 28, 123, 158, 126]. Бесшовная фиксация достигается путем создания склеральных тоннелей [165, 113, 158, 116, 73, 171, 137, 183, 194, 152].

Хроническое субклиническое воспаление при шовной фиксации ИОЛ в цилиарной борозде встречается намного чаще, чем при фиксации ИОЛ в углу передней камеры и к радужке [91]. Поддержание хронической воспалительной реакции при шовной фиксации объясняет возникновение макулярных отеков частотой от 6,7% до 42,9%, в то время как они значительно меньше 5,7% - 22,2% в группе переднекамерных ИОЛ [140]. Одним из распространенных осложнений является офтальмогипертензия в отдаленном послеоперационном периоде, однако по данным многих авторов частота встречаемости сопоставима с таковой при имплантации заднекамерных ИОЛ внутрикапсульно [142].

При транссклеральном расположении гаптических элементов наблюдается дислокация ИОЛ у активных групп пациентов [12, 24], также риск дислокации ИОЛ с цилиарной фиксацией без склеральной фиксации намного выше, чем при транссклеральном размещении гаптических элементов [163,142]. Многие авторы отмечают несомненное преимущество бесшовной технологии размещения гаптических элементов, указывая на надежность, долговечность и малотравматичность данного способа фиксации



[73, 171, 137, 183, 194, 152, 132]. Большое количество авторских методик подшивания и размещения гаптических элементов в склере подчеркивает несовершенство каждого из них [24, 6, 171, 137, 183, 152, 132, 174].

Важно отметить, что ИОЛ с транссклеральной фиксацией требуют сложной хирургической техники, выполнения передней витрэктомии [24]. Хирургия в области цилиарного тела может привести к риску повреждения сосудистой ткани с последующими циклитическими реакциями, хориоретинальными кровоизлияниями и отслойкой сосудистой оболочки [96, 177, 132].

Батьковым Е.Н. (2010) предложена модель ИОЛ, обеспечивающая широкие возможности фиксации, в зависимости от степени поражения связочного аппарата хрусталика и капсульного мешка. Конструктивные особенности ИОЛ (моделей МИОЛ-23 и МИОЛ-24) позволяют использовать остатки капсульного мешка в качестве опоры, а четыре гаптических элемента, расположенных параллельно друг другу, дают возможность подшивать ИОЛ к склере в зоне разрыва волокон цинновой связки [6].

### **1.3.3 Коррекция афакии интраокулярными линзами с фиксацией в углу передней камеры**

При невозможности использования стандартной ИОЛ с внутрикапсульной фиксацией широкое распространение получили ИОЛ с фиксацией в углу передней камеры. Наиболее привлекательными характеристиками, по мнению авторов, является легкость имплантации таких моделей ИОЛ, короткий реабилитационный период и высокий клинико-функциональный результат, достигаемый уже в раннем послеоперационном периоде [123, 108]. Однако при таком выборе коррекции афакии требуется удаление капсульного мешка, расширение основного разреза, тщательное предоперационное обследование пациента на предмет противопоказания к

данному типу фиксации и определение необходимого размера и конструкции ИОЛ. Необходимым условием для имплантации переднекамерных ИОЛ является нормальная анатомия угла передней камеры и точное измерение диаметра роговицы [24, 26]. При большем размере ИОЛ относительно диаметра роговицы, в связи с постоянным давлением опорных элементов на задний эпителий роговицы, трабекулярную зону, поверхность радужки наблюдаются следующие осложнения: дистрофические изменения заднего эпителия роговицы, вторичная глаукома, увеит, рецидивирующая гифема, рецидивирующий кистозный макулярный отек [24, 77, 90]. В случае малого размера ИОЛ относительно диаметра роговицы, она приобретает излишнюю подвижность, также травмируя окружающие структуры глаза, особенно эндотелий роговой оболочки, вызывая быстро прогрессирующую ЭЭД роговицы [18, 179]. Некоторые авторы указывают на большую частоту сосудистых осложнений переднекамерных ИОЛ по сравнению с коррекцией афакии с трансклеральной фиксацией [179]. Несмотря на то, что современные модели в сравнении с предыдущими имеют оптимизированный дизайн и характеризуются лучшими функциональными результатами, проблемы послеоперационных увеитов и декомпенсации заднего эпителия роговицы остаются все так же актуальными [116]. Важно отметить, что при описанном расположении ИОЛ нарушается анатомо-топографическое соотношение в глазу, отсутствует диафрагма между передним и задним отделами глаза, что повышает риск воспалительных реакций и также может осложняться грыжей стекловидного тела [18].

#### **1.3.4 Коррекция афакии интраокулярными линзами с фиксацией к радужке**

Шовная фиксация заднекамерных ИОЛ к радужке часто применяется в осложненных случаях экстракции катаракты при отсутствии или

недостаточности капсульной поддержки, репозиции смещенной ИОЛ, вторичной имплантации ИОЛ. Данный метод фиксации технически проще, чем склеральная фиксация [6, 70, 116]. Сохраняется ограниченная диафрагмальная функция зрачка, обеспечивается высокий клинический результат в раннем послеоперационном периоде. Некоторые авторы указывают на меньшее число осложнений в случае фиксации ИОЛ к радужке в сравнении с переднекамерными ИОЛ и ИОЛ с трансклеральной фиксацией [116]. Существует множество авторских методик подшивания. Однако во многих случаях контакт с радужкой может приводить к дисперсии пигмента, ириту, атрофии радужки, пигментной глаукоме, прорезыванию швов с последующей дислокацией ИОЛ в полость стекловидного тела [6, 70]. Травматизация радужки во время хирургических манипуляций может приводить к нарушению гематоофтальмического барьера, что увеличивает риск экссудативно-воспалительной реакции, геморрагических осложнений [51].

Тем не менее существуют ИОЛ, которые изначально при коррекции афакии фиксируются в просвете зрачка или на поверхности радужки. В 1957г Binkhorst разработал ирис-клипс линзу. Эта модель ИОЛ имеет четыре дужки: оптическая часть и передние дужки находятся в одной плоскости, а две задние дужки- в другой плоскости. Вся оптическая часть располагается над зрачком. С.Н. Федоров разработал собственную модификацию ИОЛ Binkhorst, отличающуюся от исходной модели взаимно перпендикулярным расположением передних и задних опорных элементов. В 1970 г. Worst J. предложил авторскую модель ИОЛ в виде медальона [188]. Отличительной особенностью использования таких моделей ИОЛ является необходимость в большинстве случаев шовной фиксации в области зрачка. Ирис-клипс линзу можно применять в случаях, когда нет возможности сохранить капсульный мешок [38].

В настоящее время широко используют ИОЛ с захватом ткани радужки опорными элементами, напоминающими по форме клешню краба, которые можно размещать в передней или задней камере [73]. Фиксация осуществляется за счет прорезей в дистальных концах ИОЛ с ущемлением в них радужки. Недостатком данной фиксации является динамический контакт с эндотелием в ряде случаев [6], раздражение сосудистой части радужки и, как следствие, увеит [90, 77, 108, 34, 178]. Многие авторы указывают на преимущества ретропуппилярной фиксации данной модели ИОЛ: более стабильное положение, снижение частоты осложнений, особенно связанных с потерей эндотелиальных клеток [123, 79, 178, 111, 24, 63, 73, 120, 123]. Существенное количество послеоперационных осложнений, таких как, отек роговицы, отслойка сетчатки, офтальмогипертензия, авторы объясняют исходно осложненной клинической ситуацией [111]. При ретропуппилярном типе фиксации авторы отмечают следующие осложнения: кровоизлияния при проведении базальной иридэктомии, травма радужки при фиксации гаптических элементов, дислокация ИОЛ и необходимость рефиксации гаптических элементов [24]. Некоторые авторы указывают на отсутствие необходимости в базальной иридэктомии при проведении ретропуппилярной фиксации [111]. В 2015 году, Forlini M. с соавторами опубликовал ретроспективный анализ долгосрочного наблюдения за ретропуппилярной имплантацией «ирис-кло» ИОЛ у 320 пациентов и сделал вывод, что осложнения, связанные с ретропуппилярной имплантацией, были минимальными. Nara S. и соавт. сравнивали результаты имплантации ирис-кло ИОЛ с ретропуппилярной фиксацией и ИОЛ с транссклеральной шовной фиксацией [113, 123]. Они показали, что первый метод имел более низкую частоту осложнений (а именно, декомпенсация ВГД), более быстрое послеоперационное восстановление остроты зрения, а хирургические манипуляции занимали меньше времени.

Модель Artisan Aphakia AC250 (Ophtec, Нидерланды) является наиболее часто используемой моделью ирис-кло ИОЛ для коррекции афакии. Эта ИОЛ изготовлена из жесткого материала (полиметилметакрилата) и имеет общий диаметр 8,5 мм и ширину 5,4 мм, что требует увеличение операционного доступа до 5,4мм. Однако имплантация через склеральный разрез уменьшает вероятность развития послеоперационного астигматизма и повышает клиничко-функциональные результаты [79]. Кроме того, существует эластичная модель ИОЛ (Artiflex, Ophtec, Нидерланды), позволяющая произвести имплантацию через инжектор, используя доступ 3,2 мм. Но за счет эластичности, данная модель ИОЛ нестабильна и требует дополнительной шовной фиксации, а также ограничивает диафрагмальную функцию зрачка [38, 24].

Менее распространенные модели ИОЛ (Binderflex, «Гимнаст») требуют проведение иридэктомий для бесшовной фиксации гаптических элементов [51,173].

Техническая простота выполнения имплантации ИОЛ с бесшовной фиксацией к радужке и быстрота проведения операции обуславливают преимущество использования данных моделей и объясняют, по данным некоторых авторов, меньшее количество геморрагических и воспалительных осложнений по сравнению с имплантацией ИОЛ со склеральной фиксацией [123, 93].

### **1.3.5 Коррекция афакии интраокулярными линзами со смешанной фиксацией**

В случаях дефекта связочного аппарата или при отсутствии капсульной поддержки, в том числе при разрыве задней капсулы, хирурги нередко используют смешанный тип фиксации, когда оптический и гаптический элемент имеют разные точки опоры.

Чаще всего одной из структур опоры являются остатки капсульного мешка, т.к. это ареактивная структура.

Иридо-капсульная фиксация была предложена Струсовой Н.А. и соавторами (1984) для ИОЛ Фёдорова–Захарова «Спутник» с модификацией гаптических элементов [56]. Такой вариант фиксации обеспечивает сохранность капсульного мешка, стабилизирует имплант, сохраняет разобщенность переднего и заднего отрезков глаза в случае слабости волокон цинновой связки.

Одним из вариантов выбора коррекции афакии заднекамерными ИОЛ в случае дефекта связочного аппарата хрусталика является размещение гаптических элементов трехчастной ИОЛ в цилиарной борозде, оставляя оптический элемент в капсульном мешке, однако по данным авторов в некоторых случаях такой тип фиксации приводит к дисперсии пигмента с последующим развитием ирритации радужки и пигментной глаукомы [148,97,98,99].

Одной из моделей ИОЛ для смешанного типа фиксации является эластичная зрачковая ИОЛ.

### **1.3.6 Коррекция афакии эластичной зрачковой интраокулярной линзой**

Для коррекции афакии в случаях обширного дефекта связочного аппарата хрусталика или при отсутствии капсульной поддержки Иошиным И.Э. и соавторами была разработана двухплоскостная ИОЛ (1998). Данная ИОЛ изготовлена из материала сополимера коллагена и состояла из оптического цилиндра диаметром 3,2 мм и двух параллельных гаптических элементов: переднего с усеченными краями, диаметром 6 мм и заднего, длиной 11 мм, толщина заднего гаптического элемента была 0,2 мм. ИОЛ выполнена по типу ирис-клипс линзы с использованием принципа адгезии к

передней поверхности радужки и к передней гиалоидной мембране. Однако клинические исследования, подтверждающие факт адгезии, проведены не были. Далее конструкцию ИОЛ изменили в пользу уменьшения удельного веса, толщины заднего гаптического элемента (до 0,12мм) и уплощения переднего гаптического элемента. Такая ИОЛ была зарегистрирована в реестре МНТК МГ как модель КГ-1.

Отличительной особенностью данной модели ИОЛ в коррекции афакии является материал сополимер коллагена, который был разработан для офтальмологической практики в МНТК МГ в 1989 году [64]. Материал сополимер коллагена обладает высокой гидрофильностью, эластичностью и биосовместимостью. На основе сополимера коллагена были созданы антиглаукомные дренажи, искусственная радужка и различные модели интраокулярных линз. Материал представляет собой графт-блок сополимера коллагена 2-3 типа с мономерами акрилового ряда [28]. Сетчатая структура определяет его прочность и гидролитическую стабильность. Дополнительные внутримолекулярные и межмолекулярные связи обеспечивают ферментативную прочность материала, коэффициент набухания остается неизменным во времени.

После разработки первых ИОЛ из данного материала, Омиадзе М.Р. и соавторами (1992) были проведены основные исследования как самого материала, так и ИОЛ, изготовленных из него. Сополимер коллагена сравнивали с полиметилметакрилатом и силиконом. Меньший удельный вес сополимера коллагена (1,14) по сравнению с ПММА (1,18) и высокая гидрофильность обеспечивает малую травматичность ИОЛ для окружающих структур глаза. Клинические экспериментальные исследования показали отсутствие иммуногенности и токсичности. На всем протяжении ИОЛ одинаково прозрачна, обладает высокой светопропускаемостью (96-98%). Благодаря высокой степени удлинения (190%) после прохождения через инжектор методом электронной микроскопии повреждений ИОЛ выявлено

не было [38]. Одним из важных преимуществ сополимера коллагена является адгезия к окружающим тканям. Это свойство было использовано для имплантации заднекамерной модели ИОЛ в форме диска на остатки капсульного мешка и передний гиалоид [18]. Однако в долгосрочной перспективе наблюдалось смещение ИОЛ в стекловидное тело в связи с нестабильностью такого типа фиксации, большим удельным весом материала ИОЛ, чем удельный вес стекловидного тела, а также изменением строения стекловидного тела с возрастом. При нестабильном положении заднекамерной коллагеновой ИОЛ был установлен симптомокомплекс малых признаков воспаления в послеоперационном периоде: диспигментация радужки, преципитаты на ИОЛ и эндотелии роговицы с последующим развитием пигментной глаукомы [28]. В то же время указывалось, что дислокацию ИОЛ наблюдали в случае большого размера капсулорексиса, излишней эластичности ИОЛ и прогрессирующего лизиса волокон цинновой связки [149], тогда как в неосложненном послеоперационном периоде заднекамерные ИОЛ из сополимера коллагена имели преимущество в радиусе кривизны, благодаря которому удавалось достичь плотного прилегания к задней капсуле, предотвращая прорастание в центральную оптическую зону эпителиальных клеток из экваториальной ростковой зоны капсульного мешка [38]. Однако такие ИОЛ были более толстыми и объемными в связи с низким коэффициентом преломления.

Положительные свойства сополимера коллагена такие как: гидрофильность, эластичность, биосовместимость, малая травматичность особенно актуальны для ирис-фиксации ИОЛ, когда нарушенный биохимический гомеостаз между передней и задней камерами глаза и изначально осложненная клиническая ситуация предполагают высокий риск послеоперационной воспалительной реакции. Кроме того, фиксация за счет двух плоскостей обеспечивает стабильное положение ИОЛ и, благодаря большой площади заднего гаптического элемента, поддерживает



анатомическое положение стекловидного тела, препятствуя смещению его кпереди и развитию тракционного синдрома [18].

Расчет оптической силы ИОЛ КГ-1 производили по таблице расчета Ивашиной А.И. (1981г), прибавляя 3 диоптрии, в также используя формулу SRK, где учитывали А-константу 117,9, длину передне-задней оси глаза (ПЗО), среднюю кератометрию. Также были разработаны перфорированные модификации «float-1» и «float-2» для подшивания к радужке, обеспечивающие капиллярный ток внутриглазной жидкости, но они не получили распространения [18]. В настоящее время ИОЛ КГ-1 в модифицированном виде выпускается на производстве ООО «НЭП МГ» как эластичная зрачковая ИОЛ модели РСР-3 и имеет следующие технические характеристики:

- передний гаптический элемент, диаметр- 6мм
- задний гаптический элемент, длинник- 10 мм
- оптический цилиндр, диаметр- 3,2 мм
- А-константа, заявленная производителем 118,2
- оптическая сила – от +1 до +40 с шагом в 1,0 Д
- показатель преломления 1,43

Не найдено публикаций по точности предоперационного расчета оптической силы ИОЛ КГ-1 и РСР-3. Учитывая, что данные константы были присвоены при производстве данной модели, возможно, их рассчитывали на основе математического моделирования. Анализа прогнозируемости рефракционного результата использования данной константы на основе клинического материала мы не нашли.

Современный дизайн эластичной зрачковой двухплоскостной ИОЛ теоретически обеспечивает две плоскости, граничащие с передней поверхностью радужки и передней гиалоидной мембраной стекловидного тела. В случае отсутствия стекловидного тела ИОЛ располагается в

авитреальном глазу по типу ирис-клипс линзы с дополнительной шовной фиксацией по типу «медальон» или с ушиванием сфинктера зрачка, т.к. теряет опору в зоне переднего гиалоида. Согласно рекомендациям Иошина И.Э., реакция зрачка 2-3 степени служит показанием для наложения шва либо на радужку с фиксацией гаптического элемента, либо в области сфинктера зрачка, ограничивая его функцию [18].

Изначально эластичную зрачковую ИОЛ использовали в случаях интракапсулярной и экстракапсулярной экстракции катаракты, технически имплантацию осуществляли пинцетом. Обязательным условием при имплантации эластичной зрачковой ИОЛ служит выполнение иридэктомии. Учитывая большую площадь задней гаптической поверхности ИОЛ, рекомендовано выполнение двух иридэктомий для снижения риска их перекрытия. С одной стороны, это служит профилактикой зрачкового блока, с другой – ограничивает ток жидкости через зрачок, тем самым ускоряя адгезию ИОЛ к радужке. При отсутствии переднего гиалоида Иошин И.Э. и соавторы (1998) рекомендуют накладывать во всех случаях либо узловый шов максимально близко к зрачковому краю, либо фиксировать ИОЛ на 12 часах по типу «медальон», используя шовный материал нейлон 10,0 [18]. Одним из недостатков данной модели ИОЛ является ограничение диафрагмальной функции зрачка. Однако важно отметить, что снижение функции зрачка у пациентов с катарактой старше 60 лет встречается в 40 – 85% случаев, в сочетании с глаукомой – в 17-76%, при псевдоэксфолиативном синдроме – 40-65%, сахарном диабете – 67-89% [51]. Таким образом, существует достаточно большая группа пациентов, у которой послеоперационный мидриаз не превышает 5 мм, что позволяет имплантировать эластичную зрачковую ИОЛ без ушивания зрачка или шовной фиксации ИОЛ. Благодаря эластичности материала, ИОЛ стало возможным имплантировать посредством инъекторной системы доставки через разрез 2,2 мм [6, 63].

Белоноженко Я.В. и соавт. (2012) предложили использовать эластичную зрачковую ИОЛ путем введения через разрез 2,2 мм при помощи картриджа. В данном исследовании, включающем пациентов с возрастной катарактой и 1-й степенью подвывиха хрусталика, описаны преимущества имплантации эластичной зрачковой ИОЛ через малый операционный доступ: быстрое восстановление зрительных функций, отсутствие послеоперационного астигматизма, стабильность положения ИОЛ в послеоперационном периоде [6, 42].

Фабрикантов О.Л. и соавт. (2010) предложили имплантировать эластичную зрачковую ИОЛ через самогерметизирующийся разрез 2,2 мм. Задний гаптический элемент линзы укладывается в картридж-книжку, заполненный предварительно вискоэластиком. Надавливая на переднюю гаптическую часть, сгибают линзу вдоль картриджа, заправляют ее в картридж и имплантируют в переднюю камеру глаза. Авторы обращают внимание на использование системы доставки с плунжером, заполняющим весь просвет картриджа, что позволяет избежать деформации ИОЛ. В исследовании на 9 пациентах авторы получили положительные функциональные результаты и низкий индуцированный астигматизм [43].

Агафонова В.В., Чубарь В.С. и соавт. (2013) также предложили способ имплантации ИОЛ РСР-3 посредством картриджа. Авторы особо отметили необходимость наличия мягкого плунжера, заполняющего весь просвет картриджа. По мнению исследователей, выполнение данного условия дает возможность имплантировать эластичную зрачковую ИОЛ через системы доставки, подходящие под разрез 1,80-2,75 мм [44]. Однако в литературе нет публикаций по исследованиям успешности имплантации и клинико-функциональных результатов ИОЛ различной диоптрийности.

Кроме того, нет ни одной публикации о проведении экспериментального сравнения различных инъекторных систем доставки для введения эластичной зрачковой ИОЛ через малый операционный доступ с целью

поиска наиболее надежных и оптимальных из них. Подбор картриджа и инжектора хирургами осуществлялся эмпирически, исходя из собственного опыта и размеров ИОЛ.

Таким образом, применение эластичной зрачковой ИОЛ перспективно при дефектах связочного аппарата хрусталика. Благодаря гибкости материала, возможна ее имплантация посредством инжекторной системы доставки, в связи с этим актуально определение требований к системе доставки, обеспечивающей безопасность и предсказуемость выведения ИОЛ. Современные данные об анатомии связочного аппарата хрусталика, капсульного мешка и передних слоев стекловидного тела обуславливают важность сохранения капсульного мешка. Двухплоскостная конструкция, гибкость гаптических элементов ИОЛ дают возможность иридо-капсульной фиксации ИОЛ, что требует разработки хирургического этапа. В связи с тем, что константу А рассчитывали методом математического моделирования и применяли ИОЛ в случаях интракапсулярной экстракции катаракты, наличие роговичного шва осложняло оценку рефракционных данных. Применение эластичной зрачковой ИОЛ в условиях микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией при помощи инжекторной системы доставки с иридо-капсульной и ирис-фиксацией позволяют оценить точность расчета ИОЛ по рекомендованной константе на основе клинического материала. Иридо-капсульная фиксация ИОЛ позволяет сохранить исходную разобщенность переднего и заднего отрезков глаза. Учитывая неоднозначные данные относительно необходимости сохранения капсульного мешка, важным стало изучить клиническо-функциональные результаты и изменение толщины центральной зоны сетчатки в зависимости от типа фиксации эластичной зрачковой ИОЛ. В литературе описана некоторая подвижность данной модели ИОЛ при ирис-фиксации, что обуславливает рекомендации по проведению двух базальных иридэтомий во взаимноперпендикулярных меридианах и предполагает вымывание пигмента. С учетом возможного

иридо-капсульного варианта фиксации стало актуально изучить ротационную стабильность ИОЛ при обоих вариантах фиксации с определением оптимального количества коллоидов. В связи с предполагаемым контактом данной модели ИОЛ с радужкой и цилиарным телом, фиксацией с сохранением капсульного мешка, важным стало изучение анатомо-топографических особенностей переднего отрезка глаза после операции. Несмотря на то, что эластичная зрачковая модель ИОЛ используется с 90-х годов, интеграция ее в условия микроинвазивной фактоэмульсификации катаракты с сохранением капсульного мешка требует изучения описанных проблем.

## ГЛАВА 2.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

#### 2.1. Материал

В эксперименте использовали 125 ИОЛ модели РСП-3 (ООО «НЭП Микрохирургия глаза», Россия) 26,0 дптр.

С целью улучшения визуализации исследуемых явлений все используемые в данной работе ИОЛ окрасили трипановым синим (рисунок 1) путем помещения в сбалансированный солевой раствор BSS (Alcon, США) с добавлением 2,0 мл 0,05% раствора трипанового синего (Оптимер, Россия) сроком на 1 сутки.

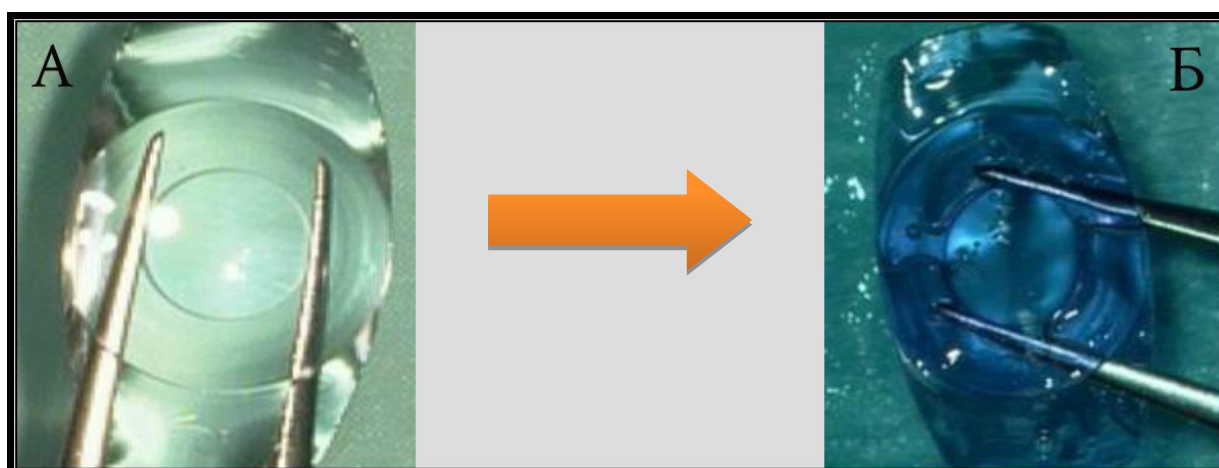


Рисунок 1 – окрашивание ИОЛ модели РСП-3 трипановым синим

Использовали и сравнивали следующие системы доставки ИОЛ. Наиболее используемые в ФГАУ МНТК МГ:

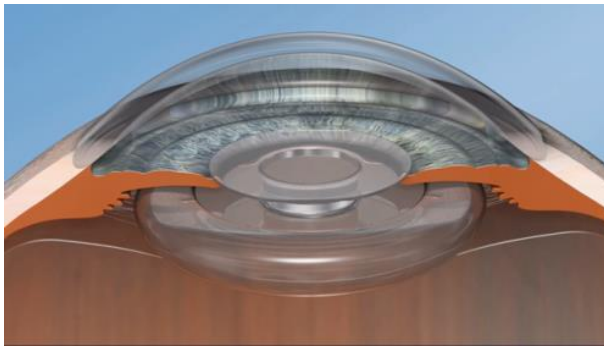
- инжектор Monarch II + картридж В (Alcon, США) под разрез 3,0 мм;
- инжектор Monarch II + картридж С (Alcon, США) под разрез 2,5 мм;
- инжектор Viscoject-eco (Medicel, Швейцария) под разрез 2,2 мм;
- инжектор Softject 2.2P (Hanita, Израиль) под разрез 2,2 мм;

- инжектор Viscoject 1,8 (Medicel, Швейцария) под разрез 1,8 мм;

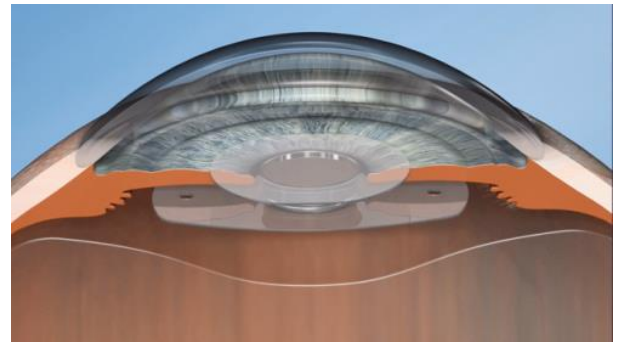
Все действия выполняли под операционным микроскопом Ormi Visu 210 (Zeiss, Германия) с увеличением от 4,9 до 29,1 крат. Для имплантации использовали вискоэластик на основе метилцеллюлозы Визитон-ПЭГ (ООО «НЭП Микрохирургия глаза», Россия). Для имплантации ИОЛ в картриджи В и С использовали специальный пинцет для установки ИОЛ М370D (Медин-Урал, Россия), в остальных случаях применяли пинцет шовный изогнутый М306.3D (Медин-Урал, Россия).

В рамках клинического исследования отбор пациентов осуществляли сплошным методом в период с августа 2014 года по август 2017 года.

Исследование проводили на 100 глазах 100 пациентов, у которых в предоперационном или интраоперационном периоде был выявлен подвывих хрусталика второй степени по классификации Паштаева Н.П. (1986). Всем пациентам провели факоемульсификацию с имплантацией эластичной зрачковой ИОЛ. Показанием к имплантации эластичной зрачковой ИОЛ была афакия после факоемульсификации на фоне сохранного капсульного мешка и переднего капсулорексиса при вторичном ограничении мидриаза. Относительными противопоказаниями были: травматический мидриаз и возраст менее 60-ти лет при полноценной диафрагмальной функции зрачка. Основную группу составили пациенты с иридо-капсульной фиксацией эластичной зрачковой ИОЛ (60 глаз), контрольную группу – с ирис-фиксацией (40 глаз) (рисунок 2).



А



Б

А- иридо- капсульная фиксация эластичной зрачковой ИОЛ

Б- ирис-фиксация эластичной зрачковой ИОЛ

Рисунок 2— Схематическое изображение иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации эластичной зрачковой ИОЛ

Распределение пациентов по полу и возрасту отражены в таблице 1.

Таблица 1 — Распределение пациентов по полу и возрасту

	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=40)
Мужчины, чел (%)	37 (60)	16 (40)
Женщины, чел (%)	23 (40)	24 (60)
Средний возраст, М ±σ (лет)	70,45± 10,56	75,88± 10,19

Пациенты распределены неравномерно в группах по полу, однако нет литературных данных о влиянии пола на развитие подвывиха хрусталика 2 степени, на наличие сопутствующей патологии и предпочтение относительно вида коррекции афакии. Таким образом, очевидно, распределение по полу не влияет на статистическую обработку результатов. По возрасту в обеих группах пациенты были сопоставимы. В основной группе возраст пациентов составил 70,45± 10,56 (от 29 до 90) лет, в контрольной – 75,88± 10,19 (от 29 до 92) лет



Во всех случаях наблюдали одну или несколько сопутствующих патологий (таблица 2). У всех пациентов в предоперационном периоде ВГД находилось в пределах нормальных значений.

Таблица 2 – Распределение пациентов по сопутствующей офтальмопатологии и хирургическим вмешательствам

	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=40)
Псевдоэксфолиативный синдром, чел (%)	56 (93,3)	37 (92,5)
Глаукома (первичная открытоугольная, псевдоэксфолиативная), чел (%)	31 (51,7)	24 (60,0)
Лазерная иридэктомия в анамнезе, чел (%)	9 (15,0)	5 (12,5)
МНГСЭ в анамнезе, чел (%)	21 (35,0)	8 (20,0)
Миопия высокой степени, чел (%)	17 (28,3)	10 (25,0)
Сочетание двух и более сопутствующих патологий, чел (%)	37 (61,7)	29 (72,5)

Пациенты были сопоставимы по характеру и частоте сопутствующей патологии в обеих группах. Превалирующей сопутствующей патологией был псевдоэксфолиативный синдром. Это подтверждает его прочную связь с развитием подвывиха хрусталика, кроме того, во многих случаях он стал причиной возникновения глаукомы. Большая часть пациентов была компенсирована на гипотензивных препаратах, части пациентов удалось стабилизировать ВГД при помощи лазерной иридэктомии. У некоторых пациентов в дооперационном периоде была проведена микроинвазивная непроникающая глубокая склерэктомия. Между хирургическими вмешательствами по поводу глаукомы и факоэмульсификацией катаракты временной промежуток был не менее 1 месяца.

Результаты предоперационной диагностики представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты клинико-функциональных методов исследования

	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=40)
НКОЗ	0,09±0,10 (0,01 – 0,60)	0,14±0,17 (0,001 – 0,70)
КОЗ	0,20±0,17 (0,01 – 0,8)	0,30±0,28* (0,001 – 1,0)
ВГД (мм рт ст)	18,17±3,79 (8,00 – 24,00)	18,23±3,81 (11,00 – 25,00)
Роговичный астигматизм (ДПТР)	-0,86 ±0,78 (-4,50 – +0,50)	-1,03 ±0,91** (-4,0 – +1,25)
ГПК	3,20±0,73 (1,76 – 4,75)	3,38±0,76 (2,0 – 4,87)
ПЗО	23,98±1,52 (21,14 – 29,33)	23,80±1,68 (21,30 – 30,31)

\*p <0,05 (основная группа-группа сравнения)

\*\* p <0,01 (основная группа-группа сравнения)

Достоверные отличия между группами наблюдали в показателях скорректированной остроты зрения и роговичного астигматизма. Такие различия в скорректированной остроте зрения объясняются включением в контрольную группу отдельных пациентов со светоощущением. Исходный роговичный астигматизм не влиял на статистическую обработку результатов, т.к. сравнивали изменения в каждой конкретной группе.

Плотность эндотелиальных клеток в основной группе составила 2243,21±372,80 (1431 – 2984) кл/мм<sup>2</sup>, в контрольной группе 2095,50±483,83 (1137 – 2590) кл/мм<sup>2</sup> (p>0,05).

Для оценки предсказуемости рефракционного результата и расчета А-константы при иридо-капсульной и ирис-фиксации проанализированы результаты операций по поводу катаракты, выполненных на 333-х глазах у 333-х пациентов. Группу с иридо-капсульной фиксацией составили пациенты основной группы клинического исследования (60 пациентов). Группа с ирис-фиксацией ИОЛ представлена пациентами контрольной группы и дополнена результатами случайной выборки из электронной учетной базы МНТК МГ случаев имплантации эластичной зрачковой ИОЛ после факэмульсификации катаракты без сохранения капсульного мешка. Группу составили 273 пациента (273 глаза). Средний возраст на момент операции составил  $74 \pm 11$  (от 17 до 92) год, 137 женщин и 136 мужчин.

Для оценки анатомо-топографических особенностей переднего отрезка глаза при иридо-капсульной фиксации использованы данные УБМ 23-х пациентов (23 глаза), при ирис-фиксации – 14-ти пациентов (14 глаз), а также данные ОКТ при иридо-капсульной фиксации 25-ти пациентов (25 глаз), при ирис- фиксации – 18-ти пациентов (18 глаз). Для оценки динамического положения ИОЛ анализировали данные 11-ти пациентов основной и 9-ти пациентов контрольной групп, которым была проведена диагностика, включающая и УБМ, и ОКТ.

## **2.2. Методы**

В ходе эксперимента производили по 10 попыток проведения ИОЛ через каждую систему доставки с оценкой целостности линзы под микроскопом. Также под микроскопом проводили сравнительное изучение картриджей и инжекторов указанных систем доставки.

В ходе клинического исследования до операции у каждого пациента был проведен тщательный сбор анамнеза с выявлением сопутствующей патологии и перенесенных офтальмохирургических вмешательств.

У части пациентов подвывих хрусталика был выявлен в ходе предоперационной биомикроскопии, в остальных случаях в связи с псевдоэксфолиативными изменениями зрачка степень повреждения связочного аппарата хрусталика более точно определяли интраоперационно после достижения максимального мидриаза, согласно методике, предложенной Йошиным И.Э. [20]: до капсулорексиса проводили пробу шпателем на предмет подвижности хрусталика и определения зоны слабости цинновой связки, протяженности ее дефекта.

Перед операцией всем пациентам проводили визометрию, авторефкератометрию, тонометрию, ультразвуковое А- и В-сканирование, в случае дооперационного выявления подвывиха хрусталика – подсчет эндотелиальных клеток.

Расчет ИОЛ проводили по формуле MIKOF ALF (МНТК «Микрохирургия глаза») на эмметропию, в ряде случаев у пациентов с миопией в анамнезе рассчитывали ИОЛ на остаточную миопическую рефракцию.

### *Предоперационная подготовка*

Всем пациентам проводили осмотр анестезиолога с контролем жизненных показателей (ЧСС, АД). При необходимости, назначали дополнительную гипотензивную терапию. Перед операцией производили 2-х кратную инстилляцию комбинированного мидриатика (Phenylephrine 0,5%+ Tropicamide 0,08%) с интервалом 15 минут.

Экстракцию катаракты начинали после анестезиологической подготовки, которая включала премедикацию анальгетиком центрального действия, антигистаминным препаратом (димедрол, супрастин) и НПВС (кеторол, кеторалак). Дозировки препаратов определяли в соответствии с возрастом, весом и эмоциональным состоянием пациента. Наблюдение за гемодинамикой и сердечной деятельностью больного осуществляли с

помощью монитора Infiniti Delta (Drager), который контролировал частоту пульса, уровень АД и насыщение крови кислородом.

Всем пациентам проводили акинезию по Ван-Линту (р-р лидокаина 2%) - 5 мл, а также трехкратно инстиллировали 0,4% раствор инокаина.

### *Ход операции*

После 2-х кратной обработки операционного поля 0,5% раствором хлоргексидина (параорбитальная область, веки, ресницы) накладывали металлический векорасширитель. Производили парацентезы шириной 0,8мм на 3 и 9 часах. В переднюю камеру водили дисперсный (Viscot, Alcon, США) и когезивный (Provisc, Alcon, США) вискоэластики. Далее проводили тоннельный роговичный разрез шириной 2,2 мм на 10 часах, после чего пинцетом проводили круговой непрерывный передний капсулорексис диаметром 5,5-6 мм. В 50 случаях (50%) хрусталик фиксировали при помощи ирис-капсульных ретракторов (ЭТП «Микрохирургия глаза», Россия) за край капсулорексиса (рисунок 3). Гидродиссекцию и гидроделинеацию проводили с учетом слабости связочного аппарата хрусталика без излишнего давления, используя мелкие порции жидкости и метод «push»-движения жидкости. Факоэмульсификацию выполняли на приборе Infiniti (Alcon, USA), методику выбирали в зависимости от плотности хрусталика (рисунок 4), ирригационно-аспирацию проводили бимануально с учетом наличия повреждения волокон цинновой связки (рисунок 5). Переднюю камеру наполняли вискоэластиком.

В случае сохранения капсульного мешка (основная группа) следующий этап операции проводили по предложенной методике. В контрольной группе операцию проводили по методике, предложенной Белоноженко Я.В. [42], когда капсульный мешок удаляли капсульным пинцетом, а ИОЛ имплантировали инъекторным методом, размещая задний гаптический элемент за радужкой, передний – на ее передней поверхности. В случае

грыжи стекловидного тела, витреотомом 23 G проводили переднюю витрэктомию.

В обеих группах дальнейший ход операции был одинаковым. Вводили внутрикамерно миотик (Miochol-E, Bausch & Lomb, Rochester, NY) в переднюю камеру. Витреотомом 23 G выполняли иридэктомию вне зоны расположения заднего гаптического элемента (ориентиром служили срезы на переднем гаптическом элементе). В случае предоперационного медикаментозного мидриаза более 6 мм выполняли ушивание сфинктера зрачка путем наложения единичного шва (шовный материал Polypropylene 10,0), в 1,5-2 мм от края зрачка. Гидратировали парацентезы. В завершении операции проводили субконъюнктивальную инъекцию антибиотика и стероидного препарата (Dexametazon 0,3ml + Gentamycin 0,2ml). В послеоперационном периоде всем пациентам инстиллировали антибиотик 4 раза в день в течение 2 недель, глюкокортикостероидный препарат 4 раза в день с постепенным снижением кратности инстилляций в течение 4 недель, нестероидный противовоспалительный препарат 3 раза в день в течение 4 недель.

После операции всем пациентам проводили стандартное офтальмологические обследования (биомикроскопия, визометрия, авторефкератометрия, тонометрия), фотографирование переднего отрезка глаза в проходящем свете на фотощелевой лампе и большей части из них проводили дополнительные исследования, включающие подсчет эндотелиальных клеток, ультразвуковую биомикроскопию (УБМ), оптическую когерентную томографию (ОКТ) положения ИОЛ и ОКТ макулярной зоны.

На основании полученных данных исследований вычисляли коэффициенты эффективности (Кэф) и безопасности (Кбезоп) по следующим

формулам:  $K_{\text{эф}} = (\text{Острота зрения без коррекции после операции} / \text{Острота зрения с коррекцией до операции}) \times 100$ ;

$K_{\text{безоп}} = (\text{Острота зрения с коррекцией после операции} / \text{Острота зрения с коррекцией до операции}) \times 100$

### Стандартные методы обследования

**Биомикроскопию** осуществляли с помощью щелевой лампы («SL-20», Carl-Zeiss, Германия) при трех- и семикратном увеличении. При предоперационном обследовании оценивали состояние придаточного аппарата глаза, конъюнктивы, роговицы, передней камеры (наличие дисперсии пигмента, грыжи стекловидного тела), радужной оболочки (наличие дистрофии, синехий, псевдоэксфолиаций, диафрагмальную функцию зрачка), хрусталика (степень катарактальных помутнений, толщину, наличие псевдоэксфолиаций на передней капсуле, степень подвывиха хрусталика).

Степень подвывиха хрусталика определяли по классификации Паштаева Н.П. (1986), разработанной для практического применения [46].

- *Первая степень.* Хрусталик не имеет бокового смещения по отношению к оптической оси глаза. Волокна цинновой связки частично сохранены и равномерно распределены по всей окружности хрусталика. Возможны незначительные смещения вдоль оптической оси глаза. Наблюдается равномерное изменение глубины передней камеры, факодонез, иридонез.
- *Вторая степень.* Хрусталик имеет боковое смещение по отношению к оптической оси глаза. Край хрусталика не заходит за оптическую ось. Ограниченный разрыв цинновой связки ведет к смещению хрусталика в сторону оставшихся волокон. Могут наблюдаться неравномерное углубление передней камеры, выраженный факодонез, иридонез.

- *Третья степень.* Край хрусталика смещается за оптическую ось глаза. Циннова связка разорвана больше чем на половину своей окружности. Нередко наблюдаются неравномерное углубление передней камеры, выраженный факодонез, иридодонез. Хрусталик, оторванный от цинновой связки на значительном протяжении, помимо бокового смещения, подвижен в передне-заднем направлении, и может значительно отклониться в стекловидное тело.

В послеоперационном периоде в сроки 1 день, 1 мес., 3 мес., 6 мес., 9 мес., 1 год оценивали состояние переднего отрезка глаза, наличие признаков воспаления, проходимость хирургической колобомы (наличие розового рефлекса в просвете колобомы), положение ИОЛ.

**Визометрию** проводили в предоперационном периоде, в сроки 1 сутки, 7-е сутки, 1 мес., 3 мес., 6 мес., 9 мес., 1 год после операции. Определяли остроту зрения без коррекции, а также с помощью фороптера (АСР – 5 Торсон, Япония) и пробных сферических и цилиндрических линз.

**Рефрактометрию** определяли на автоматизированном авторефкератометре (ARK – 710А, Nidek, Япония). В послеоперационном периоде на всех сроках оценивали показатели сферического эквивалента.

**Кератометрию** определяли на автоматизированном авторефкератометре (ARK – 710А, Nidek, Япония) и оптическом когерентном томографе (интерферометре) (IOL Master 500, Carl Zeiss Meditec AG, Германия). В предоперационном периоде показатели кератометрии учитывали при расчете ИОЛ. В послеоперационном периоде на всех сроках оценивали изменения роговицы, что использовали как для анализа, так и для ретроспективного расчета константы А.



**Тонometriю** проводили на пневмотонометре (СТ – 80 Topcon, Япония), в случае значений выше 23 мм рт.ст. проводили аппланационную тонометрию по Маклакову с грузом 10г. под местной анестезией раствором анестетика.

**Ультразвуковую биометрию** проводили методом А-сканирования на приборе (Humphrey 820, Humphrey, США) под местной анестезией. Измеряли следующие параметры: глубина передней камеры, толщина хрусталика, величина переднезадней оси глаза.

**Оптическую биометрию** проводили на оптическом когерентном томографе (IOL Master 500, Carl Zeiss Meditec AG, Германия). Измеряли следующие параметры: глубина передней камеры, и величина переднезадней оси глаза.

**Ультразвуковое В-сканирование** проводили на приборе «SONOMED» (США). В ходе исследования исключали грубую патологию стекловидного тела (гемофтальм, выраженная деструкция стекловидного тела) и сетчатки (отслойка сетчатки, грубые фиброзные изменения в центральной зоне сетчатки), которая являлась критерием исключения из группы исследования.

### **Специальные методы обследования**

**Оптическую когерентную томографию сетчатки** проводили на приборе Cirrus HD-OCT 5000 (Carl Zeiss Medical Technology) в режиме Macular Cube 512x128 для оценки средней центральной фовеолярной толщины. За исходные значения толщины принимали толщину фовеолярной зоны в срок 1 неделю после операции. Учитывали нормы, приведенные в руководстве к используемому прибору (220,5-294,8  $\mu\text{m}$ ).

**Подсчет эндотелиальных клеток** проводили на приборе EM – 3000 (Tomey, Япония). Оценивали потерю эндотелиальных клеток по сравнению с дооперационными значениями и в течение всего срока наблюдения.

**Фотографирование переднего отрезка глаза** проводили для оценки положения ИОЛ на фотоцелевой лампе VX 900 (Haag-Streit IM, Швейцария).

**Ультразвуковую биомикроскопию** проводили на офтальмологических ультразвуковых системах Eye Cubed™ (Ellex Innovative Imaging, Миннеаполис, Миннесота, США) и Aviso (Quantel Medical, Франция) под местной анестезией раствором анестетика. Оценивали следующие параметры на 12, 6, 3 и 9 часах: глубина передней камеры, дистанции «трабекула-радужка», «радужка-передний гаптический элемент», «радужка-задний гаптический элемент», толщина цилиарного тела, глубина задней камеры (в основной группе). Измерения проводили с помощью пакета программ, встроенных в прибор, «циркульным» методом, который включает линейные и угловые измерения. Далее вычисляли средние значения всех параметров и проводили сравнение между группами.

При изучении структурных особенностей переднего сегмента глаза в ходе ультразвукового биомикроскопического использовали методики С.Ј.Pavlin (1991) и Х.П. Тахчиди, Э.В. Егоровой, Д.Г. Узунян (2006) [49]:

1. **Глубину передней камеры (мм)** измеряли по перпендикуляру, соединяющий эндотелий роговицы в центральной зоне и переднюю поверхность оптики ИОЛ.
2. **Дистанцию «трабекула-радужка» (мм)** определяли по перпендикуляру от эндотелия роговицы до передней поверхности радужки на расстоянии 500 мкм от склеральной шпоры.
3. **Толщину цилиарного тела (мм)** измеряли по перпендикуляру от основания цилиарного отростка к склере в самой толстой части цилиарного тела (перпендикуляр от центра основания треугольника к вершине).
4. **Дистанцию «радужка-передний гаптический элемент» (мм)** измеряли по перпендикуляру между передним гаптическим элементом и передней поверхностью радужки в противоположных меридианах.

5. Дистанцию «радужка-задний гаптический элемент» (мм) измеряли по перпендикуляру между задней поверхностью радужки и передней поверхностью заднего гаптического элемента в противоположных меридианах.
6. Глубину задней камеры (мм) измеряли по перпендикуляру от задней поверхности радужки до передней поверхности первого визуализируемого волокна цинновой связки.

*Оптическую когерентную томографию положения ИОЛ проводили на приборе RTVue 100 (Optovue, Inc, США) по оригинальной методике.*

**Статистический анализ** выполняли с помощью программы Microsoft Excel, версия 14.0.7182.5000 (Microsoft Office, Microsoft Corporation 2010). Данные представлены в виде  $M \pm \sigma$ , где  $M$  – среднее значение,  $\sigma$  – стандартное отклонение. Параметрические данные сравнивали с использованием t-теста Стьюдента. Различие считали статистически значимым при  $p < 0,05$ .

## ГЛАВА 3

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИМПЛАНТАЦИИ ЭЛАСТИЧНОЙ ЗРАЧКОВОЙ ИОЛ ЧЕРЕЗ МАЛЫЙ РАЗРЕЗ

Современная хирургия катаракты является хирургией «малых разрезов», где ИОЛ имплантируют посредством инъекторной системы доставки. Несмотря на наличие различных методик имплантации эластичной зрачковой ИОЛ через малый разрез, на сегодняшний день в литературе нет описания ни конкретной модели рекомендуемой инъекторной системы доставки для данной модели ИОЛ, ни требований, которым должна отвечать оптимальная система доставки. Поэтому актуальным стало:

- сравнить в эксперименте взаимодействие эластичной зрачковой ИОЛ с различными системами доставки,
- на основе анализа конструктивных особенностей изучаемых систем доставки, определить требования к оптимальной системе доставки для эластичной зрачковой ИОЛ.

#### **3.1. Результаты взаимодействия эластичной зрачковой ИОЛ с различными системами доставки**

В ходе эксперимента производили по 10 попыток проведения ИОЛ через каждую систему доставки. Во всех случаях исследование проводили по приведенному ниже алгоритму. Сначала картридж заполняли вискоэластиком. Далее в картридж с помощью пинцета заправляли эластичную зрачковую ИОЛ. После этого осуществляли проведение ИОЛ через систему доставки на хирургическую салфетку. Под микроскопом наблюдали за движением ИОЛ по картриджу и ее взаимодействие с

плунжером. Затем производили оценку целостности линзы под микроскопом. Критерием удачных попыток служила целостность ИОЛ. Критерием неудачных попыток служило обнаружение повреждений оптической или гаптической части ИОЛ.

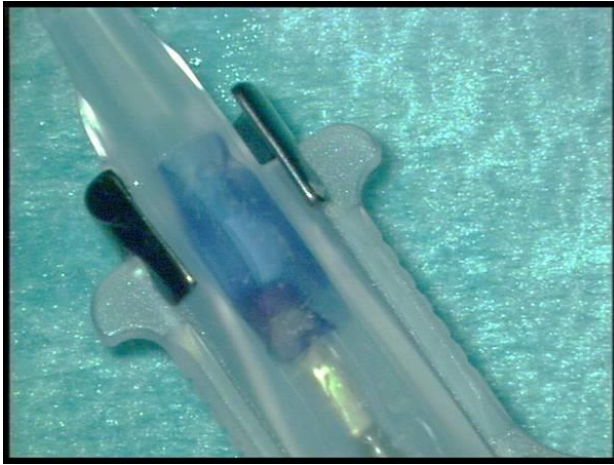
На конечном этапе эксперимента под операционным микроскопом проводили анализ особенностей систем доставки с целью выявления возможных причин повреждения ИОЛ.

Результаты выведения эластичной зрачковой ИОЛ посредством различных системам доставки в эксперименте представлены в таблице 4.

Таблица 4–Результаты инжестирования эластичной зрачковой ИОЛ

Группы	Модель системы доставки	Удачные попытки	Неудачные попытки
1	Monarch II + картридж В	0	25
	Monarch II + картридж С	3	22
2	Viscoject –eco	25	0
3	Softject 2.2P	20	5
	Viscoject 1.8	15	10

В группу 1, которая характеризовалась подавляющим количеством неудачных попыток, были включены системы доставки инжектор Monarch II + картридж В и инжектор Monarch II + картридж С. На рисунке 3 изображен ход и типичный результат проведения ИОЛ через эти системы доставки.



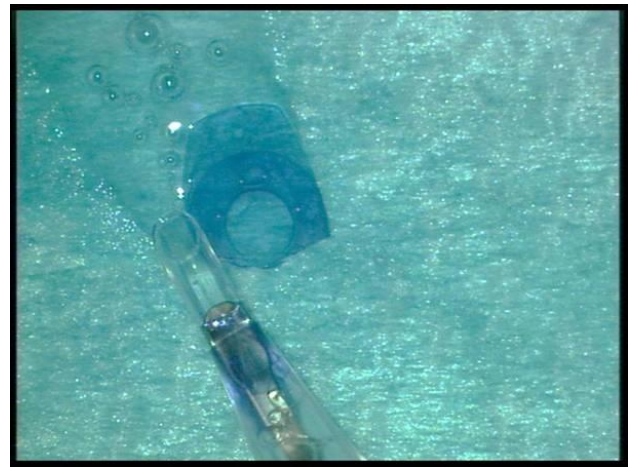
А



Б



В



Г

А – ход плунжера

Б – подныривание плунжера под ИОЛ

В – дальнейший ход плунжера с выходом части ИОЛ

Г – полный выход части ИОЛ с захватом оставшейся части

Рисунок 3 – Процесс выведения ИОЛ через систему доставки Monarch II и картридж В

Хорошо виден момент «подныривания» плунжера под ИОЛ на начальном этапе (рисунок 3А). Дальнейшее продвижение ИОЛ (рисунок 3Б и 3В) приводило к ее защемлению между верхней стенкой картриджа и



плунжером. В итоге, из носика картриджа смогла выйти только часть ИОЛ. Часть линзы, прижатая плунжером, оставалась в картридже (рисунок 3Г).

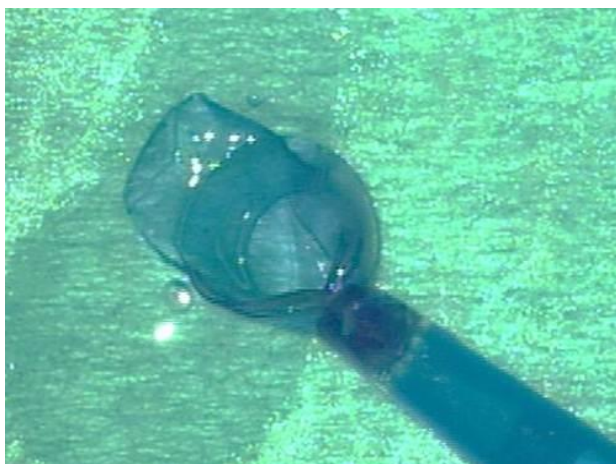
В группу 2 была включена система доставки Viscoject-eco. Попытки ее использования в эксперименте были успешными во всех случаях. На рисунке 4 показан пример хода эластичной зрачковой ИОЛ через эту систему доставки.



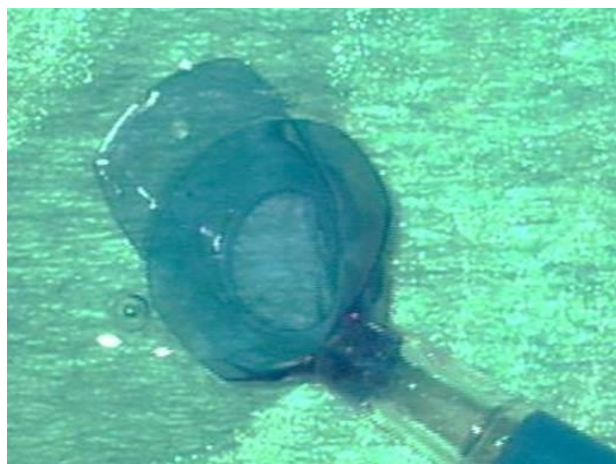
А



Б



В



Г

А – obturation плунжером всего просвета картриджа

Б – дальнейший ход плунжера с начальным выходом ИОЛ

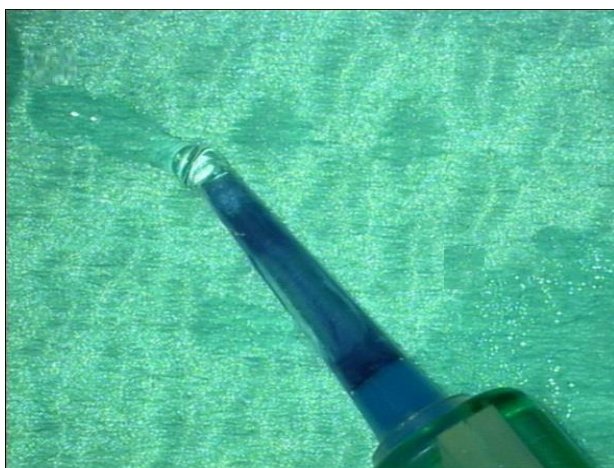
В – движение плунжера в просвете картриджа с постепенным выходом ИОЛ

Г – выход целой ИОЛ

Рисунок 4– процесс выведения ИОЛ через систему доставки Viscoject-  
есо

Отличительной особенностью группы 2 в сравнении с группой 1 явилась obturation плунжером просвета картриджа (рисунок 4А). Таким образом, защемления элементов линзы не происходило ни в начале (рисунок 4Б), ни в процессе выведения ИОЛ (рисунок 4В). Мы наблюдали плавный выход линзы через носик картриджа, что не приводило к возникновению повреждений (рисунок 4Г).

В группу 3 были выделены системы доставки Viscoject 1,8 и Softject 2.2P, при использовании которой имели место как удачные, так и неудачные попытки. Иллюстрация «имплантации» приведена ниже (рисунок 5).

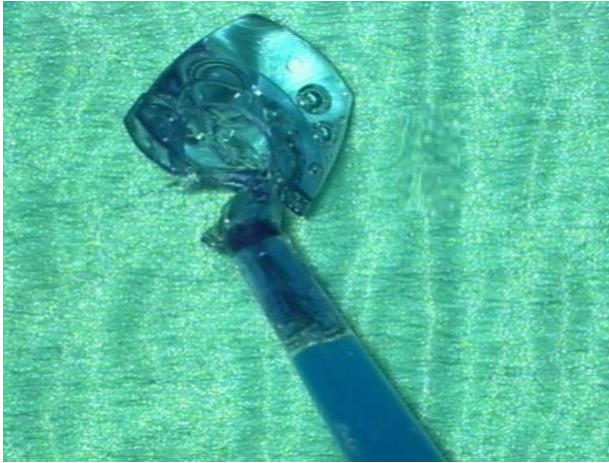


А

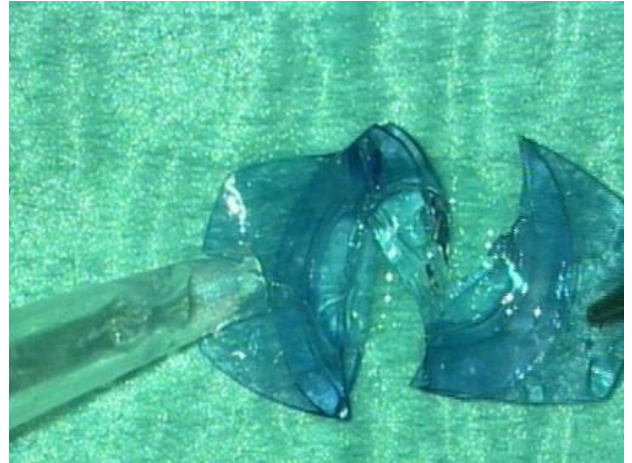


Б





В



Г

А – obturation плунжером просвета картриджа

Б – движение плунжера в просвете картриджа с постепенным выходом ИОЛ

В – разрыв ИОЛ при выходе из картриджа

Г – поврежденная ИОЛ

Рисунок 5 – процесс выведения ИОЛ через систему доставки Viscoject

1,8

Несмотря на то, что плунжер obtурировал просвет картриджа (рисунок 5А), и вначале происходил плавный выход части линзы (рисунок 5Б), примерно на середине возникали 1-2 трещины (рисунок 5В), охватывающие оптическую и опорную части ИОЛ (рисунок 5Г).

### **3.2 Требования к оптимальной системе доставки для эластичной зрачковой ИОЛ на основе анализа конструктивных особенностей систем доставки**

Сравнительный анализ конструкции использованных в эксперименте систем доставки выявил ряд особенностей, являющихся характерными для исследуемых групп. Во-первых, были отмечены существенные различия в

дизайне плунжера. У систем доставки группы 1 плунжер тонкий, уплощенный, металлический, на конце имеет изгиб книзу (рисунок 6). Для систем доставки групп 2 и 3 характерен плунжер цилиндрической формы, выполненный из мягкого материала и заполняющий весь просвет картриджа (рисунок 7).

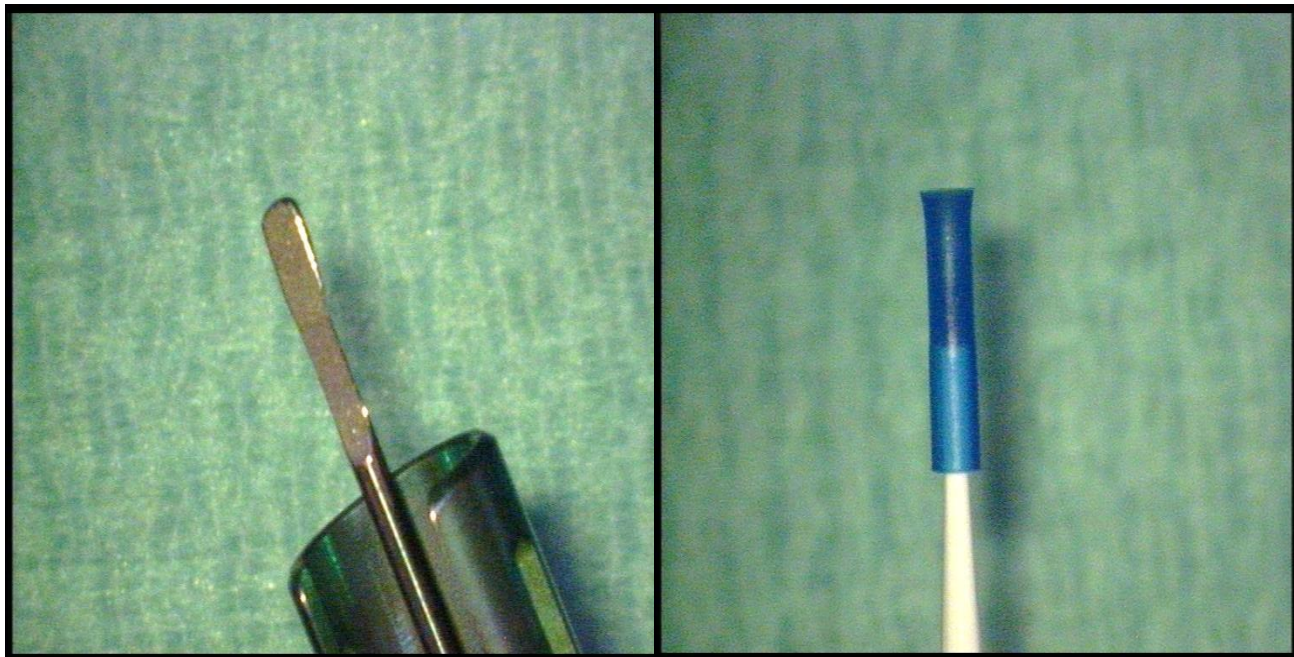
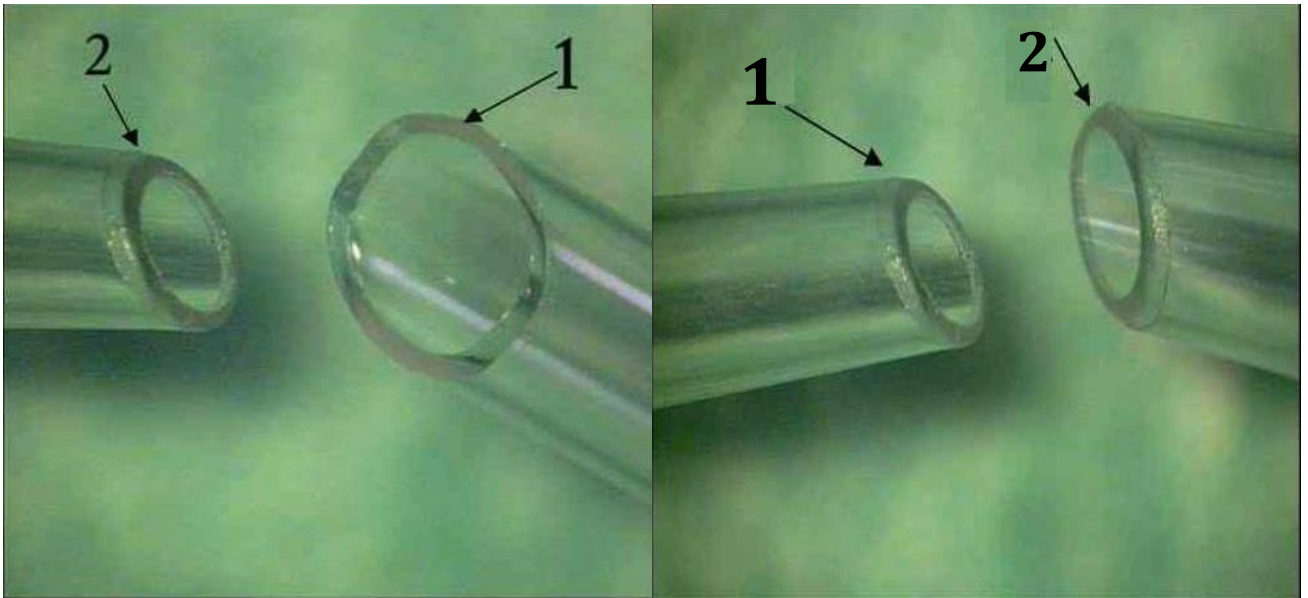


Рисунок 6—инжектор Monarch II

Рисунок 7—инжектор Viscoject-  
есо

Во-вторых, была отмечена разница конструкции кончиков картриджей. Картриджи систем доставки группы 1 имеют края с острыми гранями (рисунок 8-1) , в то время как системы картриджи из систем доставки группы 2 (рисунок 9-2) и группы 3 (рисунок 8-2, рисунок 9-1) имеют закругленный край. В-третьих, при сравнении систем доставки были отмечены разные диаметры выходного отверстия картриджа, коррелирующие с рекомендуемыми для их использования операционными доступами.



1. Картридж Monarch II + C

2. Картридж ViscoJect 18

Рисунок 8— концы картриджей систем доставки Monarch II + C и ViscoJect 18

1. Картридж Softject 2.2P

2. Картридж Viscoject-eco

Рисунок 9— концы картриджей систем доставки Softject 2.2P и Viscoject-eco

Таким образом, среди испытанных в эксперименте систем доставки для имплантации эластичной зрачковой ИОЛ оптимальной следует считать систему доставки Viscoject-eco, обеспечивающую стабильный и надежный результат во всех случаях. Системы доставки Monarch II + картриджи В и С были неэффективны по причине «подныривания» металлического плунжера под ИОЛ с дальнейшим придавливанием к верхней стенке картриджа и необратимым повреждениям ИОЛ на выходе.

Несмотря на то, что при использовании систем доставки Viscoject 1,8 и Softject 2.2P в большинстве попыток эластичная зрачковая ИОЛ вышла без видимых повреждений, такой вариант в клинике считаем непригодным. Неудачи связаны со слишком маленьким диаметром выходного отверстия

картриджа, поскольку ИОЛ повреждалась в моменты наибольшего напряжения (в области наибольшей толщины оптической части ИОЛ).

По результатам данного экспериментального исследования оптимальная система доставки эластичной зрачковой ИОЛ должна обладать следующими техническими характеристиками: дизайн картриджа - «книжка», диаметр выходного отверстия картриджа соответствует операционному доступу 2,2 мм, края картриджа округлые (не имеют острого угла с внутренней стороны), плунжер выполнен из эластичного материала и заполняет весь просвет картриджа.

## ГЛАВА 4

### РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕКЦИИ АФАКИИ ЭЛАСТИЧНОЙ ЗРАЧКОВОЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ЕЁ ФИКСАЦИИ

В связи с интеграцией эластичной зрачковой ИОЛ в условия микроинвазивной хирургии катаракты, возможностью сохранения капсульного мешка и дизайна ИОЛ, позволяющего имплантировать ее посредством инъекторной системы доставки и разместить задний гаптический элемент в капсульном мешке, актуальным стало разработать хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации данной модели ИОЛ при подвывихе хрусталика. Учитывая имплантацию ИОЛ через малый разрез, иридо-капсульную фиксацию и отсутствие анализа клинических рефракционных результатов после имплантации эластичной зрачковой ИОЛ, важным стало оценить точность расчета ИОЛ с константой А, рассчитанной при разработке ИОЛ, на основе клинического материала рассчитать константу А для каждого типа фиксации эластичной зрачковой ИОЛ. В связи с разными видами фиксации данной ИОЛ, необходимо изучить клиничко-функциональные результаты имплантации эластичной зрачковой ИОЛ при иридо-капсульной фиксации (основная группа) и ирис-фиксации (контрольная группа), оценить изменения толщины фовеолярной зоны сетчатки, изучить анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной ИОЛ данной модели и ротационную стабильность эластичной зрачковой ИОЛ в основной и контрольных группах.

#### **4.1. Разработка хирургического этапа имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ при подвывихе хрусталика**

На начальном этапе разработки технологии эластичную зрачковую ИОЛ имплантировали без предварительного стентирования капсульного мешка внутрикапсульным кольцом, полагая, что широкий задний гаптический элемент позволит расправить капсульный мешок и обеспечит достаточную опорную функцию. Однако в 3-х случаях в позднем послеоперационном периоде 3-6 месяцев ИОЛ под воздействием фиброза капсульного мешка деформировалась, частично дислоцировалась вперед, меняя профиль радужки и приводя к высокому риску контакта радужки и переднего гаптического элемента с эндотелием роговицы. Высокая эластичность заднего гаптического элемента ИОЛ требует предварительного стентирования капсульного мешка внутрикапсульным кольцом, что позволяет увеличить эффективную площадь опоры и сохранить ее в позднем послеоперационном периоде. Учитывая обширное повреждение связочного аппарата хрусталика, ВКК предпочтительно имплантировать с наименьшим давлением на капсульный мешок, для чего был разработан способ имплантации ВКК при дефекте связочного аппарата хрусталика (заявка на патент № 2019114892 от 16.05.2019).

Таким образом, хирургический этап имплантации эластичной зрачковой ИОЛ и ее иридо-капсульной фиксации следующий: Капсульный мешок и переднюю камеру глаза заполняют вискоэластиком до достижения нормального офтальмотонуса. ВКК заправляют в инжектор, инжектор вводят через основной разрез и его выходное отверстие размещают ниже капсулорексиса. Далее треть ВКК выводят в просвет капсульного мешка, ротационное отверстие фиксируется микрокрючком по Сински для ротации. Одновременными движениями инжектора и микрокрючка по Сински



проводят внутрикапсульное перекрещивание концов ВКК в просвете капсульного мешка с размещением середины ВКК в зоне наибольшего дефекта волокон цинновой связки. ВКК плавно размещают по окружности экватора в следующем порядке: первым размещают конец ВКК, фиксируемый микрокрючком по Сински, высвобождая его движением микрокрючка вверх; потом размещают конец ВКК, фиксированный крючком инжектора, далее крючок инжектора снимают с ротационного отверстия. (рисунок 10). Задним гаптическим элементом вниз ИОЛ укладывали в картридж «книжку», заполненный вязкоэластиком, сгибали ИОЛ, надавливая на переднюю часть, закрывали картридж (рисунок 11). При помощи системы доставки Viscoject-eco (Medicel, Швейцария) проводили имплантацию ИОЛ (рисунки 12-13). Заднюю часть заправляли за край непрерывного капсулорексиса, переднюю часть ИОЛ располагали на передней поверхности радужки. Бимануальной ирригационно-аспирационной системой вымывали вязкоэластик из-под ИОЛ и из передней камеры (рисунок 14). Ключевые этапы предложенного способа имплантации эластичной зрачковой ИОЛ отображены в рисунках 10-14.

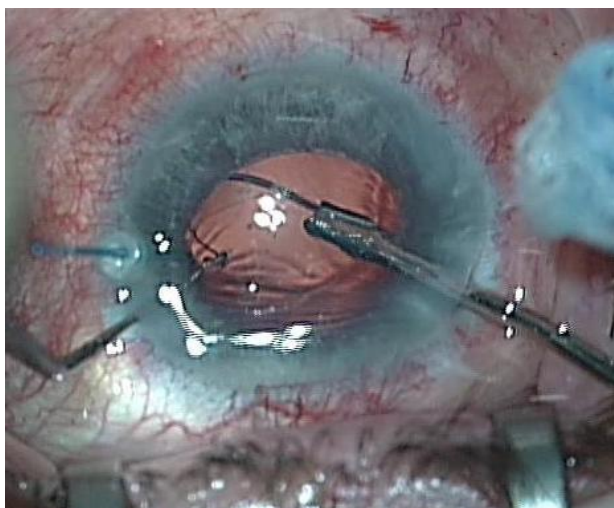


Рисунок 10 – установка внутрикапсульного кольца



Рисунок 11 – размещение ИОЛ в картридже

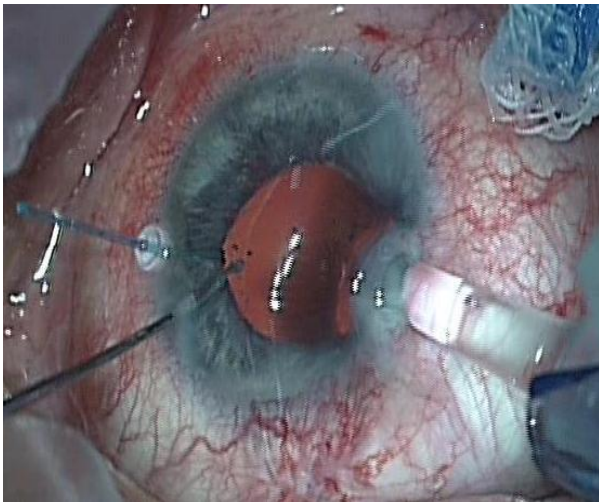


Рисунок 12 – размещение картриджа в разрезе

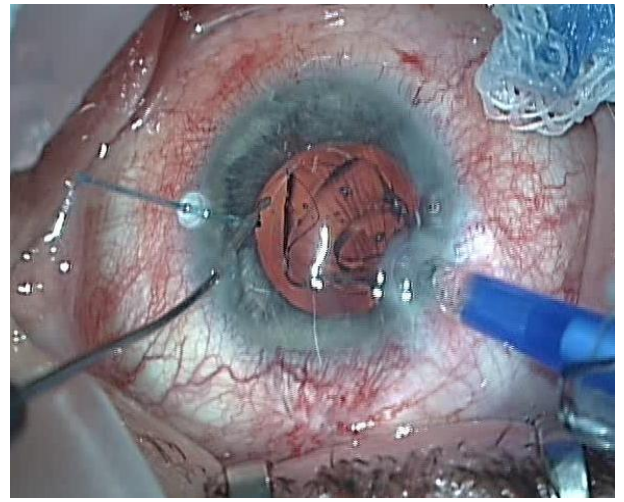


Рисунок 13 – имплантация ИОЛ

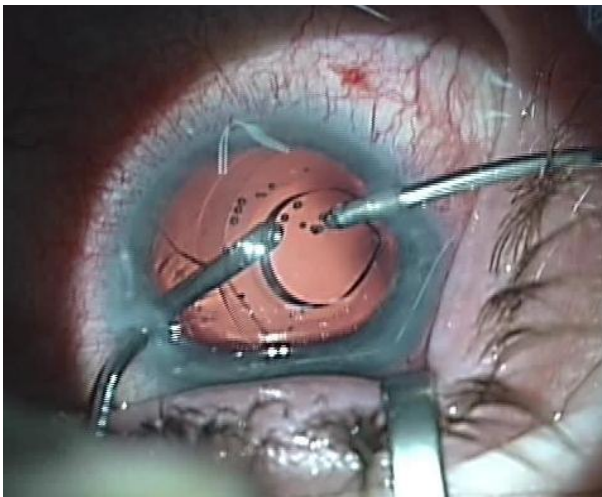


Рисунок 14 – вымывание  
вискоэластика

Таким образом, разработан хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ, обеспечивающий сохранение капсульного мешка и увеличение эффективной площади опоры.

#### **4.2. Анализ точности расчета ИОЛ. Расчет константы А при иридо-капсульной и ирис-фиксации**

Для изучения изменения рефракции был проведен анализ изменения рефракции в течение года при иридо-капсульной и ирис-фиксации.



Изменения значений клинической рефракции в обеих группах после операции представлены в таблице 5.

Таблица 5 – изменения значений сферического эквивалента в основной и контрольной группах после операции

Сроки наблюдения	Основная группа n= 60	Контрольная группа n= 40
1 день	-1,36±1,06 (-3,75 – +1,25)	-2,15±1,45 (-6,00 – +0,75)
1 неделя	-0,94±1,09 (-4,0 – +1,0) *	-1,97±1,18 (-5,50 – +0,63)
1 месяц	-0,95 ±1,25 (-4,5 – +1,5)	-2,10 ±1,16 (-3,25 – +0,50)
3 месяца	-0,91±1,21 (-4,25 – +3,00)*	-2,17±1,33 (-5,50 – +0,50)
6 месяцев	-0,89±1,34 (-4,00 – +2,13)*	-1,99±1,37 (-5,50 – +0,50)
9 месяцев	-0,86±1,40 (-4,50 – +2,0)*	-1,93±1,37 (-5,50 – +0,25)
1 год	-0,70 ±1,38 (-4,0 – +1,75)**	-1,84 ±1,32 (-5,50 – +0,25)

\*  $p \leq 0,05$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

\*\*  $p \leq 0,01$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

В обеих группах наблюдали миопический сдвиг клинической рефракции на всех сроках наблюдения в послеоперационном периоде. Максимальное среднее значение миопического сдвига сферического эквивалента в основной группе отмечено на следующий день после операции

и составило  $-1,36 \pm 1,06$  дптр, а к году снизилось до  $-0,70 \pm 1,38$  дптр. Средние значения сферического эквивалента в основной группе в сроки 1 неделя, 3 месяца – 1 год после операции достоверно отличаются от показателей на следующий день после операции. Наибольшее различие наблюдали в срок 1 год после операции ( $p < 0,01$ ) по сравнению со значением на следующий день после операции. Однако достоверной разницы средних значений сферического эквивалента в основной группе во все сроки по сравнению с параметрами 1 недели после операции выявлено не было. В контрольной группе показатели сферического эквивалента достоверно не отличались по срокам, какой-либо тенденции не отмечено, показатели то повышались, то снижались, максимальное среднее значение миопического сдвига сферического эквивалента отмечали в 3 мес. после операции и составило  $-2,17 \pm 1,33$  дптр, наименьшее наблюдаемое среднее значение миопического сдвига сферического эквивалента было в 1 год и составило  $-1,84 \pm 1,32$  дптр.

Для изучения точности расчета и определения расчетной константы А группа с иридо-капсульной фиксацией включала пациентов из основной группы, группа с ирис-фиксацией была дополнена пациентами из базы МНТК. Сравнительные результаты предоперационных исследований (ПЗО, кератометрии), оптической силы ИОЛ, послеоперационной рефракции представлены в Таблице 6.

Таблица 6– Сравнительные результаты диагностики

	ИКФ (n=60)	ИВФ (n=273)	P
Передне-задняя ось глаза (мм)	$23,78 \pm 1,36$ (21,17 до 29,27)	$23,36 \pm 1,31$ (20,61 до 29,90)	$<0,05$ (0,03)
Кератометрия (дптр)	$44,13 \pm 1,62$ (39,50 до 47,50)	$44,14 \pm 1,74$ (38,25 до 49,50)	$>0,05$ (0,96)
Сила ИОЛ (дптр)	$18,93 \pm 3,91$	$20,74 \pm 3,21$	$<0,01$

	(6,0 до 26,0)	(6,0 до 28,0)	(0,0002)
Сферический эквивалент после операции, 6 мес (дптр)	-0,89±1,34 (-4,00 — +2,13)	-1,65±1,64 (-8,13 до 4,38)	<0,05 (0,02)

В группе с иридо-капсульной фиксацией средняя длина глаза была несколько больше, чем в группе с ирис-фиксацией. Показатели кератометрии не отличались между группами. Достоверное отличие наблюдали в показателях оптической силы ИОЛ, в основной группе средняя оптическая сила имплантированной ИОЛ составила 18,93 дптр, а в контрольной –20,74 дптр, что объясняется большей средней длиной глаза в группе пациентов с иридо-капсульной фиксацией эластичной зрачковой ИОЛ. В группе с иридо-капсульной фиксацией послеоперационная рефракция в пределах 0,5 дптр была достигнута в 18 случаях (30%), а в группе с ИВФ – в 34 случаях (12%).

При ирис-фиксации выборка пациентов была сплошной, для расчета константы А использовали ретроспективный метод.

Расчет А константы проводили согласно методике обратного расчета по данным кератометрии, длины передне-задней оси глаза, фактической оптической силе ИОЛ и фактическому сферическому эквиваленту клинической рефракции в формате Visual Basic, где вычисление константы А проводили по формуле [126].

Function srk\_t\_A

para vK, v1, vIOL, vS

r = 337.5 / vK

If v1 <= 24.4

lcor = v1

Else

lcor = -3.446 + 1.716 \* v1 - 0.0237 \* v1 \* v1

endif

```

cw = -5.41 + 0.58412 * lcor + 0.098 * vK
If cw > 2 * r - 2
    cw = 2 * r - 2
EndIf
lopt = 0.97971 * v1 + 0.65696
va = 0.333 - 0.001 * vS * (0.333 * 12 - r)
vb = lopt * (-0.333 + 0.001 * vS * (0.333 * 12 - r)) - (1.336 * r - 0.001 * vS *
12 * 1.336 * r)
If vIOL = 0
    vc = 1
Else
    vc = lopt * (1.336 * r - 0.001 * vS * 12 * 1.336 * r) - 1336 * (1.336 * r - 0.333
EndIf
If vIOL < 0
srk_t_p = (-vb - Sqrt(vb * vb - 4 * va * vc)) / 2 / va
Else
    If vIOL = 0
        srk_t_p = 3.6
    Else
        srk_t_p = (-vb - Sqrt(vb * vb - 4 * va * vc)) / 2 / va
    EndIf
EndIf
vsrk_t_A = (srk_t_p - r + Sqrt(r * r - cw * cw / 4) + 68.747 + 3.336) / 0.62467
return vsrk_t_a,

```

где

vsk\_t\_A – вычисленная константа A

vK – дооперационные данные кератометрии

v1 – дооперационные данные передне-задней оси глаза

vIOL – имплантированная ИОЛ

vS – фактический сферический эквивалент

Среднее значение расчетной константы A для эластичной зрачковой ИОЛ модели РСП-3 в группе с ирис-фиксацией составило  $116,9 \pm 1,89$  (от 109,6 до 123,6).

Учитывая небольшое количество пациентов в группе с иридо-капсульной фиксацией, провели редакцию клинического материала относительно

каждого случая (у каждого пациента в каждый срок наблюдения). В случае, если значение длины передне-задней оси глаза, измеренное методом ультразвуковой биометрии на каком-либо сроке было меньше минимального значения длины переднезадней оси глаза, измеренного методом оптической биометрии, это измерение принималось ошибочным, и результат расчета «ультразвуковой» А константы на этом сроке не учитывали. Были исключены выпадающие случаи по критерию “плюс-минус сигма”. Полученные значения для каждого клинического случая усредняли, в результате рассчитывали «ультразвуковую» и/или «оптическую» А константу эластичной зрачковой ИОЛ в конкретном клиническом случае. Затем рассчитывали средние значения «ультразвуковой» и «оптической» А константы в исследуемой группе. Количество случаев после редакции клинического материала составило 50. С учетом небольшого абсолютного значения количества стандартных измерений для расчета «ультразвуковой» А константы выполнили перерасчет «оптической» А константы в соответствии с фактической разницей, полученной при первичном расчете, обратный перерасчет «ультразвуковой» А константы выполнили для нескольких случаев. Рассчитали итоговые средние значения «ультразвуковой» и «оптической» А констант эластичной зрачковой ИОЛ в случае иридо-капсульной фиксации: 117,2 и 117,3, соответственно. Средние значения А константы и оптической А константы, а также минимальные, максимальные значения представлены в таблице 6.

Таблица 7– Значения А константы и оптической А константы эластичной зрачковой ИОЛ при иридо-капсульной фиксации

Параметр	Количество (n)	Среднее значение ( $M \pm y$ )	Минимальное значение	Максимальное значение

А константа	50	117,2 ± 1,6	114,3	124,1
«Оптическая» А константа	50	117,3 ± 1,5	114,5	124,3

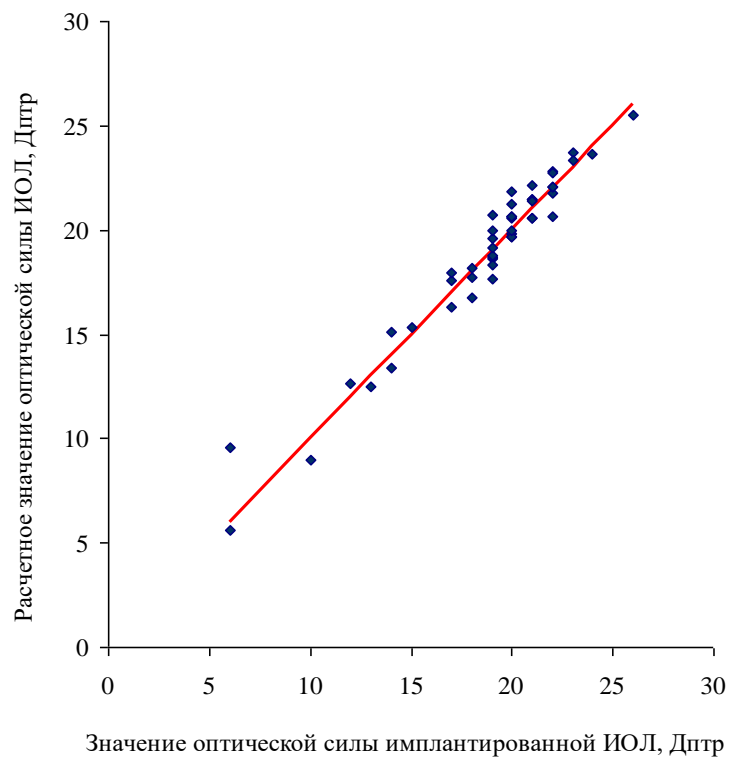
Для сравнения достоверности предоперационного расчета оптической силы ИОЛ по результатам различных исследований ретроспективно по данным дооперационных исследований провели предоперационный расчет оптической силы ИОЛ с учетом средней фактической послеоперационной рефракции в каждом клиническом случае по данным ультразвуковой биометрии, стандартной кератометрии, рассчитанной «ультразвуковой» А константы и по данным измерений, выполненных на приборе «IOL-master», рассчитанной «оптической» А константы. Полученное значение сравнивали с фактическим значением имплантированной ИОЛ. Значение среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ) средней ошибки – это та погрешность в определении оптической силы ИОЛ, которая определяет «интервал неопределенности», обусловленный качеством и объективностью дооперационных обследований. Результат проведенного расчета представлен в таблице 8.

Таблица 8– Величина средней ошибки в определении оптической силы ИОЛ

Параметр	Количество случаев (n)	Ошибка в определении оптической силы ИОЛ (Дптр)
Ошибка в расчете оптической силы ИОЛ, рассчитанной по данным УЗ	48	0,19 ± 0,90

биометрии и стандартной кератометрии		(-1,35-3,54)
Ошибка в расчете оптической силы ИОЛ, рассчитанной по данным «IOL-master»	38	-0,19± 0,65 (-1,70-1,41)

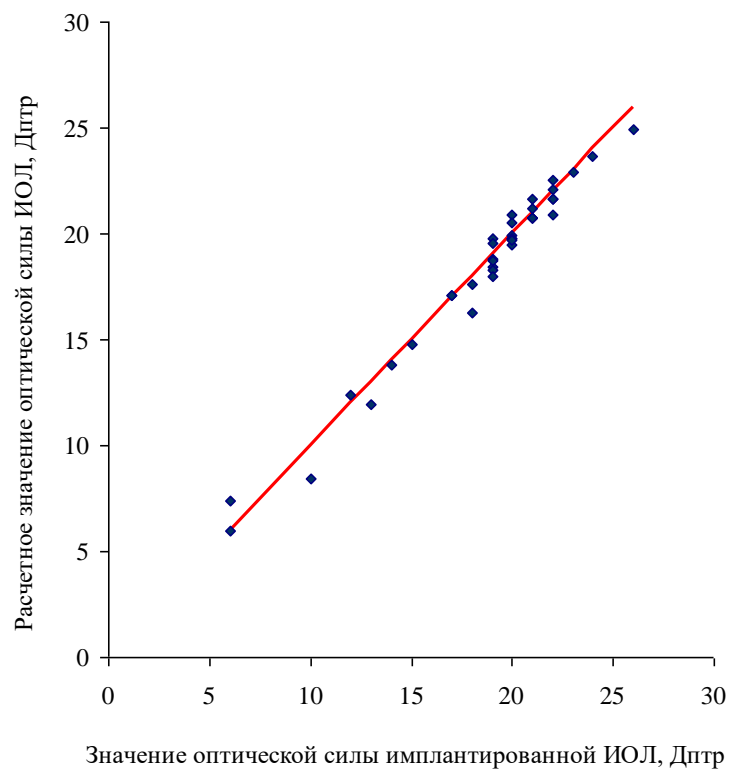
Распределение значений расчетной и имплантированной ИОЛ для условий расчета по данным УЗ биометрии, стандартной кератометрии и данным прибора «IOL-master» представлены на рисунках 14, 15. Распределение значений расчетной и имплантированной ИОЛ на диаграмме отражает предсказуемость расчета оптической силы ИОЛ для исследованного клинического материала.



- ◆ Расчетное значение ИОЛ по предоперационным данным УЗ и стандартной кератометрии
- Значение оптической силы имплантированной ИОЛ

Рисунок 14—распределение значений расчетной и имплантированной ИОЛ для условий расчета по данным УЗ биометрии, стандартной кератометрии





◆ Расчетное значение ИОЛ по предоперационным данным "ИОЛ-мастер"

— Значение оптической силы имплантированной ИОЛ

Рисунок 15—распределение значений расчетной и имплантированной ИОЛ для условий расчета по данным прибора «IOL-master»

Сравнение «интервалов неопределенности» — величин среднеквадратичного отклонения средней ошибки в расчете оптической силы ИОЛ, по данным ультразвуковой биометрии, стандартной кератометрии и по данным измерений, выполненных на приборе «IOL-master», позволяет говорить о предпочтениях в предоперационных обследованиях для случаев катаракты на фоне частичной несостоятельности связочного аппарата хрусталика. При использовании данных ультразвуковой биометрии и автокератометрии «интервал неопределенности» составляет 0,896, при

использовании данных прибора «IOL-master» – 0,646, что указывает на большую достоверность данных, полученных на приборе «IOL-master». При достаточной прозрачности оптических сред более предсказуемый рефракционный результат будет достигнут при расчете ИОЛ с использованием данных измерений, выполненных на приборе «IOL-master».

Средние значения расчетной константы А для эластичной зрачковой ИОЛ модели в группах с ИКФ и ИФ составили соответственно  $117,2 \pm 1,6$  (от 114,3 до 124,1) и  $116,9 \pm 1,89$  (от 109,6 до 123,6). Статистически значимой разницы между исследуемыми группами выявлено не было ( $p=0,26$ ). В данном исследовании были получены значения, отличающиеся от заявленной производителем величины 118,2. Это, возможно, связано, с несовершенством первоначальной математической модели, эволюцией дизайна ИОЛ и положением ИОЛ в глазу после имплантации, отличным от предполагаемого. При этом среднее значение А константы в группе с ИФ несколько меньшее (116,9) по сравнению с группой ИКФ (117,2). Это, очевидно, связано с различным эффективным положением ИОЛ: при имплантации заднего гаптического элемента в капсульный мешок появляются дополнительные векторы сил, действующие на ИОЛ, обусловленные цинновой связкой, плоскостью капсульного мешка, передней гиалоидной мембраной и взаимодействующие с задним гаптическим элементом, при этом их равнодействующая направлена в сторону заднего полюса глаза.

Полученные данные указывают на целесообразность использования новых, усредненных значений константы А для расчета оптической силы эластичной зрачковой ИОЛ и на большую достоверность использования данных, полученных на приборе «IOL-master» для расчета планируемой ИОЛ.

Расчетные константы А были проверены на клиническом материале: пациенты с иридо-капсульной фиксацией (20 пациентов) и с ирис-фиксацией (20 пациентов). При этом средний сферический эквивалент не превышал 0,5

в обоих случаях. При иридо-капсульной фиксации средний сферический эквивалент при расчете ИОЛ по рекомендуемой константе составил  $-0,15 \pm 0,5$  ( $-0,37-0,6$ ), при ирис-фиксации  $-0,57 \pm 0,8$  ( $-1,23-0,5$ ). У пациентов контрольной группы наблюдался неравномерный миопический сдвиг, что указывает на возможное непредсказуемое смещение ИОЛ в сторону вершины роговицы и требует изучения положения ИОЛ.

Таким образом, использование рекомендованной производителем А константы 118,2 не позволяет достичь рефракции цели в большинстве случаев. Средние значения А константы, рассчитанные для иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации эластичной зрачковой ИОЛ составили соответственно 117,2 и 116,9, что следует учитывать при расчете оптической силы ИОЛ, исходя из варианта ее фиксации. Для расчета ИОЛ с планируемой иридо-капсульной фиксацией рекомендуется использовать данные прибора «IOL-master».

#### **4.3. Результаты клинико-функциональных методов исследования и изменения толщины фовеолярной зоны сетчатки**

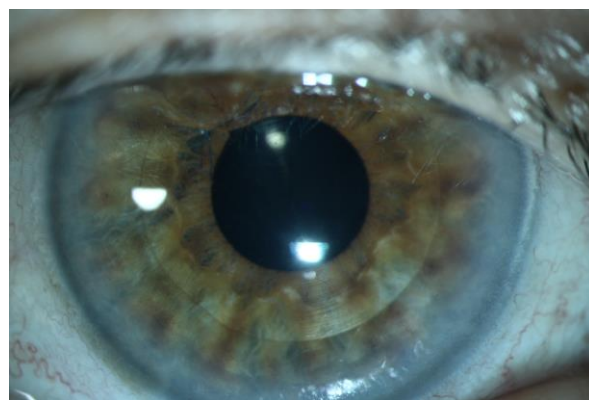
В связи с разработкой иридо-капсульного типа фиксации ИОЛ, стало актуальным изучить влияние способа фиксации как на клинико-функциональные показатели (острота зрения, динамика ВГД, показатели роговичного астигматизма, изменение плотности эндотелиальных клеток), так и на изменение фовеолярной зоны сетчатки, учитывая наличие и отсутствие капсульного мешка.

### 4.3.1. Клинико-функциональные результаты

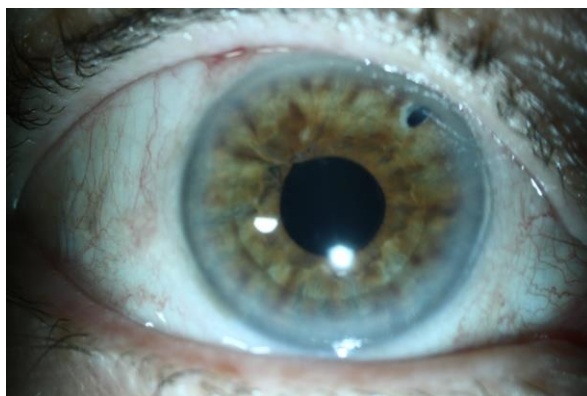
Биомикроскопическая картина переднего отрезка глаза при стандартном течении послеоперационного периода у пациентов обеих групп не отличалась и в раннем послеоперационном периоде на разных сроках наблюдения была следующей: роговица прозрачна, передняя камера средней глубины, радужка спокойна, у части пациентов – одинарный узловой шов, расположенный в 2 мм от края зрачка, ограничивающий его экскурсию, состоятельная базальная колобома, ИОЛ центрирована, передний гаптический элемент прилежит к передней поверхности радужки. У пациентов основной группы визуализируется задняя капсула, прилежащая к заднему гаптическому элементу. Общий вид глаза пациентов основной группы после операции в динамике в сроки 1 сутки-1 месяц представлены на рисунке 16, контрольной – на рисунке 17.



**А**



**Б**



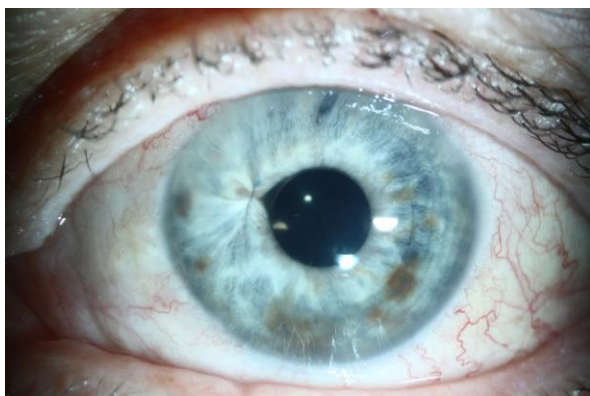
**В**

А- 1-е сутки после операции

Б- 1-я неделя после операции

В- 1-й месяц после операции

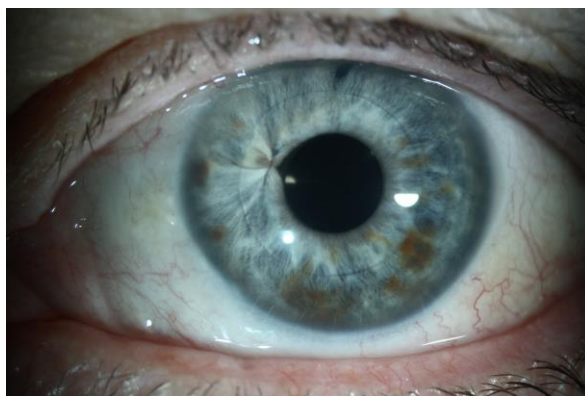
Рисунок 16- Биомикроскопия глаза пациента основной группы после операции



**А**



**Б**



**В**

**А-** 1-е сутки после операции

**Б-** 1-я неделя после операции

**В-** 1-й месяц после операции

Рисунок 17- Биомикроскопия глаза пациента контрольной группы, 1 месяц после операции

Результаты клинико-функциональных методов исследования отражены в таблицах 9.1,9.2,10.1,10.2. Изменения остроты зрения оценивали не только по абсолютным значениям, но и по изменению прибавки остроты зрения (разница между послеоперационным и дооперационным значениями) (таблицы 11.1, 11.2).

Таблица 9.1 - Результаты клинико-функциональных методов исследования основной группы. Ранние сроки наблюдения (1 день- 1 месяц)

Обследование	Период времени наблюдения			
	до операции	1 день	1 неделя	1 месяц
НКОЗ	0,09±0,10 (0,01 – 0,60)	0,47±0,26 (0,04 – 1,00)**	0,43±0,24 (0,06 – 1,00)**	0,47±0,25 (0,06 – 0,90)**
КОЗ	0,20±0,17 (0,01 – 0,8)	0,61±0,24 (0,08 – 1,0)**	0,67±0,24 (0,10 – 1,00)**	0,72±0,24 (0,10 – 1,0)**
ВГД (мм рт ст)	18,17±3,79 (8,00 – 24,00)	19,02±8,52 (9,00 – 55,00)	16,90±5,56 (6,00 – 34,00)	16,78 ± 5,27 (7,00 – 40,00)
Роговичный астигматизм (ДПТР)	-0,86 ±0,78 (-4,50 – +0,50)	-1,27±0,63 (-3,50 – -0,25) *	-0,92 ±0,56 (-3,25 – 0)	-0,95 ±0,61 (-3,75 – 0)

\*  $p \leq 0,05$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

\*\*  $p \leq 0,01$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

Таблица 9.2 -Результаты клинико-функциональных методов исследования основной группы. Сроки наблюдения 3-12мес

Обследование	Период времени наблюдения				
	до операции	3мес	6мес	9мес	1год
НКОЗ	0,09±0,10 (0,01 – 0,60)	0,47±0,25 (0,06 – 1,0) **	0,41±0,23 (0,06 – 1,00)**	0,43±0,27 (0,04 – 1,00)**	0,45±0,29 (0,01 – 1,0)**
КОЗ	0,20±0,17 (0,01 – 0,8)	0,73±0,25 (0,10 – 1,0) **	0,70±0,27 (0,10 – 1,0)**	0,66±0,29 (0,10 – 1,00)**	0,68±0,30 (0,01 – 1,0)**
ВГД (мм рт ст)	18,17±3,79 (8,00 – 24,00)	16,73±4,82 (8,00 – 38,00)	16,78±3,81 (10,00 – 30,00)*	16,78±3,71 (7,00 – 27,00)*	17,18± 4,64 (8,00 – 40,00)
Роговичный астигматизм (ДПТР)	-0,86 ±0,78 (-4,50 – +0,50)	-0,92 ±0,61 (-4,25 – 0)	-0,94±0,61 (-4,0– 0)	-0,98 ±0,62 (-4,0 – 0,25)	-0,99 ±0,58 (-4,0 – 0)

\*  $p \leq 0,05$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

\*\*  $p \leq 0,01$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)



Таблица 10.1 - Результаты клинико-функциональных методов исследования контрольной группы. Ранние сроки наблюдения (1 день-1месяц)

Обследование	Период времени наблюдения			
	до операции	1 день	1 неделя	1 месяц
НКОЗ	0,14±0,17 (0,001 – 0,70)	0,31±0,22 (0,01 – 0,9)**	0,28±0,22 (0,01 – 1,0)**	0,30±0,23 (0,01 – 0,90)**
КОЗ	0,30±0,28 (0,001 – 1,0)	0,47±0,24 (0,01 – 0,9)**	0,59±0,25 (0,01 – 1,00)**	0,64±0,26 (0,01 – 1,2)**
ВГД (мм рт ст)	18,23±3,81 (11,00 – 25,00)	18,18±8,69 (6,00 – 49,00)	21,26±9,27 (8,00 – 54,00)	19,00 ± 4,71 (8,00 – 30,00)
Роговичный астигматизм (ДПТР)	-1,03 ±0,91 (-4,0 – +1,25)	-1,50±1,23 (-5,50 – 0) *	-1,54 ±1,28 (-5,75 –0)	-1,47 ±1,01 (-5,0 – 0)

\*  $p \leq 0,05$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

\*\*  $p \leq 0,01$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

Таблица 10.2 - Результаты клинико-функциональных методов исследования контрольной группы. Сроки наблюдения 3-12 мес

Обследование	Период времени наблюдения				
	до операции	3мес	6мес	9мес	1год
НКОЗ	0,14±0,17 (0,001 – 0,70)	0,31±0,24 (0,01 – 1,0) **	0,33±0,28 (0,01 – 1,00)**	0,34±0,30 (0,01 – 1,20)**	0,35±0,29 (0,01 – 1,0)**
КОЗ	0,30±0,28 (0,001 – 1,0)	0,64±0,25 (0,01 – 1,0) **	0,62±0,26 (0,01 – 1,0)**	0,66±0,27 (0,01 – 1,20)**	0,66±0,27 (0,01 – 1,0)**
ВГД (мм рт ст)	18,23±3,81 (11,00 – 25,00)	18,08±3,70 (8,00 – 27,00)	18,92±4,32 (8,00 – 27,00)	19,03±4,47 (9,00 – 27,00)	18,20± 4,54 (9,00 – 27,00)
Роговичный астигматизм (ДПТР)	-1,03 ±0,91 (-4,0 – +1,25)	-1,51 ±1,05 (-5,0 – 0)	-1,39±1,09 (-4,75–0) *	-1,35 ±1,12 (-5,0 – 0)	-1,35 ±1,05 (-5,0 – 0)

\*  $p \leq 0,05$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

\*\*  $p \leq 0,01$  группа сравнения- дооперационные результаты (СЭ: группа сравнения – 1 день после операции)

Таблица 11.1 Результаты прибавки некорригированной остроты зрения в основной и контрольной группах

	Основная группа	Контрольная группа
1 день	0,38±0,26 (-0,1 – 0,99)	0,18±0,24 (-0,3 – 0,69) **
1неделя	0,34±0,23 (-0,2 – 0,99)	0,14±0,23 (-0,4 – 0,75) **
1месяц	0,38±0,24 (-0,1 – 0,89)	0,16±0,25 (-0,3 – 0,85) **
3 месяца	0,38±0,24 (-0,1 – 0,99)	0,17±0,26 (-0,3 – 0,85) **
6 месяцев	0,32±0,23 (-0,1 – 0,94)	0,20±0,30 (-0,3 – 0,85) *
9 месяцев	0,35±0,27 (-0,22 – 0,99)	0,20±0,30 (-0,3 – 0,85) *
1 год	0,36±0,29 (-0,1 – 0,99)	0,21±0,30 (-0,1 – 0,90) *

\* $p < 0,05$  (основная группа-группа сравнения)

\*\*  $p < 0,01$  (основная группа-группа сравнения)

Таблица 11.2 Результаты прибавки корригированной остроты зрения в основной и контрольной группах

	Основная группа	Контрольная группа
1 день	0,41±0,26 (-0,1 – 0,99)	0,17±0,30 (-0,70 – 0,78) **
1неделя	0,47±0,27 (-0,2 – 0,99)	0,28±0,31 (-0,70 – 0,77) **
1месяц	0,52±0,28 (0 – 1,0)	0,34±0,33 (-0,70 – 0,88) **
3 месяца	0,53±0,27 (0 – 1,0)	0,34±0,32 (-0,20 – 0,97) **
6 месяцев	0,49±0,31 (-0,1 – 1,0)	0,31±0,34 (-0,70 – 0,97) *
9 месяцев	0,47±0,32 (-0,1 – 0,99)	0,36±0,29 (-0,20 – 0,97)
1 год	0,48±0,32 (-0,1 – 0,99)	0,36±0,30 (-0,20 – 0,97)

\* $p < 0,05$  (основная группа-группа сравнения)

\*\*  $p < 0,01$  (основная группа-группа сравнения)

Показатели некорригированной остроты зрения в основной группе достоверно увеличились на следующий день после операции ( $p < 0,01$ ), составив  $0,47 \pm 0,26$  ( $0,04 - 1,00$ ) и оставались стабильными до конца срока наблюдения. В контрольной группе показатели некорригированной остроты зрения также достоверно увеличились на следующий день после операции ( $p < 0,01$ ), составив  $0,31 \pm 0,22$  ( $0,01 - 0,9$ ) и оставались стабильными до конца срока наблюдения. Изменения прибавки некорригированной и корригированной остроты зрения в каждый срок наблюдения представлены в Таблице 11.1. Средняя прибавка некорригированной остроты зрения в основной группе на следующий день после операции составила  $0,38 \pm 0,26$ , оставаясь стабильной до конца срока наблюдения. В контрольной группе средняя прибавка некорригированной остроты зрения на следующий день после операции составила  $0,18 \pm 0,24$  и к 1 году достигла  $0,21 \pm 0,30$ . Учитывая разницу в планируемой рефракции, сравнение некорригированной остроты зрения между группами не показательно, в то же время, больший срок прибавки некорригированной остроты зрения в контрольной группе косвенно указывает на более продолжительный реабилитационный период.

Сравнивая уровень остроты зрения на разных послеоперационных сроках в динамике, обращает на себя внимание следующее. Показатели корригированной остроты зрения в основной группе достоверно увеличились на следующий день после операции ( $p < 0,01$ ), составив  $0,61 \pm 0,24$  ( $0,08 - 1,0$ ) и достигли наибольшего значения к 3 месяцу после операции ( $0,73 \pm 0,25$  ( $0,10 - 1,0$ )), оставаясь стабильно высокими до конца срока наблюдения. В контрольной группе показатели корригированной остроты зрения также достоверно увеличились на следующий день после операции ( $p < 0,01$ ), составив  $0,47 \pm 0,24$  ( $0,01 - 0,9$ ) и достигли наибольшего значения к 1 году после операции ( $0,66 \pm 0,27$  ( $0,01 - 1,0$ )).

Динамика прибавки корригированной остроты зрения относительно дооперационных значений в каждый срок наблюдения представлена в Таблице 11.2.

Средняя прибавка скорректированной остроты зрения в основной группе относительно дооперационных значений на следующий день после операции составила  $0,41 \pm 0,26$ , изменившись к 3 месяцу после операции до  $0,53 \pm 0,27$ . В контрольной группе средняя прибавка скорректированной остроты зрения на следующий день после операции составила  $0,17 \pm 0,30$ , к 9 месяцам достигнув максимального значения, равного  $0,36 \pm 0,29$ .

В сроки наблюдения 1 сутки – 6 месяцев отмечена достоверная разница между группами как в показателях прибавки нескорректированной, так и скорректированной остроты зрения. В сроки 9 месяцев и 1 год отмечены достоверные отличия только в показателях изменения нескорректированной остроты зрения, в то время как показатели изменения скорректированной остроты зрения отличались недостоверно, но по средним значениям в основной группе показатель прибавки скорректированной остроты зрения превышал таковой в контрольной.

Коэффициенты эффективности и безопасности в сроке 1 год в основной группе составили 500 и 533 соответственно, в контрольной группе - 250 и 471 соответственно.

Уровень ВГД в основной и контрольной группах на разных этапах наблюдения представлен в таблицах 9.1, 9.2, 10.1, 10.2. На следующий день после операции ВГД в основной группе составило  $19,02 \pm 8,52$  (9,00 - 55,00) мм рт ст, в контрольной группе –  $18,18 \pm 8,69$  (6,00 - 49,00) мм рт ст. Показатели ВГД в основной группе достоверно отличались в сторону меньших значений в сроки 6 и 9 месяцев после операции по сравнению с дооперационными значениями ( $p < 0,05$ ). По сравнению с ранним послеоперационным периодом достоверные отличия наблюдали в срок 9 месяцев ( $p < 0,05$ ). В контрольной группе показатели ВГД достоверно не отличались от дооперационных значений ( $p > 0,05$ ). По сравнению с ранним послеоперационным периодом достоверных отличий во все сроки

наблюдения также выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Наблюдалось достоверно меньшее значение показателя ВГД в основной группе по сравнению с контрольной в сроки 1 неделя ( $p < 0,01$ ), 1 месяц, 6 месяцев ( $p < 0,05$ ), 9 месяцев ( $p < 0,01$ ). Данный факт связан с большим процентом случаев транзиторной офтальмогипертензии в контрольной группе.

Показатели хирургически индуцированного астигматизма не превышали 0,5 дптр в обеих группах (таблицы 9.1, 9.2, 10.1, 10.2). Положение главных осей астигматизма сохранялось. При изменении соотношения «сильна-слабая ось» после операции на противоположное величина астигматизма была суммой значений астигматизма до и после операции. Средние показатели роговического астигматизма в основной группе отличались от дооперационных значений лишь на следующий день после операции ( $p < 0,01$ ) и составили  $1,27 \pm 0,63$  дптр. Наименьшее среднее значение роговического астигматизма достигнуто к 1 неделе после операции, оно составило  $0,92 \pm 0,56$  дптр. В контрольной группе средние показатели роговического цилиндра значимо отличались в сроки 1 неделя - 3 месяца после операции по сравнению с дооперационными значениями. Максимальное среднее значение роговического астигматизма отмечали через 1 неделю после операции и составило  $1,54 \pm 1,28$  дптр. Самое низкое среднее значение было достигнуто к 9 месяцам после операции и составило  $1,35 \pm 1,12$  дптр. Статистической разницы между основной и контрольной группами на всех сроках наблюдения в изменении средних значений роговического цилиндра не было.

Результаты изменения плотности и потери эндотелиальных клеток в течение 1 года после операции представлены в Таблицах 11.1, 11.2, где отражено изменение плотности и потеря эндотелиальных клеток у пациентов с проведенной на дооперационном этапе эндотелиальной микроскопией, а также данные в послеоперационном периоде всех пациентов.

Таблица 11.1 - Динамика плотности и потери эндотелиальных клеток (кл/мм<sup>2</sup>)

	Основная группа (n=29)		Контрольная группа (n=10)	
	ПЭК	Потеря ЭК	ПЭК	Потеря ЭК
1 день до операции	2243,21±372,80 (1431,0 – 2984,0)		2095,50±483,83 (1137,0 – 2590,0)	
1 нед.	2032,72±425,50 (2822,0 – 1118,0)	210,48±272,11 (-500,0 – 725,0)	1960,30±523,67 (1025 – 2421)	135,20±211,77 (-82,0 – 617,0)
1 мес.	1994,59±469,17 (1091,0 – 2815,0)*	38,14±199,5 (-233,0 – 900,0)	1893,40±517,42 (1130,0 – 2532,0)	66,90±215,38 (-111,0 – 644,0)
3 мес.	1998,0±462,79 (993,0 – 2776,0)*	-3,72±115,90 (-325,0 – 271,0)	1868,20±535,55 (1020,0 – 2556,0)	25,20±44,19 (-24,0 – 110,0)
6 мес.	1995,52±498,48 (642,0 – 2827,0)*	2,79±132,15 (-337,0 – 351,0)	1835,0±490,99 (1129,0 – 2334,0)	33,20±111,58 (-146,0 – 246,0)
9 мес.	1977,21±502,67 (642 – 2732,0)*	18,31±93,32 (-228,0 – 383,0)	1792,70±489,84 (1128,0 – 2512,0)	42,30±197,37 (-202,0 – 536,0)
1 год	1957,52±496,51 (642 – 2772,0)*	19,69±70,54 (-99,0 – 282)	1716,20±437,81 (1127,0 – 2272,0)	76,50±173,84 (-108,0 – 502,0)

\* p<0,05 (группа сравнения- дооперационные значения)



Таблица 11.2 Динамика плотности и потери эндотелиальных клеток в послеоперационный период по сравнению со сроком 1 неделя (кл/мм<sup>2</sup>)

	Основная группа (n=58)		Контрольная группа (n=30)	
	ПЭК	Потеря ЭК	ПЭК	Потеря ЭК
1 нед.	2029,81±480,74 (737,0 – 2822)		1819,0±546,31 (1025 – 2883)	
1 мес.	2010,97±475,22 (735,0 – 2815,0)	18,84±203,0 (-847,0 – 900,0)	1796,43±543,69 (1044,0 – 2819,0)	22,57±142,76 (-172,0 – 644,0)
3 мес.	2020,29±486,80 (737 – 2776,0)	-9,33±138,0 (-527,0 – 351,0)	1785,73±554,65 (1020,0 – 2695,0)	10,70±102,95 (-455,0 – 138,0)
6 мес.	2010,07±503,08 (642 – 2827,0)	10,22±102,61 (-337,0 – 351,0)	1722,63±563,15 (754,0 – 2819,0)	63,10±148,91 (-146,0 – 595,0)
9 мес.	2000,76±504,03 (642 – 2732,0)	9,31±88,53 (-228,0 – 383,0)	1712,83±546,85 (758,0 – 2571,0)	9,80±137,90 (-202,0 – 536,0)
1 год	1997,79±495,67 (642 – 2772,0)	2,97±69,84 (-284 – 282)	1672,87±508,98 (756,0 – 2502,0)	39,97±126,57 (-184,0 – 502,0)

Потеря эндотелиальных клеток в основной группе наблюдения в сравнении с дооперационными значениями составила в срок 1 неделя  $210,48 \pm 272,1$  кл/мм<sup>2</sup>, в контрольной группе –  $135,20 \pm 211,77$  кл/мм<sup>2</sup>, разница между группами достоверно незначимая ( $p=0,43$ ), в то же время отмечена тенденция к большей потере клеток после операции в контрольной группе. Средние относительные значения потери эндотелиальных клеток в сравнении с дооперационными значениями в основной и контрольной группах представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты потери эндотелиальных клеток в основной и контрольной группах в сравнении с дооперационными значениями

	Средняя потеря эндотелиальных клеток (%)	
	Основная группа n=29	Контрольная группа n=10
1 нед.	9,4±12,6 (-24,7-35,9)	6,7±11,3 (-5,8-34,4)
1 мес.	10,8±16,5 (-28,0-54,6)	8,9±16,3 (-6,4-39,1)
3 мес.	10,9±14,8 (-18,0-49,4)	10,5±16,2 (-6,4-40,8)
6 мес.	11,4±16,7 (-26,3-55,1)	11,1±17,4 (-6,4-47,8)
9 мес.	12,3±16,7 (-25,5-55,1)	12,4±20,6 (-14,5-47,8)
1 год	13,2±16,4 (-22,9-55,1)	16,2±18,4 (-11,8-47,8)

Выявлено, что потеря эндотелиальных клеток в течение всего периода наблюдения в основной группе была меньше, чем в контрольной. Наибольшую потерю эндотелиальных клеток в основной группе наблюдали в срок 1 месяц после операции, что связано с процессом стабилизации ВГД в раннем послеоперационном периоде. В контрольной группе наибольшую потерю эндотелиальных клеток наблюдали в срок 6 месяцев после операции. Процент потери эндотелиальных клеток со временем увеличивается больше в контрольной группе, чем в основной. Потеря эндотелиальных клеток в

основной группе по сравнению с дооперационными значениями в срок 1 год составила 13,2%, в сравнении со сроком 1 неделя после операции – 1,6%. В контрольной группе потеря эндотелиальных клеток по сравнению с дооперационными значениями в срок 1 год составила 16,2%, в сравнении со сроком 1 неделя после операции – 8,0%. Разница между группами была статистически незначима. Тенденция к большей послеоперационной потере эндотелиальных клеток в течение года в контрольной группе может быть связана с менее стабильным положением ИОЛ.

Ранние и поздние послеоперационные осложнения представлены в таблицах 13.1, 13.2.

Таблица 13.1–Послеоперационные осложнения в основной и контрольной группах. Ранние сроки наблюдения (1 день - 1 месяц)

Осложнение	Период наблюдения					
	1 день		1 неделя		1 месяц	
	Осн. гр. n=60 (%)	Контр. гр. n=40 (%)	Осн. гр. n=60 (%)	Контр. гр. n=40 (%)	Осн. гр. n=60 (%)	Контр. гр. n=40 (%)
Отек роговицы	21,7	22,5	3,3	10	1,7	0
Офтальмогипертензия	16,7	17,5	10,0	27,5	3,3	15
КЗМО	0		0		5,0	7,5

Таблица 13.2–Послеоперационные осложнения в основной и контрольной группах. Поздние сроки наблюдения (3 месяца- 1 год)

Осложнение	Период наблюдения							
	3 мес		6 мес		9 мес		1 год	
	Осн.	Контр.	Осн.	Контр.	Осн.	Контр.	Осн.	Контр.

	гр. n=60 (%)	гр. n=40 (%)	гр. n=60 (%)	гр. n=40 (%)	гр. n=60 (%)	гр. n=40 (%)	гр. n=60 (%)	гр. n=40 (%)
Офтальмо- Гипертензия	6,7	2,5	1,7	10	1,7	12,5	1,7	7,5
КЗМО	11,7	7,5	5,0	10	5,0	2,5	0	

На следующий день после операции в основной группе отек роговицы наблюдали в 21,7%, в контрольной группе – в 22,5% случаев. В основной группе гипертензионный отек роговицы был в 3 (5%) случаях, в контрольной – в 3 (7,5%) случаях. В данных случаях отек роговицы купировали назначением гипотензивных средств. В остальных случаях отек был механического характера и связан с высокой плотностью хрусталика и большим количеством затраченного ультразвука. К 1 неделе после операции в контрольной группе отмечена большая частота отека роговицы в контрольной группе, что связано, возможно, с более длительным периодом компенсации ВГД. Важно отметить, что частота случаев офтальмогипертензии в контрольной группе почти на всех сроках наблюдения была намного выше, чем в основной.

Максимальную частоту клинически значимого макулярного отека (КЗМО) в основной группе наблюдали в срок 3 месяца, что соответствует данным литературы о встречаемости КЗМО после ФЭ+ИОЛ в неосложненных случаях. В контрольной группе максимальную частоту КЗМО наблюдали в срок 6 месяцев. К 1 году ни в одной группе КЗМО не было, что говорит об отсутствии тракционного синдрома как в основной, так и в контрольной группах. Необходимо отметить, что большая часть случаев КЗМО встречалась у пациентов с исходным утолщением макулярной зоны. Для исключения влияния дооперационного патологического состояния

фовеолярной зоны количественный анализ проводили у пациентов с исходно нормальной ее толщиной.

Таким образом, по результатам данного исследования отмечена достоверно большая прибавка корригированной остроты зрения в основной группе в сроки 1-6 месяцев в сравнении с контрольной, в связи с этим, зрительная реабилитация пациента проходила быстрее в группе с иридо-капсульной фиксацией ИОЛ, чем с ирис-фиксацией. Коэффициенты эффективности и безопасности к 1 году после операции в основной группе превышали показатели в контрольной. В основной группе ВГД на всем протяжении наблюдения было более стабильным, чем в контрольной. Показатели хирургически индуцированного астигматизма не превышали 0,5 дптр в обеих группах, что указывает на предсказуемость и безопасность инъекторной технологии имплантации эластичной зрачковой ИОЛ.

При анализе потери эндотелиальных клеток выявлена меньшая потеря эндотелиальных клеток при иридо-капсульной фиксации ИОЛ в послеоперационный период, чем при ирис-фиксации.

Частота таких послеоперационных осложнений, как послеоперационная офтальмогипертензия, субклинический и клинически значимый макулярный отек в основной группе была меньше, чем в контрольной.

#### **4.3.2. Результаты оценки толщины фовеолярной зоны сетчатки**

Показатели толщины фовеолярной зоны сетчатки, прибавки толщины фовеолярной зоны и их изменения в обеих группах представлены в таблицах 14.1 и 14.2.

Таблица 14.1 Изменение толщины фовеолярной зоны в основной (n=34) и контрольной группах (n=11)

	Основная группа (μm)	Контрольная группа (μm)
1 неделя	256,87±18,29 (220 – 224)	262,42±18,21 (220 – 290)
1 месяц	265,74±22,20 (226 – 323)	267,08±24,68 (220 – 312)
3 месяца	270,69±26,30 (218 – 341)* *	278,83±50,81 (218 – 419)
6 месяцев	264,77±24,56 (220 – 341)	281,83±61,04 (215 – 461)
9 месяцев	263,56±21,74 (231 – 341)	269,42±32,39 (222 – 344)
1 год	261,95±19,58 (225 – 300)	269,08±28,84 (219 – 329)

\*\* p <0,01

Таблица 14.2 Изменение прибавки толщины фовеолярной зоны в основной (n=34) и контрольной группах (n=11)

	Основная группа (μm)	Контрольная группа (μm)
1 месяц	8,87±20,02 (-28 – 71)	4,67±18,43 (-31 – 49)
3 месяца	13,82±25,85 (-52 – 86)	16,42±45,13 (-31 – 151)
6 месяцев	7,90±22,23 (-50 – 86)	19,42±56,63 (-31 – 193)
9 месяцев	6,69±19,90 (-28 – 86)	7,00±27,05 (-33 – 76)
1 год	5,08±17,98 (-37 – 51)	6,67±21,82 (-25 – 61)

Между группами статистических отличий в значениях средней толщины фовеолярной зоны не было ни в один из сроков наблюдения. Однако определяли тенденцию к большему увеличению толщины фовеолярной зоны в контрольной группе, особенно в срок 6 месяцев, в среднем, на  $19,42 \pm 56,63$  мкм. В основной группе статистически значимо толщина сетчатки увеличивалась к 3 месяцу, в среднем, на  $13,82 \pm 25,85$  мкм далее стабилизировалась уже к 6 месяцу. Значения прибавки толщины фовеолярной зоны во все сроки наблюдения статистически не отличаются между группами, а также их изменения внутри основной и контрольной групп статистически незначимы.

Результаты исследования увеличения толщины фовеолярной зоны сетчатки отображены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты оценки увеличения толщины фовеолярной зоны сетчатки, наличия СКМО и КЗМО по данным ОКТ в основной и контрольных группах

	Основная группа		Контрольная группа	
	Пациенты n=34	кол-во клинических случаев n=204	пациенты n=11	кол-во клинических случаев n=66
Увеличение толщины фовеолярной зоны	8 (23,5%)	15 (7,3%)	4 (36,4%)	8 (12,1%)
СКМО	7 (20,6%)	14 (6,9%)	2 (18,2%)	6 (9,0%)
КЗМО	1 (2,9%)	1 (0,5%)	2 (18,2%)	2 (3,0%)

В основной группе случаев изменения толщины фовеолярной зоны было меньше, чем в контрольной группе. При этом случаев выявления как субклинического (СКМО), так и клинически значимого макулярного отека (КЗМО) в основной группе было меньше. В большинстве случаев в обеих группах макулярный отек купировали назначением нестероидных и стероидных противовоспалительных препаратов, а также ингибиторов карбоангидразы. В 1 случае основной группы макулярный отек не купировался на фоне консервативной терапии и был обусловлен сосудистыми нарушениями, подтвержденными данными доплерографии. В контрольной группе в 1 случае был выраженный тракционный синдром, однако к 7 месяцу после операции вследствие спонтанной задней отслойки стекловидного тела толщина сетчатки уменьшилась до значений нормы и оставалась стабильной до конца срока наблюдения.

Таким образом, при изучении изменений в фовеолярной зоне методом ОКТ отмечено, что в сроки 3 месяца –1 год наблюдается тенденция к меньшей прибавке толщины фовеолярной зоны в основной группе, чем в контрольной. В основной группе отмечена тенденция к более стабильной толщине фовеолярной зоны сетчатки на сроке наблюдения до 1 года в сравнении с контрольной, и случаев как субклинического (СКМО), так и клинически значимого макулярного отека (КЗМО) в основной группе было меньше, чем в контрольной.

#### **4.4. Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ**

В связи с новым типом фиксации эластичной зрачковой ИОЛ и наличием обзорного описания в литературе положения ИОЛ при ирис-фиксации, используя лишь качественный анализ снимков УБМ, стало актуальным изучить анатомо-топографические особенности переднего



отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ. Наличие ОКТ RTVue сделало возможным разработку методики и оценки положения ИОЛ методом ОКТ, а также разработку методики и оценки динамического положения эластичной зрачковой ИОЛ. Учитывая зрачковое положение ИОЛ и необходимость выполнения базальной колобомы, отсутствие рекомендаций по локализации и количеству выполняемых колобом, важным стало изучить ротационную стабильность эластичной зрачковой ИОЛ и определить локализацию выполнения базальной иридэктомии.

#### **4.4.1. Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ по данным УБМ (горизонтальное положение тела пациента)**

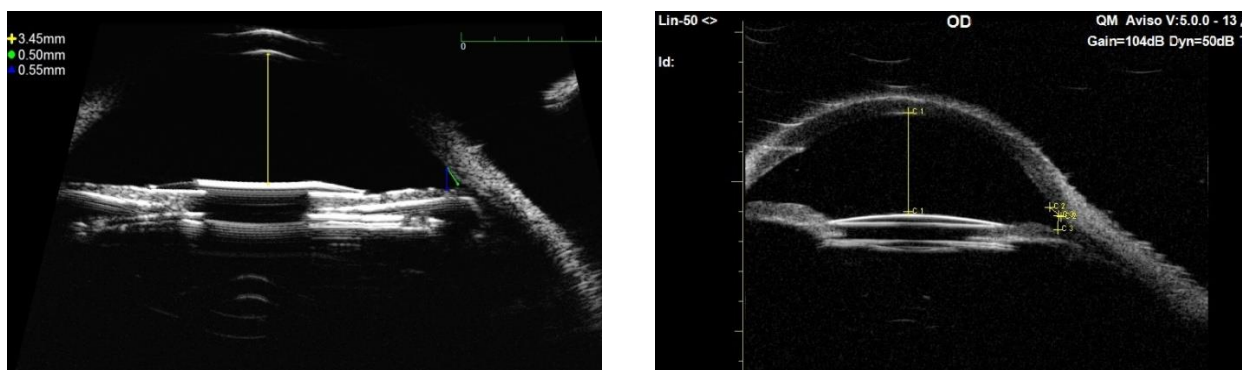
Для изучения положения ИОЛ в основной и контрольной группах первым этапом было проведено исследование методом УБМ по стандартной методике в горизонтальном положении пациента (рисунок 18).



Рисунок 18—проведение ультразвуковой биомикроскопии

Пациенты были отобраны случайным образом. Измерены наиболее клинически значимые дистанции (Д.). Снимки УБМ переднего отрезка глаза

пациентов основной и контрольной групп в виде примеров представлены на рисунках 19-21.



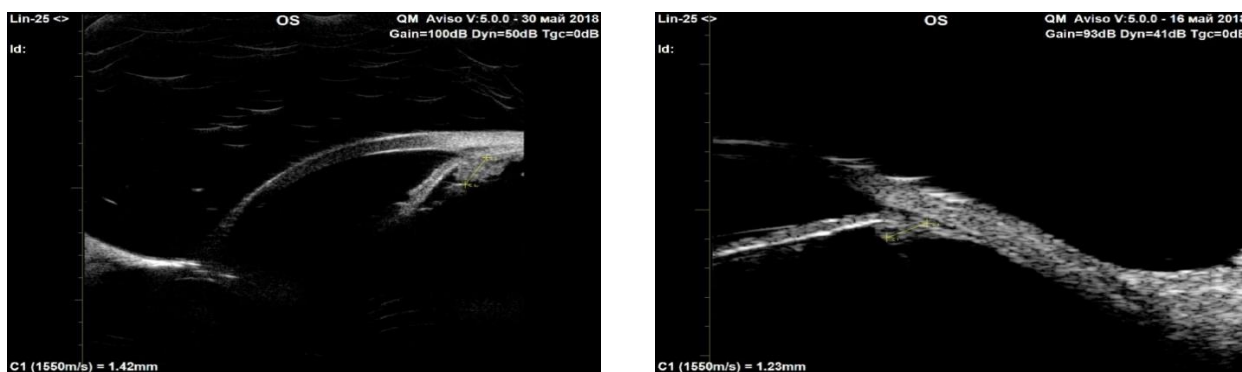
**А**

**Б**

**А** — дистанции «глубина передней камеры» и «трабекула-радужка» в основной группе

**Б**— дистанции «глубина передней камеры» и «трабекула-радужка» в контрольной группе

Рисунок 19- оценка профиля угла передней камеры в основной и контрольной группах



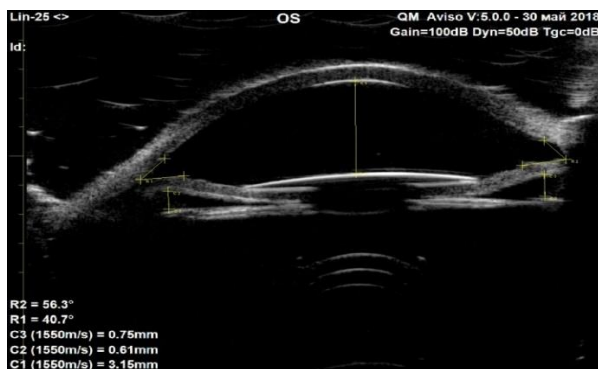
**А**

**Б**

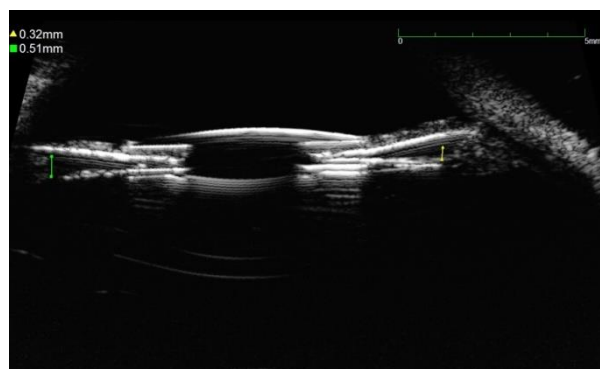
**А**—толщина цилиарного тела в основной группе

**Б**—толщина цилиарного тела в контрольной группе

Рисунок 20- оценка толщины цилиарного тела в основной и контрольной группах



А



Б

А- дистанции «радужка-передний гаптический элемент», «радужка-задний гаптический элемент» в основной группе

Б- дистанции «радужка-передний гаптический элемент», «радужка-задний гаптический элемент» в контрольной группе

Рисунок 21- положение ИОЛ относительно профиля радужки в основной и контрольной группах

Анатомо-топографические параметры переднего отрезка глаза с эластичной зрачковой ИОЛ в обеих группах, измеренные при проведении УБМ, представлены в таблице 16.

Таблица 16–Анатомо-топографические параметры переднего отрезка глаза с эластичной зрачковой ИОЛ в основной и контрольной группах, измеренные при проведении УБМ

	Основная группа (n=23)	Контрольная группа (n=14)
Глубина передней камеры, мм	3,11±0,36 (2,19-3,69)	2,91±0,29 (2,38-3,45)
Д. «трабекула-радужка», мм	0,73±0,21 (0,39-1,17)	0,65±0,16 (0,45-1,03)
Д. «радужка-передний	Полное прилегание переднего гаптического	

гаптический элемент», мм	элемента к передней поверхности радужки	
Д. «радужка-задний гаптический элемент», мм	0,29±0,21 (0-0,69)	0,29±0,30 (0-1,08)
Толщина цилиарного тела, мм	0,91±0,35 (0,60-1,67)	0,99±0,33 (0,70-1,62)
Глубина задней камеры, мм	0,59±0,11 (0,38-0,82)	отсутствие капсульного мешка

По данным УБМ среднее значение глубины передней камеры в основной группе больше, чем в контрольной группе, однако указанная разница статистически не значима ( $p=0,10$ ), дистанция «трабекула-радужка» в основной группе незначительно больше, чем в контрольной группе ( $p=0,24$ ). По данным УБМ в обеих группах передний гаптический элемент ИОЛ плотно прилежит к передней поверхности радужки. Среднее расстояние от радужки до передней поверхности заднего гаптического элемента ИОЛ по данным УБМ было одинаково в обеих группах, но необходимо отметить, что в основной группе между задним гаптическим элементом и пигментным листком радужки находится передняя капсула, что снижает риск вымывания пигмента. Среднее значение этой дистанции значительно меньше расстояния между профилем радужки и передней поверхностью заднекамерной ИОЛ. Это обусловлено конструкцией эластичной зрачковой ИОЛ и протяженностью оптического цилиндра.

Измеренная методом УБМ после хирургического вмешательства толщина цилиарного тела, которая может служить характеристикой субклинического воспаления, не отличалась между группами, выраженной асимметрии выявлено не было ( $p=0,46$ ). Ни в одном случае не наблюдали контакт гаптического элемента с цилиарным телом. Исходя из отсутствия признаков раздражения цилиарного тела, можно исключить выраженное

смещение ИОЛ вниз в вертикальном положении как в случае наличия, так и в случае отсутствия капсульного мешка. Это достигается благодаря двухплоскостной конструкции ИОЛ (передний гаптический элемент прилегает к передней поверхности радужки, а задний находится позади радужки (в случае наличия капсульного мешка, фиксируется в нем), оптический цилиндр диаметром 3,2 мм находится в просвете зрачка) и благодаря исходному или индуцированному ограничению экскурсии зрачка.

Глубину задней камеры по данным УБМ оценивали только в основной группе, она составила  $0,59 \pm 0,11$  (0,38-0,82) мм.

Таким образом, по данным УБМ не отмечено значимой разницы между положением ИОЛ в случаях иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации. Важно отметить, что УБМ проводят в горизонтальном положении тела пациента, тогда, когда под собственной тяжестью ИОЛ может смещаться к заднему полюсу глаза. В положении пациента «лежа на спине» гиалоидная мембрана в обеих группах может выполнять функцию опоры, создавая условия, когда ИОЛ самоцентрируется по поверхности стекловидного тела. Поэтому метод УБМ при всей его информативности не позволяет оценить анатомию переднего отрезка глаза в привычном вертикальном положении тела пациента. Стало актуальным проведение исследования положения ИОЛ в вертикальном положении тела пациента.

#### **4.4.2 Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ по данным ОКТ (вертикальное положение тела пациента)**

В настоящее время разрешение оптического когерентного томографа RTVue позволяет изучить положение ИОЛ относительно других структур глаза. ОКТ позволяет более четко визуализировать структуры глаза в привычном вертикальном положении пациента (рисунок 21), исключая блики и артефакты. В то же время, специфика исследования ограничивает визуализацию через непрозрачные ткани.



Рисунок 21—проведение ОКТ

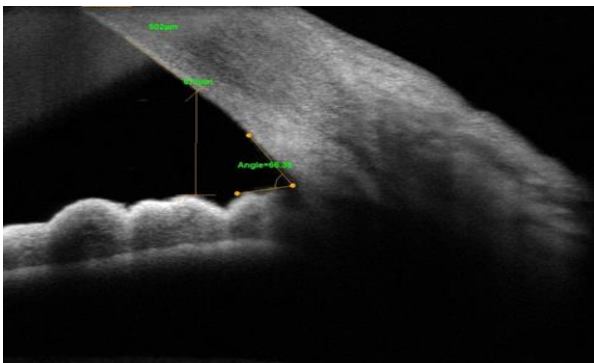
Выборка пациентов для исследования была случайной. Были определены возможные для оценки дистанции, разработана методика проведения исследования положения ИОЛ при помощи ОКТ. Для разработки методики проведения ОКТ оценки положения ИОЛ, использовали аналогию с проведением изучения положения ИОЛ методом УБМ. В режиме Crossline определяли следующие дистанции: «трабекула-радужка», «радужка-

передний гаптический элемент», «ИОЛ-задняя капсула», «ИОЛ-передняя гиалоидная мембрана» во взаимно перпендикулярных меридианах.

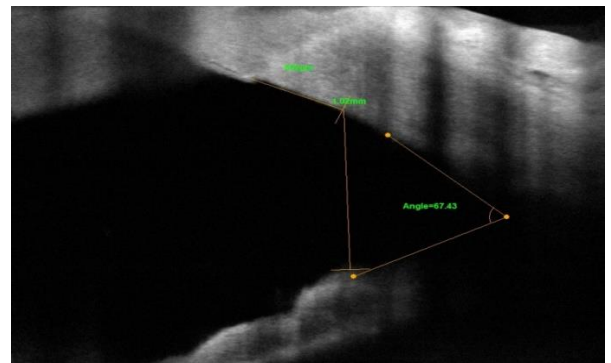
Для определения дистанций использовали встроенное в прибор программное обеспечение. Дистанции определяли следующим образом:

1. Дистанцию «трабекула-радужка» (мм) определяли по перпендикуляру от эндотелия роговицы до передней поверхности радужки на расстоянии 500 мкм от склеральной шпоры.
2. Дистанцию «радужка-передний гаптический элемент» (мм) измеряли по перпендикуляру между передним гаптическим элементом и передней поверхностью радужки в противоположных меридианах.
3. Дистанцию «ИОЛ-задняя капсула» (мм) измеряли по перпендикуляру от задней части оптического цилиндра до задней капсулы.
4. Дистанцию «ИОЛ-передняя гиалоидная мембрана» (мм) измеряли по перпендикуляру от задней части оптического цилиндра до передней гиалоидной мембраны.

Снимки ОКТ переднего отрезка глаза пациентов основной и контрольной групп в качестве примеров представлены на рисунках 22-23.



**А**

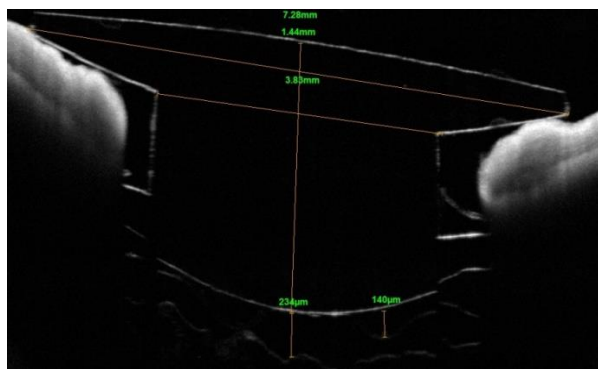


**Б**

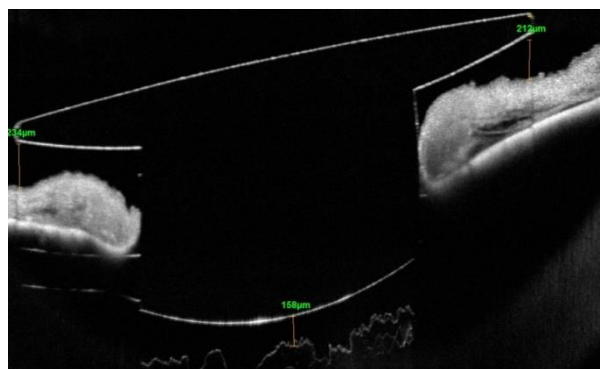
А—дистанция «трабекула-радужка» в основной группе

Б—дистанция «трабекула-радужка» в контрольной группе

Рисунок 22—оценка профиля угла передней камеры в основной и контрольной группах



**А**



**Б**

А- дистанции «радужка-передний гаптический элемент», «ИОЛ-передняя гиалоидная мембрана» в основной группе

Б- дистанции «радужка-передний гаптический элемент», «ИОЛ-передняя гиалоидная мембрана» в контрольной группе

Рисунок 23–положение ИОЛ относительно профиля радужки и передней гиалоидной мембраны в основной и контрольной группах

В таблице 17 представлены анатомо-топографические параметры переднего отрезка глаза с эластичной зрачковой ИОЛ, измеренные при проведении ОКТ в основной и контрольной группах.

Таблица 17–Анатомо-топографические параметры переднего отрезка глаза с эластичной зрачковой ИОЛ, измеренные при проведении ОКТ в основной и контрольной группах

Дистанция	Основная группа (n=25)	Контрольная группа (n=18)
«трабекула-радужка», мм	0,53±0,25 (0,17-0,97)	0,56±0,29 (0,17-1,48)
«радужка-передний гаптический элемент», мм	0,02±0,05 (0-0,23)	0,15±0,08 (0-0,30)



«ИОЛ-задняя капсула», мм	0,05±0,07 (0-0,30)	отсутствие капсульного мешка
«ИОЛ-передняя гиалоидная мембрана», мм	0,28±0,14 (0,09-0,60)	0,24±0,17 (0,08-0,49)

При оценке положения ИОЛ методом ОКТ возможно было визуализировать и измерить дистанции «трабекула-радужка», «радужка-передний гаптический элемент» по аналогии с методикой определения методом УБМ. Измерить толщину цилиарного тела и глубину задней камеры методом ОКТ невозможно из-за оптической непрозрачности радужной оболочки. Однако методом ОКТ удалось визуализировать и измерить дистанции: «ИОЛ-задняя капсула», «ИОЛ-передняя гиалоидная мембрана», которые не определяются методом УБМ в связи с большим количеством бликов от ИОЛ.

По данным ОКТ дистанция «трабекула-радужка» не зависела от типа фиксации ИОЛ ( $p=0,70$ ), но средние значения дистанции «трабекула-радужка» по данным ОКТ были меньше, чем по УБМ. Методом ОКТ дистанцию «радужка-передний гаптический элемент» определяли в обеих группах, она была достоверно больше в контрольной группе ( $p < 0,01$ ). Отмечали практически полное прилегание задней капсулы к заднему гаптическому элементу. Расстояние между передней гиалоидной мембраной и задним гаптическим элементом или задней капсулой по данным ОКТ наблюдали во всех случаях. В контрольной группе данный параметр определяли у пациентов с сохранной передней гиалоидной мембраной. Наличие расстояния между задней поверхностью ИОЛ и передней гиалоидной мембраной в случае отсутствия капсульного мешка указывало на отсутствие адгезии ИОЛ к поверхности стекловидного тела. В обеих группах дистанция «ИОЛ-стекловидное тело» была практически одинакова ( $p=0,54$ ).

По данным ОКТ визуализировали расстояние между поверхностью радужки и передней поверхностью ИОЛ, которое отсутствует по данным УБМ, при этом данное расстояние значимо больше в группе с ирис-фиксацией. Можно предположить, что при перемене положения тела с горизонтального на вертикальное, ИОЛ смещается относительно профиля радужки, что может приводить к динамическому контакту ИОЛ с радужкой и повреждению ее пигментного листка.

Однако учитывая, что в группы входили пациенты из двух случайных выборок, которым провели только один из двух методов исследования, индивидуальные анатомические параметры глаз могли повлиять на результаты измерения дистанций.

#### **4.4.3 Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза с имплантированной эластичной зрачковой ИОЛ по данным комплексной методики**

Для изучения изменения положения ИОЛ в основной и контрольной группах в зависимости от положения тела пациента был разработан способ определения динамического положения ИОЛ (заявка на патент № 2018145817 от 24.12.2018). Динамическое изменение положения ИОЛ включает движение ИОЛ в просвете зрачка с изменением или без изменения профиля угла передней камеры (изменение только дистанции «радужка-передний гаптический элемент» и/или дистанции «радужка-передний гаптический элемент», и дистанции «трабекула-радужка»). В каждой группе сравнивали результаты параметров дистанция «радужка-передний гаптический элемент» и дистанция «трабекула-радужка» измеренных УБМ и ОКТ.

Методом ультразвуковой биомикроскопии (УБМ) в горизонтальном положении тела пациента измеряли дистанции «трабекула-радужка» (D1) и

дистанции «радужка-передний гаптический элемент» (Д2) , также методом ОКТ RTVue в режиме Crossline в вертикальном положении тела пациента измеряли дистанции «трабекула-радужка» (Д3) и «радужка-передний гаптический элемент» (Д4) в двух взаимно перпендикулярных меридианах диаметрально противоположно, в равноудаленных от центра ИОЛ точках. Далее проводили сравнение дистанций Д1 с Д3, Д2 с Д4 с оценкой изменения положения ИОЛ относительно зрачка при изменении положения тела, а также движения ИОЛ с изменением или без изменения профиля угла передней камеры в зависимости от наличия или отсутствия разницы между Д1 и Д3. Значимыми стали изменения более 0,1мм.

Серии примеров снимков УБМ и ОКТ в основной и контрольных группах представлены на рисунках 24-25.

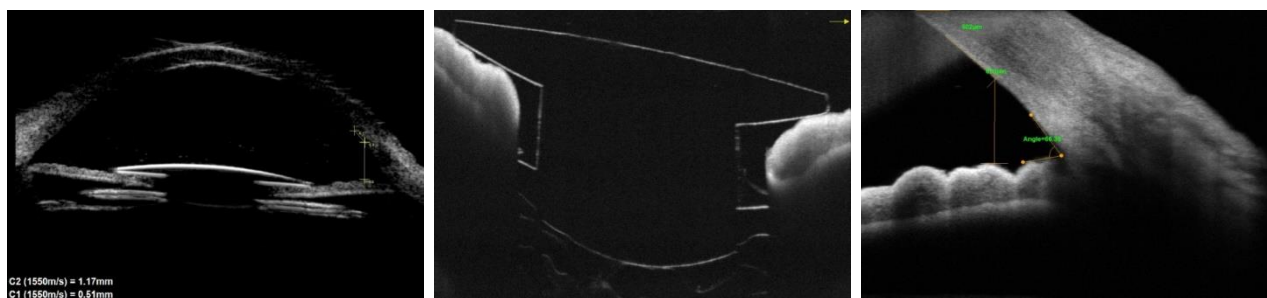


Рисунок 24—УБМ и ОКТ снимки пациента А (иридо-капсулярная фиксация ИОЛ) с оценкой общих измеряемых дистанций: «радужка-передний гаптический элемент», «трабекула-радужка»

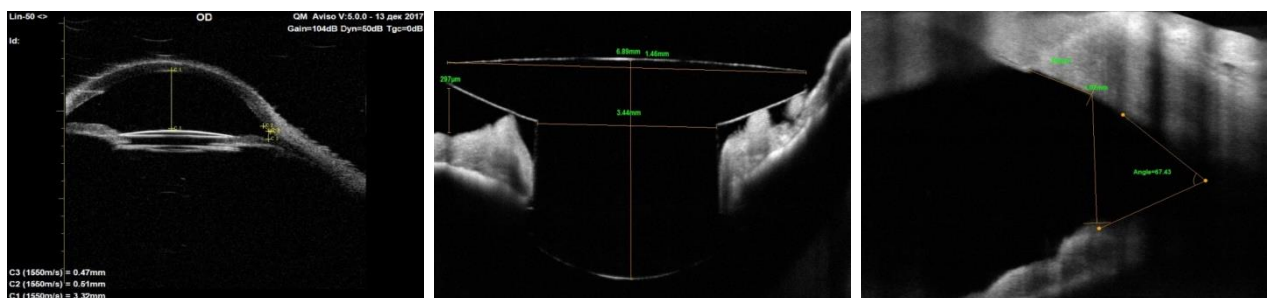


Рисунок 25—УБМ и ОКТ снимки пациента Б (ирис- фиксация ИОЛ) с оценкой

общих измеряемых дистанций: «радужка-передний гаптический элемент»,  
«трабекула-радужка» в основной группе

Общие анатомо-топографические параметры, измеряемые методами УБМ и ОКТ представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты измерения общих параметров при комплексной диагностике методами УБМ и ОКТ в основной и контрольной группах

Параметры	Основная (n=11)	Контрольная (n=9)
Д. «радужка-передний гаптический элемент», УБМ, мм	0,00	
Д. «радужка-передний гаптический элемент», ОКТ, мм	0,01±0,03 (0-0,1)	0,16±0,09 (0-0,30)
Динамическое изменение Д. «радужка-передний гаптический элемент» (ОКТ-УБМ), мм	0,01±0,03** (0-0,1)	0,16±0,09 (0-0,30)
Д. «трабекула-радужка», УБМ, мм	0,75±0,26 (0,39-1,17)	0,61±0,13 (0,45-0,83)
Д. «трабекула-радужка», ОКТ, мм	0,65±0,21 (0,40-0,97)	0,55±0,21 (0,32-1,0)
Динамическое изменение Д. «трабекула-радужка» (УБМ-ОКТ), мм	0,13±0,34 (-0,47-0,56)	0,06±0,19 (-0,23-0,38)

\*\*p <0,01 (группа сравнения- контрольная)

При определении динамического положения эластичной зрачковой ИОЛ выявлено большее значение дистанции «радужка-передний гаптический элемент» в обеих группах при определении ОКТ. Это указывает на то, что при изменении положения тела пациента из горизонтального в вертикальное

в обеих группах выявлено смещение ИОЛ к вершине роговицы относительно профиля радужки, однако смещение в контрольной группе было достоверно больше, чем в основной группе ( $p < 0,01$ ). В основной группе расстояние между профилем радужки и передним гаптическим элементом было отмечено в 2 случаях из 11 (18,2%), в то время как в контрольной группе смещение ИОЛ вперед достоверно ( $p < 0,01$ ) и наблюдали в 8 случаях из 9 (88,9%).

Таким образом, комплексная оценка подтвердила незначительное изменение профиля угла передней камеры (дистанция «трабекула-радужка») зависящее как от вида фиксации (меньшее значение в контрольной группе), так и от изменения положения тела пациента (меньшее значение при вертикальном положении тела пациента). Все изменения профиля угла передней камеры статистически незначимы, поэтому движение ИОЛ происходило в просвете зрачка без изменения профиля угла передней камеры.

#### **4.4.4. Ротационная стабильность эластичной зрачковой ИОЛ в основной и контрольной группах**

Учитывая подвижность ИОЛ относительно профиля радужки, стало актуальным изучить ротационную подвижность ИОЛ как фактор риска закрытия колобомы. На всех сроках наблюдения блокада колобомы гаптическими элементами ИОЛ биомикроскопически, а также признаков зрачкового блока не наблюдали ни в одном случае.

Ротационную стабильность оценивали с помощью модифицированной методики J. Rozema. Данная методика предполагает фотографирование переднего отрезка глаза в проходящем свете, а также измерение угла между эписклеральными сосудами, метками на оптической части ИОЛ и оптическим центром ИОЛ. В данном случае метками на ИОЛ служили

краевые срезы на передней оптической части (рисунок 26), угол отклонения определяли с помощью программного обеспечения IrfanView для Windows 9 (Венский Университет, Австрия).

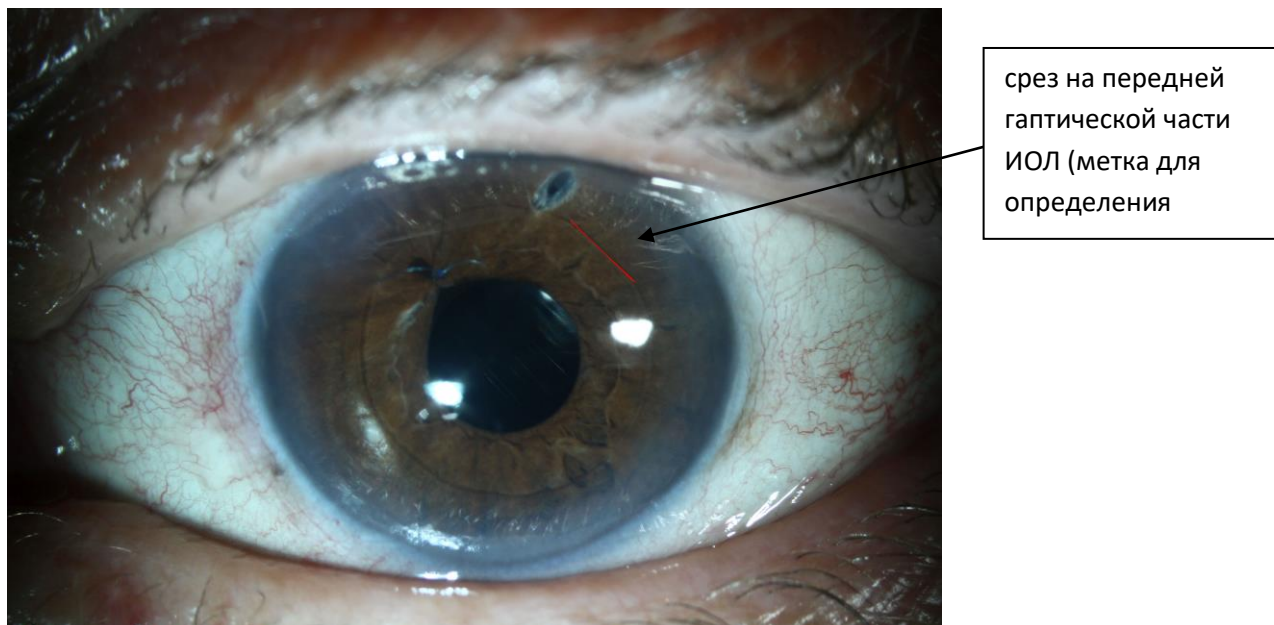


Рисунок 26– Определение ориентира для оценки отклонения ИОЛ

Далее в каждой группе на всех сроках наблюдения определяли ротацию ИОЛ – угол отклонения относительно определенного на 1-е сутки после операции. Выделяли подгруппы с положительной и отрицательной ротацией. Положительной ротацией считали ротацию по часовой стрелке, отрицательной – против. Следующим этапом все показатели ротации привели к абсолютным значениям по модулю для статистического анализа между группами. Результаты ротации ИОЛ в основной и контрольной группах во все сроки наблюдения представлены в таблице 19.

Таблица 19–Результаты отклонения эластичной зрачковой ИОЛ от исходного положения у пациентов в основной и контрольной группах (°)

	Основная группа (n=39)	Контрольная группа (n=31)	p
--	------------------------	---------------------------	---

1 нед.	0,37±0,65 (0— 3,10)	1,09±1,56 (0— 5,56)	0,01
1 мес.	0,86±1,20 (0— 6,77)	3,68±3,51 (0,01— 12,81)	<0,01
3 мес.	1,56±1,56 (0,04— 6,59)	4,72±3,54 (0,52— 17,05)	<0,01
6 мес.	1,32±1,42 (0,03— 5,30)	6,23±4,34 (0,36— 14,63)	<0,01
9 мес.	1,75±1,86 (0,05— 7,10)	5,78±4,72 (0,36— 14,63)	<0,01
1 год	1,92±2,09 (0,05— 8,63)	5,75±4,66 (0,36— 14,63)	<0,01

p- группы сравнения: основная и контрольная группы

Таблица 20—Показатели положительной и отрицательной ротации эластичной зрачковой ИОЛ в основной и контрольной группах (°)

	Основная группа (n=39)		Контрольная группа (n=30)	
	Положительная ротация (n=31)	Отрицательная ротация (n=29)	Положительная ротация (n=24)	Отрицательная ротация (n=18)
1 нед.	0,92±0,87	-0,61±0,59	3,10±1,76	-0,89±0,59

	(0,07— 3,10)	(-1,40— -0,06)	(0,41— 5,56)	(-1,61— -0,10)
1мес.	1,06±0,82 (0,06— 2,41)	-0,93±1,51 (-6,77— -0,06)	4,53±4,39 (0,01— 12,81)	-2,66±1,59 (-5,31— -0,83)
3 мес.	1,92±1,92 (0,05— 6,59)	-1,28±1,13 (-4,52— -0,04)	5,09±4,10 (0,52— 17,05)	-4,14±2,45 (-6,89— -1,18)
6 мес.	1,52±1,66 (0,03— 5,30)	-1,12±1,13 (-4,52— -0,14)	6,53±4,22 (1,44— 14,63)	-5,69±4,71 (-11,14— -0,38)
9 мес.	2,19±2,30 (0,05— 7,10)	-1,30±1,14 (-3,78— -0,06)	6,42±4,82 (1,39— 14,63)	-4,20±4,33 (-11,14— -0,36)
1год	2,46±2,65 (0,05— 8,63)	-1,40±1,21 (-4,20— -0,06)	6,38±4,74 (1,39— 14,63)	-4,20±4,33 (-11,14— -0,36)

В основной группе, где задний гаптический элемент располагается в капсульном мешке, средние показатели ротации по модулю во все сроки составили  $1,30^\circ$  с разбросом от  $0^\circ$  до  $8,63^\circ$ . Значение ротации во все сроки достоверно увеличивалось относительно значений в первую неделю после операции ( $p < 0,05$  в срок 1 месяц после операции, далее  $p < 0,01$ ), в то же время относительно предыдущего срока наблюдения ротация достоверно увеличивалась лишь в первый и третий месяцы после операции ( $p < 0,05$ ). В контрольной группе, где капсульный мешок отсутствовал, средние показатели ротации по модулю во все сроки составили  $4,54^\circ$  и варьировали от  $0^\circ$  до  $17,05^\circ$ . Значение ротации достоверно увеличилось относительно значений в первую неделю после операции в 1 месяц наблюдения ( $p < 0,01$ ), в то же время относительно предыдущего срока наблюдения ротация



достоверно увеличивалась на всех сроках ( $p < 0,01$ ). При сравнении значений ротаций основной и контрольной групп отмечали достоверно большую ротацию в контрольной группе, чем в основной на всех сроках наблюдения ( $p < 0,01$ ).

В обеих группах отмечали как положительную, так и отрицательную ротацию. Результаты отражены в таблице 20. При обследовании на всех сроках наблюдения в основной группе положительную ротацию ИОЛ наблюдали 102 раза, а отрицательную – 105 раз. Среднее значение положительной ротации во все сроки составило  $1,68^\circ$ , значения варьировали от  $0,03^\circ$  до  $8,63^\circ$ . Среднее значение отрицательной ротации во все сроки составило  $1,11^\circ$ , значения варьировали от  $0,04^\circ$  до  $6,77^\circ$ . Положительная и отрицательная ротации статистически не менялись ни по отношению к 1 неделе после операции, ни по отношению к предыдущему сроку наблюдения ( $p > 0,05$ ).

В контрольной группе при обследовании на всех сроках наблюдения положительную ротацию ИОЛ наблюдали 108 раз, а отрицательную – 65 раз. Среднее значение положительной ротации во все сроки составило  $5,34^\circ$ , ее значения варьировали от  $0,01^\circ$  до  $17,05^\circ$ . Среднее значение отрицательной ротации во все сроки составило  $3,63^\circ$ , ее значения варьировали от  $0,1^\circ$  до  $11,14^\circ$ . Положительная ротация статистически не менялась ни по отношению к 1 неделе после операции, ни по отношению к предыдущему сроку наблюдения ( $p > 0,05$ ). Отрицательная ротация статистически увеличивалась до 3 месяцев после операции, во все сроки превышала значение в 1 неделю после операции. При сравнении значений основной и контрольной групп отмечают достоверно большие значения как положительной, так и отрицательной ротации в контрольной группе, чем в основной на всех сроках наблюдения ( $p < 0,01$ ). Не было достоверных данных о преобладании положительной или отрицательной ротации в какой-либо группе в

зависимости от срока наблюдения, у большинства пациентов встречались как положительная, так и отрицательная ротация.

В основной группе как положительная, так и отрицательная ротация не превышала  $8,63^\circ$ , что, очевидно, связано с фиксацией заднего гаптического элемента ИОЛ в капсульном мешке.

Учитывая данные по степени ротации эластичной зрачковой ИОЛ, у пациентов с иридо-капсульным и ирис- типами фиксации ИОЛ безопасным с точки зрения профилактики зрачкового блока является выполнение одной базальной колобомы более чем в  $27,19^\circ$  и  $55,69^\circ$  относительно края гаптического элемента ИОЛ соответственно ( $M+3SD$  для  $P=0,999$ ). Переводя полученные данные в практическую плоскость, при имплантации эластичной зрачковой ИОЛ достаточно выполнение одной базальной колобомы при иридо-капсульной фиксации не ближе, чем на 1 часе (что соответствует  $30^\circ$ ), а при ирис-фиксации не ближе, чем на 2 часах (что соответствует  $60^\circ$ ) от края заднего опорного элемента ИОЛ для профилактики блокирования оттока внутриглазной жидкости. Исходя из этого, можно определить «сектор безопасности» выполнения базальной иридэктомии при разных типах фиксации ИОЛ. В случае иридо-капсульной фиксации сектор безопасности ограничен с одной стороны линией, являющейся проекцией широкой части заднего гаптического элемента на переднюю поверхность радужки, проходящей через срез переднего гаптического элемента ИОЛ, с другой стороны- окружностью радужки, сверху и снизу- линиями, проходящими через центр оптического цилиндра и зоной  $30^\circ$  от проекции заднего гаптического элемента. При среднем диаметре радужки 12 мм край гаптического элемента будет расположен на  $30^\circ$ , что соответствует 1 ч, 5 ч, 7 ч и 11 часам соответственно. Таким образом, в случае расположения длинника ИОЛ на 12 часах «секторами безопасности» выполнения базальной иридэктомии при иридо-капсульной фиксации будет сектор от 2 до 4 часов и

сектор от 8 до 10 часов. В случае ирис-фиксации при среднем диаметре радужки 12 мм возможно проведение колобомы базально на отрезке от точки пересечения проекции края заднего гаптического элемента и линии, проходящей через центр оптического цилиндра, перпендикулярно проекции края гаптического элемента, таким образом, это соответствует 3 и 9 часам. «Зоны безопасности» проведения базальной иридэктомии схематично представлены на рисунках 27 и 28, где синим цветом выделена рекомендуемая для выполнения базальной иридэктомии зона.

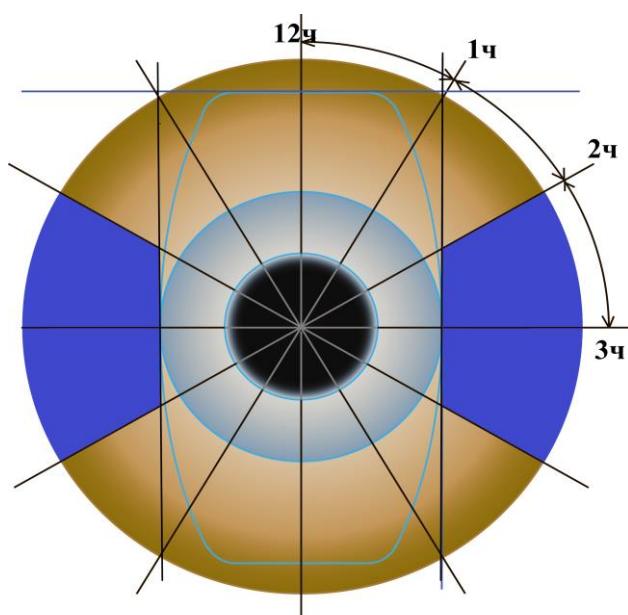


Рисунок 27—«зона безопасности» выполнения базальной иридэктомии (голубым цветом) при иридо-капсульной фиксации ИОЛ (при позиционировании ИОЛ на 12 часах)

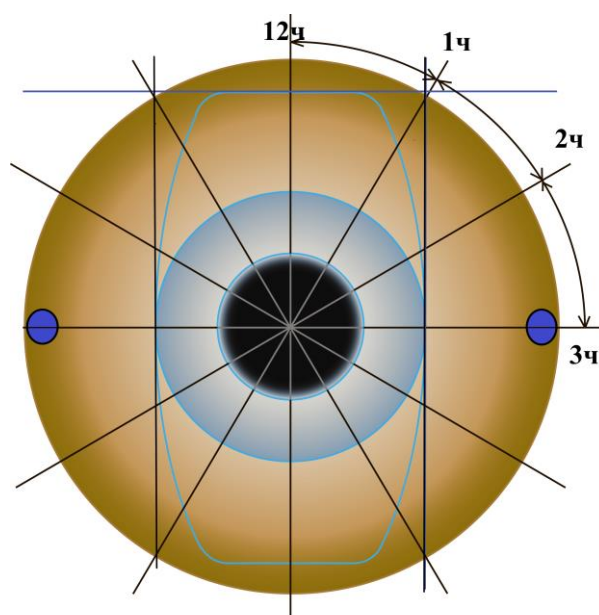


Рисунок 28—«зона безопасности» выполнения базальной иридэктомии (голубым цветом) при ирис-фиксации ИОЛ (при позиционировании ИОЛ на 12 часах)

«Зона безопасности» в каждом конкретном случае будет зависеть от диаметра радужки, в случае диаметра более 12 мм, «зона безопасности» будет больше, в случае менее 12 мм- меньше зоны, указанной в случае средних параметров глаза. Таким образом, при диаметре радужки менее 12

мм, в случае ирис-фиксации рекомендуется выполнять две базальные иридэктомии во взаимно перпендикулярных меридианах.

В случае отсутствия капсульного мешка отмечали значимое движение ИОЛ относительно профиля радужки в просвете зрачка в сторону вершины роговицы в вертикальном положении тела пациента, использование для фиксации эластичной зрачковой ИОЛ капсульного мешка обуславливает ее более удаленное от вершины роговицы и стабильное положение. При расположении длинника ИОЛ в проекции 12 часов в случае иридо-капсульной фиксации при диаметре радужки 12 мм достаточно выполнения одной базальной колобомы в секторе 2–4 часа или 8–10 часов. В случае ирис-фиксации, при среднем диаметре радужки 12 мм достаточно выполнения одной базальной колобомы на 3 и 9 часах. При диаметре радужки меньше 12 мм в случае ирис-фиксации рекомендуется выполнить дополнительную колобому на 6 или 12 часах для профилактики блокирования оттока внутриглазной жидкости.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время «золотым стандартом» хирургии катаракты во всем мире является факоэмульсификация и имплантация ИОЛ через малый разрез [12]. Данная технология позволяет достичь высоких клинических результатов, сокращает время реабилитации и делает рефракционный результат максимально предсказуемым. Особую группу составляют пациенты с дефектом связочного аппарата хрусталика на фоне псевдоэкзофиативного синдрома, глаукомы, перенесенных офтальмохирургических вмешательств, травм и контузии, аномалии рефракции, сахарного диабета, аутоиммунных заболеваний, генетических заболеваний, связанных с нарушениями обмена веществ [12, 42]. Распространенность слабости волокон цинновой связки различной этиологии у пациентов с катарактой по данным авторов составляет 5-20% [1, 46, 6]. В большинстве случаев зонулолизис со временем прогрессирует, что следует учитывать при планировании интраокулярной коррекции. Известно, что волокна передней гиалоидной мембраны вплетаются на периферии в заднюю капсулу и связочный аппарат хрусталика [28]. Это обуславливает необходимость сохранения капсульного мешка как анатомической структуры, точки опоры для имплантированной ИОЛ и естественной диафрагмы между передним и задним отрезками глаза. В свою очередь, даже самое бережное удаление капсульного мешка при наличии связи с передней гиалоидной мембраной увеличивает риск ее повреждения с нарушением целостности стекловидного тела, его мобилизации и возникновения тракций сетчатки. Тем не менее, коррекция афакии при дефекте связочного аппарата включает методики с сохранением капсульного мешка, когда имплантируют внутрикапсульное кольцо и заднекамерную ИОЛ с дальнейшим подшиванием (к радужке, склере), а также методики с предварительным удалением капсульного мешка и имплантацией ИОЛ специальных конструкций в зависимости от варианта фиксации

(переднекамерные ИОЛ, трехчастные ИОЛ с последующей фиксацией в цилиарной борозде, зрачковые ИОЛ).

Одним из вариантов коррекции афакии при повреждении связочного аппарата хрусталика является имплантация эластичной зрачковой ИОЛ [18]. Одним из существенных недостатков данной модели ИОЛ является ограничение диафрагмальной функции зрачка. Однако важно отметить, что снижение функции зрачка у пациентов с катарактой старше 60 лет встречается в 40 – 85% случаев, в сочетании с глаукомой – в 17-76%, при псевдоэксфолиативном синдроме – 40-65%, сахарном диабете – 67-89% [51]. В связи с этим, существует достаточно большая группа пациентов, где ограничение функции зрачка первично, а простота технологии имплантации эластичной зрачковой ИОЛ более предпочтительна, чем техники с подшиванием ИОЛ к радужке или склере ввиду ограничения визуализации структур глаза и частей ИОЛ ретропупиллярно.

Благодаря эластичности материала, зрачковую ИОЛ стало возможным имплантировать посредством инъекторной системы доставки через разрез 2,2 мм [6, 63]. Такой вариант коррекции афакии позволяет получить высокие функциональные результаты и характеризуется низкой потерей эндотелиальных клеток в течение года, простотой технологии имплантации и фиксации [6]. Однако данная технология предусматривает удаление капсульного мешка с последующей имплантацией ИОЛ с ирис-фиксацией, что в большом проценте случаев приводит к повреждению передней гиалоидной мембраны, что в свою очередь повышает риск развития макулярного отека [51]. При сохранной диафрагмальной функции зрачка авторы отмечают колебательные движения ИОЛ [6], в связи с чем может травмироваться пигментный листок радужки, а ударной волной – эндотелий роговицы. Учитывая недостатки ирис-фиксации, дальнейшая эволюция технологии коррекции афакии с помощью эластичной зрачковой ИОЛ

предусматривает изучение возможности сохранения капсульного мешка с использованием его для иридо-капсульной фиксации.

Целью данного исследования стало разработать хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ при обширных дефектах связочного аппарата хрусталика.

Для достижения данной цели задачи решали в следующей последовательности: на основе изучения в эксперименте технологических особенностей введения эластичной зрачковой ИОЛ через малый разрез при помощи различных инъекторных систем определили требования к оптимальной системе доставки для введения данной модели ИОЛ. Разработали хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ при подвывихе хрусталика и на основе клинических рефракционных результатов рассчитали константу А при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации. На основании клинико-функциональных методов исследования и оптической когерентной томографии фовеолярной зоны сетчатки оценили результаты использования эластичной зрачковой ИОЛ при подвывихе хрусталика с иридо-капсульной фиксацией и с ирис-фиксацией. Методами ультразвуковой биомикроскопии, оптической когерентной томографии и фотографирования переднего отрезка глаза оценили анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза и стабильность ИОЛ при иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации.

Для определения требований к оптимальной системе доставки для имплантации эластичной зрачковой ИОЛ провели экспериментальное исследование, включающее сравнение результатов выведения 125-ти ИОЛ из 5-ти видов самых, распространенных в МНТК МГ инъекторных систем доставки. Среди испытанных в эксперименте систем доставки для имплантации эластичной зрачковой ИОЛ оптимальной следует считать систему доставки Viscoject-eco, обеспечивающую стабильный и надежный

результат во всех случаях. По данным исследования были выявлены технические характеристики, которыми должна обладать оптимальная система доставки эластичной зрачковой ИОЛ: дизайн картриджа - «книжка», диаметр выходного отверстия картриджа соответствует операционному доступу 2,2 мм, края картриджа округлые (не имеют угла с внутренней стороны), плунжер выполнен из эластичного материала и заполняет весь просвет картриджа. Требования относительно картриджа - «книжка» совпадают с описанием в способе имплантации данной модели ИОЛ у Фабрикантова О.Л. [43], а на необходимость наличия мягкого плунжера указывала Агафонова В.В. [44].

Далее был разработан хирургический этап имплантации и иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ с последующей оптимизацией с целью увеличения эффективной площади опоры гаптического элемента ИОЛ в случаях обширного дефекта связочного аппарата хрусталика (Патент № 2559177, Бюл.№ 22 от 10.08.2015; Патент № 2625781, Бюл.№20 от 18.07.2017). Суть технологии: вискоэластиком заполняли переднюю камеру и капсульный мешок, имплантировали внутрикапсульное кольцо инъекторным методом с позиционированием основной части кольца в зоне наибольшего повреждения волокон цинновой связки при помощи ротационного крючка. Задним гаптическим элементом вниз ИОЛ укладывали в картридж «книжку», заполненный вискоэластиком, сгибали ИОЛ, надавливая на передний гаптический элемент, закрывали картридж. При помощи системы доставки Viscoject-eco (Medicel, Швейцария) проводили имплантацию ИОЛ. Задний гаптический элемент заправляли за край непрерывного капсулорексиса, передний располагали на передней поверхности радужки. Бимануальной ирригационно-аспирационной системой вымывали остатки вискоэластика из капсульного мешка из-под ИОЛ и из передней камеры. Согласно технологии, внутрикапсульное кольцо



и широкий гаптический элемент расправляют капсульный мешок, препятствуя его сморщиванию и фиброзу, сохраняя диафрагму между передним и задним отрезками глаза, а также сохраняя целостность передней гиалоидной мембраны. Группой сравнения служили пациенты, прооперированные по микроинвазивной методике, предложенной Белоноженко Я.В., которая включала удаление капсульного мешка пинцетом и последующее введение эластичной зрачковой ИОЛ посредством инъекторной системы доставки через малый разрез и ирис-фиксацию [6].

Учитывая миопический сдвиг клинической рефракции после операции в обеих группах, а также различные варианты фиксации эластичной зрачковой ИОЛ, стало актуальным изучение точности рефракционного результата и уточнение константы  $A$  в зависимости от варианта фиксации. Известно, что первоначальное значение константы  $A$  было рассчитано путем математического моделирования [18]. При использовании метода обратного анализа для расчета константы  $A$  в данном исследовании были получены значения, отличающиеся от заявленной производителем величины 118,2. Это, связано с несовершенством первоначальной математической модели, эволюцией дизайна ИОЛ и положением ИОЛ в глазу после имплантации, отличным от предполагаемого. При этом среднее значение  $A$  константы в группе с ИФ было несколько меньшим (116,9) по сравнению с группой ИКФ (117,2). Это указывает на различное положение ИОЛ: с имплантацией заднего гаптического элемента в капсульный мешок появляются дополнительные векторы сил, действующих на ИОЛ, обусловленные цинновой связкой и плоскостью передней капсулы, взаимодействующей с задним гаптическим элементом, равнодействующая которых направлена в сторону заднего полюса. Учитывая высокие требования к рефракционным результатам при микроинвазивной хирургии катаракты, был проведен анализ предсказуемости и точности расчета ИОЛ в зависимости от методики

измерения кератометрии и длины переднезадней оси глаза и сравнение «интервала неопределенности». Исходя из результатов исследования, наибольшую достоверность для расчета ИОЛ показали данные, полученные на приборе «IOL-master».

Для оценки технологии провели клинические исследования, которые включали анализ результатов как стандартных методов обследования (биомикроскопия, визометрия, авторефрактометрия, тонометрия, подсчет эндотелиальных клеток), так и специальных методов обследования (оптическая когерентная томография) у пациентов после микроинвазивной факэмульсификации катаракты с имплантированной посредством инъекторной системы доставки эластичной зрачковой ИОЛ с последующей иридо-капсульной фиксацией (60 глаз) и с ирис-фиксацией (40 глаз). Клинико-функциональные результаты группы с ирис-фиксацией несколько ниже результатов, описанных в работе Белоноженко Я.В. 2018 [6], поскольку группа, входящая в наше исследование, включала пациентов с глаукомой, выраженным псевдоэксфолиативным синдромом, миопией высокой степени. Это объясняет и больший процент потери эндотелиальных клеток. При сравнении групп с иридо-капсульной фиксацией и ирис-фиксацией отмечена достоверно большая прибавка скорректированной остроты зрения в группе с ИКФ в сроки 1-6 месяцев в сравнении с группой с ИФ, что указывает на более быструю зрительную реабилитацию в случае иридо-капсульной фиксации эластичной зрачковой ИОЛ. Коэффициенты эффективности и безопасности при иридо-капсульной фиксации ИОЛ больше, чем при ирис-фиксации ИОЛ. В основной группе ВГД на всем протяжении наблюдения было статистически более стабильное, чем в контрольной.

Показатели хирургически индуцированного астигматизма не превышали 0,5 дптр в обеих группах, что указывает на предсказуемость и безопасность инъекторной технологии имплантации эластичной зрачковой

ИОЛ. При анализе потери эндотелиальных клеток выявили меньшая потеря эндотелиальных клеток при иридо-капсульной фиксации ИОЛ в послеоперационном периоде, чем при ирис-фиксации. Возможной причиной большей потери эндотелиальных клеток при ИФ является ударная волна внутриглазной жидкости при колебательных движениях ИОЛ, а также воспалительный компонент [6].

Согласно результатам данного исследования частота увеличения толщины фовеолярной зоны во все сроки наблюдения была в 7,3% (15 случаев из 204 случаев наблюдений во все сроки) случаев при иридо-капсульной фиксации, а при ирис-фиксации частота увеличения толщины фовеолярной зоны составила 12,1% (8 случаев из 66 случаев наблюдений во все сроки). В то же время клинически значимый макулярный отек наблюдался при иридо-капсульной фиксации 0,5% случаев (1 случай из 204 случаев наблюдений во все сроки), что соответствует частоте при неосложненной хирургии катаракты. При ирис-фиксации частота возникновения клинически значимого макулярного отека составила 3% (3 случая из 66 случаев наблюдений во все сроки), что несколько превышает средний показатель неосложненной хирургии [156, 102, 168]. При изучении изменений в фовеолярной зоне методом ОКТ отмечено, что в сроки 3 месяца –1 год наблюдается тенденция к меньшей прибавке толщины фовеолярной зоны в основной группе, чем в контрольной. При иридо-капсульной фиксации отмечена тенденция к более стабильной толщине фовеолярной зоны сетчатки на сроке наблюдения до 1 года. Отмечена значительно большая частота возникновения макулярных отеков и КЗМО в случае ИВФ. Данный факт объясняется исследованиями анатомо-топографических особенностей задней капсулы и передних слоев стекловидного тела, которые констатируют достаточно плотное соединение между перечисленными анатомическими структурами [28]. Макулярный отек в случае ИФ

объясняется как воспалительной этиологией (контакт с радужкой, отсутствие естественной диафрагмы между передней и задней камерами глаза), так и тракционным механизмом (интраоперационная тракция стекловидного тела при удалении капсульного мешка, послеоперационное отсутствие передней плоскости фиксации стекловидного тела). Частота таких послеоперационных осложнений, как послеоперационная офтальмогипертензия, отек роговицы меньше при ИКФ, чем при ИФ.

Для выявления особенностей анатомо-топографического положения эластичной зрачковой ИОЛ при разных типах фиксации провели исследование методами УБМ и ОКТ. По данным УБМ не отмечено значимой разницы между положением ИОЛ в случаях иридо-капсульной фиксации и ирис-фиксации. Важно отметить, что УБМ проводят в горизонтальном положении тела пациента, тогда, когда под собственной тяжестью ИОЛ может смещаться к заднему полюсу глаза. В положении пациента лежа гиалоидная мембрана в обеих группах может выполнять функцию опоры, создавая условия, когда ИОЛ самоцентрируется по поверхности стекловидного тела. Качественная оценка положения ИОЛ методом УБМ при ирис-фиксации соответствовала описанному Белоноженко Я.В. [6]. УБМ при всей его информативности не позволяет оценить анатомию переднего отрезка глаза в привычном вертикальном положении тела пациента.

Проведение исследования положения ИОЛ в вертикальном, более привычном, положении тела пациента позволяет сделать метод ОКТ. Была разработана методика проведения исследования положения ИОЛ методом ОКТ. При оценке положения ИОЛ методом ОКТ возможно было визуализировать и измерить дистанции «трабекула-радужка», «радужка-передний гаптический элемент» по аналогии с методикой их определения при УБМ. Измерить толщину цилиарного тела и глубину задней камеры методом ОКТ невозможно из-за оптической непрозрачности радужной

оболочки. Отмечали практически полное прилегание задней капсулы к заднему гаптическому элементу. Расстояние между передней гиалоидной мембраной и задним гаптическим элементом или задней капсулой по данным ОКТ наблюдали во всех случаях. В контрольной группе данный параметр определяли у пациентов с сохранной передней гиалоидной мембраной. Наличие расстояния между задней поверхностью ИОЛ и передней гиалоидной мембраной в случае отсутствия капсульного мешка указывает на отсутствие адгезии ИОЛ к поверхности стекловидного тела, что противоречит предположению об иридо-витреальной фиксации ИОЛ [6,18]. По данным ОКТ визуализировали расстояние между поверхностью радужки и передней поверхностью ИОЛ, которое отсутствует по данным УБМ, что послужило поводом для изучения динамического положения ИОЛ. Учитывая, что в группы входили пациенты из двух случайных выборок, которым провели только один из двух методов исследования, индивидуальные анатомические параметры глаз могли повлиять на результаты измерения дистанций. Для изучения изменения положения ИОЛ в основной и контрольной группах в зависимости от положения тела пациента был разработан способ определения динамического положения ИОЛ (заявка на патент № 2018145817 от 24.12.2018). При определении динамического положения эластичной зрачковой ИОЛ было выявлено, что движение ИОЛ происходит в просвете зрачка в сторону вершины роговицы без изменения профиля угла передней камеры. При этом колебательные движения ИОЛ при ирис-фиксации были отмечены биомикроскопически и другими авторами [6]. Стабильность ИОЛ при иридо-капсульной фиксации можно объяснить тем, что благодаря наличию капсульного мешка, сохраняющего связь со стекловидным телом по периферии, и частично сохранным волокнам цинновой связки, ИОЛ не смещается относительно профиля радужки, что согласуется с современными данными о связочном аппарате естественного хрусталика [28].

С целью прогнозирования и снижения риска зрачкового блока, было проведено изучение ротационной стабильности ИОЛ в послеоперационном периоде. Очевидно, что ротация эластичной зрачковой ИОЛ не влияет на рефракционный результат, однако величина ротации данной модели влияет на вероятность закрытия зоны колобомы. В основной группе, где задний гаптический элемент располагается в капсульном мешке, средние показатели ротации по модулю во все сроки составили  $1,30^\circ$ , что не превышало средние значения ротации торических ИОЛ. В контрольной группе, где капсульный мешок отсутствовал, средние показатели ротации по модулю во все сроки составили  $4,54^\circ$ , что несколько превышает показатели ротации торических ИОЛ [77, 87, 188,190]. Очевидным является влияние капсульного мешка на повышение ротационной стабильности эластичной зрачковой ИОЛ. С учетом амплитуды движения ИОЛ был определен сектор оптимального расположения базальной колобомы. При расположении длинника ИОЛ в проекции 12-ти часов в случае иридо-капсульной фиксации при диаметре радужки 12-ти мм достаточно выполнения одной базальной колобомы в секторе 2–4 часа или 8–10 часов. В случае ирис-фиксации, при среднем диаметре радужки 12 мм достаточно выполнения одной базальной колобомы на 3 и 9 часах. При диаметре радужки меньше 12-ти мм в случае ирис-фиксации рекомендуется выполнить дополнительную колобому на 6 или 12 часах для профилактики блокирования оттока внутриглазной жидкости, тогда как в работах, посвященных изучению эластичной зрачковой ИОЛ, авторы рекомендуют выполнять две колобомы во взаимноперпендикулярных меридианах [6, 18].

Несмотря на хорошие клинико-функциональные результаты имплантации эластичной зрачковой ИОЛ через малый разрез с ирис-фиксацией, при имплантации эластичной зрачковой ИОЛ с иридо-

капсульной фиксацией результаты данного исследования показывают большую эффективность, безопасность, стабильность, прогнозируемость послеоперационной рефракции, что позволяет использовать данную модель ИОЛ в рутинной практике хирургии катаракты, осложненной обширным дефектом связочного аппарата хрусталика.

## ВЫВОДЫ

1. Характерной технологической особенностью имплантации эластичной зрачковой ИОЛ через малый разрез при помощи различных инъекторных систем являлась вероятность повреждения оптического цилиндра и гаптических элементов в связи с конструктивными особенностями картриджа и плунжера. Оптимальная система доставки эластичной зрачковой ИОЛ должна соответствовать следующим техническим характеристикам: дизайн картриджа - «книжка», диаметр выходного отверстия картриджа соответствует операционному доступу 2,2 мм, его края округлые, плунжер выполнен из эластичного материала и заполняет весь просвет картриджа.
2. Разработанный хирургический этап имплантации эластичной зрачковой ИОЛ посредством инъекторной системы доставки, включающий имплантацию внутрикапсульного кольца и иридо-капсульную фиксацию ИОЛ позволяет сохранить капсульный мешок, использовать его как опору с увеличенной эффективной площадью для двухплоскостной ИОЛ.
3. Средние значения А константы, рассчитанные для иридо-капсульной и ирис-фиксации эластичной зрачковой ИОЛ, составили соответственно 117,2 и 116,9, в то время как использование рекомендованной производителем А-константы 118,2 не позволяет достичь рефракции цели.
4. Иридо-капсульная фиксация эластичной зрачковой ИОЛ при коррекции афакии на фоне дефекта связочного аппарата хрусталика показала большие коэффициенты безопасности (ИКФ-500, ИФ-250) и эффективности (ИКФ-533, ИФ-471), более стабильное внутриглазное давление, меньшую потерю эндотелиальных клеток (ИКФ-13,2%, ИФ-16,2%), большую стабильность в показателях толщины фовеолярной



зоны сетчатки, меньшее количество послеоперационных осложнений в сравнении с ирис-фиксацией эластичной зрачковой ИОЛ.

5. При оценке анатомо-топографических особенностей переднего отрезка глаза методами ультразвуковой биомикроскопии и оптической когерентной томографии, изучении ротационной стабильности на основе фотографирования переднего отрезка глаза иридо-капсулярная фиксация эластичной зрачковой ИОЛ показала большую динамическую и ротационную стабильность в сравнении с ирис-фиксацией.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выборе оптимальной системы доставки для имплантации эластичной зрачковой ИОЛ следует учитывать следующие требования: дизайн картриджа - «книжка», диаметр выходного отверстия картриджа соответствует операционному доступу 2,2 мм, края картриджа округлые (не имеют угла с внутренней стороны), плунжер выполнен из эластичного материала и заполняет весь просвет картриджа.
2. При обширном дефекте связочного аппарата хрусталика рекомендуется проводить факэмульсификацию с имплантацией эластичной зрачковой ИОЛ с иридо-капсульной фиксацией по предложенному способу.
3. При расчете эластичной зрачковой ИОЛ с ИКФ рекомендуется использовать константу А 117,2, а в случае ИФ– 116,9. Для расчета ИОЛ с планируемой иридо-капсульной фиксацией рекомендуется использовать данные прибора «IOL-master».
4. При изучение динамического положения ИОЛ рекомендуется использовать предложенный способ, включающий УБМ и ОКТ.
5. В случае ИКФ и ИФ базальные колобомы рекомендуется выполнять в рекомендуемых «зонах безопасности» с целью профилактики зрачкового блока.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов, С. Э. Морфологические изменения при несостоятельности связочно-капсулярного аппарата хрусталика / С. Э. Аветисов, Д. В. Липатов, А. А. Фёдоров // Вестник офтальмологии. – 2002. – № 4. – С. 22–23.
2. Аветисов С.Э., Липатов Д.В. Результаты интраокулярной коррекции афакии при несостоятельности связочно-капсулярного аппарата хрусталика. // Современ. технологии хирургии катаракты. Сб. науч. ст.-М., 2000г. – С.13-14
3. Азнабаев, Р. А., Зайдуллин И. С., Абсалямов М. Ш., Ширшов М. В. Клинические результаты интрасклеральной фиксации ИОЛ// Офтальмохирургия. – 2009. – № 5. – С. 25–28
4. Ахременко Н. В. Интраокулярная коррекция афакии с использованием щадящего метода транссклеральной фиксации заднекамерных интраокулярных линз // Офтальмол. журн. – 2006. – № 3(1). – С. 19–22
5. Ахременко Н. В., Морхат В. И., Аль-Шариф Д. М. Транссклеральная фиксация заднекамерных интраокулярных линз // Медицинские новости. – 2006. – № 4. – С. 8–13
6. Батьков Е.Н. Имплантация эластичной заднекамерной интраокулярной линзы при несостоятельности капсульно-связочного аппарата хрусталика: Дис. канд мед наук. - Чебоксары, 2010. 17-18с
7. Белоноженко Я.В. Стабилизация положения ИОЛ при факоемульсификации катаракты, сочетающейся с инволюционным подвывихом хрусталика первой степени: Дис...канд. мед. наук. – Х., 2018.- 152с.

8. Батьков, Е.Н. Результаты применения новой модели эластичной ИОЛ с фиксацией в цилиарной борозде / Е.Н. Батьков, Н.П. Паштаев // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2008: сб. науч. ст. / ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза». – М., 2008. – С. 14-17
9. Белоноженко Я. В., Сорокин Е. Л. Вариант выбора способа хирургической коррекции афакии при выполнении факоэмульсификации возрастной катаракты с легкой степенью подвывиха хрусталика// Практическая медицина. – 2012. – Том. 1, № 4 (59). – С. 263–266.
10. Белоноженко Я.В., Терещенко Ю.А., Сорокин Е.Л. Исходы спонтанной дислокации комплекса "ИОЛ - капсульный мешок" нетравматического генеза после факоэмульсификации // Современные технологии в офтальмологии. - 2014.- №2.- С. 24-27
11. Виговский А.В. Хирургические технологии экстракции катаракты и интраокулярной коррекции при подвывихе хрусталика: Дис. Канд мед наук. -М., 2002. 35-58 с
12. Головин А.В. Клинико- функциональные результаты микроинвазивной технологии факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы: Дис. канд мед наук. - М., 2011. 10- 27с
13. Гобеджишвили М.В., Астахов С.Ю., Куглеев А.А. Макулярный отек при псевдофакии // Офтальмологические ведомости. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 57-59.
14. Егорова Э.В., Иошин И. Э., Багров С.Н., Виговский А.В., Толчинская А.И., Маклакова И.А., Петренко А.Б., Латыпов И.А., Лысенко С.В. Внутрикапсульное кольцо- профилактика осложнений экстракции

- катаракты при подвывихе хрусталика // Офтальмохирургия. - 2002.- №2.- С25-28.
15. Жабоедов Д. Г. Причины и факторы риска дислокации ИОЛ в позднем постоперационном периоде хирургии катаракты // Таврический медико-биологический вестник. – 2013. – Том 16, №3, ч. 2. – С. 61–63.
16. Жуйков Сергей Альбертович Заднекамерная фиксация интраокулярных линз в условиях отсутствия капсулы хрусталика: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Красноярск, 2009.
17. Завгородняя Н. Г., Исакова О. А. Методика стабилизации капсульного мешка при проведении факоэмульсификации катаракты, осложнённой подвывихом хрусталика // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. – 2009. – С. 94–97.
18. Ильинская И.А. Клинические аспекты интраокулярной коррекции астигматизма: дис... канд. мед. наук. – М., 2014.- 126с.
19. Иошин И.Э. Внекапсулярная фиксация ИОЛ при патологии хрусталика в осложненных ситуациях: Дис...докт. мед. наук. – М., 1998.- 298с.
20. Иошин И.Э., Егорова Э.В., Толчинская А.И., Виговский А.В., Факоэмульсификация катаракты при подвывихе хрусталика // Новые технологии в эксимерлазерной хирургии и факоэмульсификации. - М., 2001- С. 45
21. Иошин, И. Э. Внутрикапсулярное кольцо в хирургии катаракты при подвывихе хрусталика (опыт 15 лет имплантаций) // Вестник офтальмологии. – 2012. – № 2. – С. 43–49.
22. Иошин И. Э., Егорова Э. В., Толчинская А. И., Виговский А. В. Экспериментальное обоснование имплантации внутрикапсулярных колец

- для профилактики осложнений при экстракции катаракты//  
Офтальмохирургия. –2009. – № 4. – С. 16–21.
- 23.Иошин И. Э., Тагиева Р. Р. Факоэмульсификация катаракты с  
внутрикапсульной имплантацией ИОЛ при обширных отрывах волокон  
цинновой связки // Офтальмохирургия. – 2005. – № 1. – С. 18–23.
- 24.Исуфай Э. Интраокулярная коррекция афакии при несостоятельности  
связочно- капсулярного аппарата хрусталика автореф. дис. канд мед наук.  
- М., 2010. 5- 20с
- 25.Кадатская Н.В. Микрохирургические технологии шовной фиксации ИОЛ  
в хирургии катаракты, осложненной слабостью или полным отсутствием  
капсульной поддержки: Дис. канд мед наук. - М.,2017.31-37с, 55-60с
- 26.Кадатская Н.В., Мархуненко А.М., Фокин В.П. Результаты мплантации  
переднекамерной интраокулярной линзы Vausch Lomb L122 UV //  
Бюллетень Сибирского отделения Российской Академии медицинских  
наук: научно-теоретический журнал. -2009.-№4.-с.22-25.
- 27.Кадатская Н.В., Фокин В.П., Марухненко А.М. Сравнительный анализ  
результатов имплантации различных моделей ИОЛ при коррекции афакии  
в осложненных случаях Вестник Волг ГМУ 2 (50)-2014 с 54-57
- 28.Касмынин И.Р. Анализ результатов имплантаций коллагеновых ИОЛ  
после экстракции катаракты: Автореферат дис. канд мед наук. - М.,1997.3-  
5с
- 29.Кислицына Н.М., Новиков С.В., Колесник С.В., Веселкова М.П. Анатоми-  
топографические особенности передних кортикальных слоев  
стекловидного тела // Офтальмохирургия. – 2017. – № 1. – С. 66–71
- 30.Коновалов М.Е., Кожухов А.А., Зенина М.Л., Горенский А.А., Горбункова  
М.В. Новый способ склерокорнеальной фиксации заднекамерных

интраокулярных линз// Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – М., 2011. – С. 138–143.

31. Курышева Н. И. Псевдоэкзофолиативный синдром и псевдоэкзофолиативная глаукома: учебно-методическое пособие - М., 2008. – 64 с.
32. Лебедев О.И., А.В. Суров, Е.В. Молчанова, Т.Ю. Матненко, Е.А. Степанова Клинико-инструментальный мониторинг сетчатки после факоэмульсификации с имплантацией интраокулярных линз Тихоокеанский медицинский журнал, 2015, № 3
33. Липатов, Д. В. Несостоятельность связочно-капсулярного аппарата хрусталика. Классификация, диагностика, лечение и профилактика / Д. В. Липатов, А. А. Толкачева // Вестник офтальмологии. – 2007. – № 6. – С. 57–61.
34. Липатов Д.В., Толкачева А.А. Несостоятельность связочно-капсулярного аппарата хрусталика. Классификация, диагностика, лечение и профилактика. //Вестник офтальмологии. - М., 2007-N 6-С.57-61.
35. Малюгин Б.Э. Медико-технологическая система хирургической реабилитации пациентов с катарактой на основе ультразвуковой факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы: Автореферат дис. Д-ра мед наук. - М.-2002
36. Малюгин Б. Э. Современные стандарты хирургии катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (обзор литературы) / Б. Э. Малюгин, А. В. Терещенко, Ю. А. Белый [и др.] // Рефракционная хирургия и офтальмология. – 2010. – № 10 (3). – С. 4–10.
37. Малюгин, Б. Э. Особенности техники факоэмульсификации у пациентов с обширными дефектами связочного аппарата хрусталика / Б. Э. Малюгин,

- А. В. Головин // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2009. – М., 2009. – С. 160–165.
38. Машкова Н.А. Динамика внутриглазного давления после осложненной факоэмульсификации с ретропупиллярной фиксацией ирис-линзы: Дис. Канд мед наук. - М., 2015. 18- 27с
39. Мустафаев Н.Н. Анализ послеоперационных осложнений односторонней склеральной фиксации ИОЛ // Материалы V евро-азиатской конференции по офтальмохирургии.-Екатеринбург, 2009.-с.50-51.
40. Мухаметшина Э.З., Тахчиди Х.П. Определение показаний к бесшовной фиксации интраокулярной линзы в цилиарной борозде при факоэмульсификации катаракты, осложненной псевдоэкзофолиативным синдромом//Актуальные проблемы офтальмологии 2008
41. Омиадзе М.Р. Коррекция афакии интраокулярными линзами из сополимера коллагена (Клинико-экспериментальные исследования): Дис...канд. мед. наук. – М., 1992.- С. 7-17
42. Пат. 2458658 Российская Федерация, МПК А61F9/007 (2006.01) Способ микроинвазивной интракапсулярной экстракции катаракты при подвывихе хрусталика/ Егоров В.В., Белоноженко Я.В., Дьяченко Ю.Н.; заявитель и патентообладатель ФГУ "МНТК "МГ" имени акад. С.Н. Федорова Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи" № 2010152415/14, заявл. 22.12.2010 опубл. 20.08.2012 Бюл. №23
43. Пат. 2477987 Российская Федерация, МПК А61F9/007 (2006.01) Имплантация интраокулярной зрачковой линзы РСП-3 через сверхмалый разрез / Фабрикантов О.Л., Кузьмин С.И.; заявитель и патентообладатель ФГУ "МНТК "МГ" имени акад. С.Н. Федорова Федерального агентства по



высокотехнологичной медицинской помощи" № 2011110869/14, заявл. 23.03.2011 опублик. 27.03.2013

44. Пат. 2484794 Российская Федерация, МПК А61F9/007 (2006.01) Способ имплантации и фиксации интраокулярной линзы при обширных дефектах задней капсулы хрусталика/ Агафонова В.В., Чубарь В.С., Франковска-Герлак М., Халудорова Н.Б.; заявитель и патентообладатель ФГУ "МНТК "МГ" имени акад. С.Н. Федорова Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи" № 2011152075/14, заявл. 21.12.2011; опублик. 20.06.2013
45. Паштаев, Н.П. Классификация дислокаций хрусталика, современная тактика лечения / Н.П. Паштаев // Актуальные проблемы хирургии хрусталика, стекловидного тела и сетчатки: сб. науч. тр. – М., 1986. – С. 34-37
46. Паштаев, Н.П. Хирургия подвывихнутого и вывихнутого в стекловидное тело хрусталика / Н.П. Паштаев. – Чебоксары: ГОУ ИУВ, 2007. – 82 с
47. Паштаев Н.П., Бессарабов А.Н. Подвывих прозрачного хрусталика второй степени и обоснование его удаления // Актуальные проблемы хирургии хрусталика, стекловидного тела и сетчатки: сб. науч. тр. – М., 1986. – С. 38-44
48. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф. Инъекторная имплантация ИОЛ скорее "за", чем "против" // Современные технологии хирургии катаракты - 2004: Сб. науч. ст.-М., 2004.-С.253-256.
49. Полянская Е.Г. Анатомо-топографические особенности переднего сегмента глаза после неосложненной факоемульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы при псевдоэкзофолиативном синдроме: Дис...канд. мед. наук. – М., 2011.- 140с.

- 50.Рахим, М. Файез. Техника и результаты транссклеральной шовной фиксации заднекамерных моделей ИОЛ в осложнённых случаях: дис. канд. мед. наук: 14.00.08 – М., 2006. – 131 с.
- 51.Семикова М.В. Экспериментально-клиническое обоснование оптимизированной технологии факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ на глазах с недостаточной диафрагмальной функцией радужки: Автореферат дис. канд мед наук. - М.,2003. 3- 4с
- 52.Сергиенко Н.М., Жабоедов Д.Е. Имплантация ИОЛ в глазах без капсулярной опоры // Тезисы докладов на VII съезде офтальмологов России, 16-19 мая 2000 г. / Часть I. -М., 2000. С.71-72.
- 53.Сергиенко Н.М., Кондратенко Ю.Н., Якимов А.К. Устройство для фиксации капсульного мешка тела // Офтальмохирургия. – 2009. – № 5. – С 40-43.
- 54.Стебнев С.Д. Дислокация интраокулярных линз. Причины, характер, хирургическая тактика, результаты лечения / Стебнев С.Д., Малов В.М. // Современные технологии хирургии катаракты: сб. науч. ст. М., 2007. С. 237–243.
- 55.Стебнев С. Д., Стебнев В. С. Дислокация интраокулярных линз. Причины, характер, хирургическая тактика, результаты лечения / //Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2007: сб. науч ст. – М., 2007. – С. 237–243.
- 56.Струсова Н.А. Экстракапсулярная экстракция катаракты с одномоментной имплантацией интраокулярной линзы с иридокапсулярной фиксацией: Дис. Канд мед наук. - М.,1984
- 57.Тахчиди Х.П., Пантелеев Е.Н., Яновская Н.П., Мухаметшина Э.З., Бессарабов А.Н. Бесшовная фиксация ИОЛ в цилиарной борозде при

- псевдоэкзофолиативном синдроме хрусталика // Офтальмохирургия. - 2009.- №4.- С25-28
- 58.Терещенко Ю.А., Кривко С.В., Сорокин Е.Л. и др. Выяснение причин дислокации комплекса "ИОЛ - капсульный мешок" в позднем послеоперационном периоде хирургии катаракты // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии - 2010: сб. науч. статей. - М.: Изд-во "Микрохирургия глаза", 2010. - С. 192-195
- 59.Терещенко Ю.А., Кривко С.В., Сорокин Е.Л. и др. Спонтанная дислокация заднекамерных интраокулярных линз (ИОЛ) в позднем послеоперационном периоде: частота, причины, осложнения // Клиническая офтальмология. - 2010. - Т. 11, № 3. - С. 100-102
- 60.Терещенко Ю.А., Кривко С.В., Сорокин Е.Л., Егоров В.В. Спонтанная дислокация заднекамерных интраокулярных линз (ИОЛ) в позднем послеоперационном периоде: частота, причины, осложнения // Клиническая офтальмология. - 2010. - Т. 11, № 3. - С. 100-102.
- 61.Терещенко Ю.А., Кривко С.В., Сорокин Е.Л., Егоров В.В. Выяснение причин дислокации комплекса "ИОЛ - капсульный мешок" в позднем послеоперационном периоде хирургии катаракты // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии - 2010: сб. науч. статей. - М.: Изд-во "Микрохирургия глаза", 2010. - С. 192-195.
62. Тулина В. М., Абрамова И. А., Григорьев И. А., Камилов А. Х. Имплантация гибкой интраокулярной линзы в борозду цилиарного тела со склеральной фиксацией у пациентов с неадекватной капсулярной поддержкой // Офтальмологические ведомости. – 2014. – Том VII, № 2. – С. 30–35.

- 63.Фабрикантов О.Л., Кузьмин С.И. Имплантация интраокулярной зрачковой линзы РСП-3 через сверхмалый разрез// Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии - 2010: сб. науч. ст. XI науч.-практ. конф. с междунар. участием. -М., 2010.- С. 200-202.
- 64.Федоров С.Н., Багров С.Н., Амстиславская Т.С., Масленков С.В., Осипов А.В. Пат. 1711897 Способ изготовления коллагеновых покрытий для использования в офтальмологии/ 15.02.1992, Бюл. №6
- 65.Федоров С.Н., Аксенов А.О., Омиадзе М.Р. и др. Коррекция афакии методом имплантации ИОЛ из нового биосовместимого материала – сополимера коллагена (первый опыт применения)// Офтальмохирургия. – 1992. - №2. – С. 24-29.
- 66.Фролов М.А., Кумар В., Исуфай Э. Реабилитация пациентов с дислокацией интраокулярной линзы (ИОЛ) путем фиксации ирис-кло линзы за радужку в задней камере// Офтальмология. – М. – 2010. – Т. 7. – № 3.– С. 18-21.
- 67.Хафизова Гузель Фаритовна. Оптимизация имплантации эластичных интраокулярных линз при факоэмульсификации в зависимости от вида катаракты: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.00.08 / Хафизова Гузель Фаритовна, Москва, 2008.- 124 с
- 68.Чупров А.Д. Причины возникновения и результаты хирургической коррекции децентрации или люксации интраокулярных линз при отсутствии капсульной поддержки / Чупров А.Д., Замыров А.А. // Российский симпозиум по рефракционной и пластической хирургии: матер. конф. М., 2002. С. 200–202.
- 69.Чупров А.Д. Применение капсульного кольца в хирургическом лечении осложненных катаракт / Чупров А.Д., Замыров А.А. // Современные технологии хирургии катаракты: сб. науч. ст. М., 2001. С. 222–226.

- 70.Экгардт, В. Ф. Особенности имплантации заднекамерной интраокулярной линзы при отсутствии капсулы хрусталика / В. Ф. Экгардт // Материалы II Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии. — Екатеринбург, 2001. — С. 56—57.
- 71.Юсеф, С. Н. Некоторые особенности факоемульсификации при подвывихе хрусталика / С. Н. Юсеф, Ю. Н. Юсеф, М. Н. Иванов // Вестник офтальмологии. — 2013. — № 3. — С. 12–15.
- 72.Aaron M. Champion. Delayed posterior dislocation of silicone plate–haptic lenses after neodymium: yag capsulotomy / M. Petersen Aaron, L. Lothaire Bluth, M. Champion // Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2000. Vol. 26, № 12. P. 1827–1829.
- 73.Acar N, Kapran Z, Altan T, Kucuksumer Y, Unver YB, Polat E. Secondary iris claw intraocular lens implantation for the correction of aphakia after pars plana vitrectomy. Retina. 2010;30(1):131–139
- 74.Agarwal A., Kumar D.A., Jacob S., Baid C., Agarwal A., Srinivasan S. Fibrin glue-assisted sutureless posterior chamber intraocular lens implantation in eyes with deficient posterior capsules. J Cataract Refract Surg. 2008; 34:1433–1438.
- 75.Agrawal S., Singh V., Kumar S. Transscleral fixation of closed loop haptic acrylic posterior chamber intraocular lens in aphakic nonvitrectomized eyes // Indian J. Ophthalmol. – 2015. – Vol. 63 (8). – P. 649–653.
- 76.Albe E, Trattler WB, Awdeh RM. An eyeball space odyssey. CRST Europe. April 2011
- 77.Alio J.L., Agdeppa M.C., Pongo V.C., Kady B El. Microincision cataract surgery with toric intraocular lens implantation for correcting moderate and high astigmatism: pilot study. J. Cataract Refract. Surg. 2010; 36 (1): 44-52.

78. Apple D. J., Mamalis N., Loftfield K. "Complications of intraocular lenses. A historical and histopathological review," *Survey of Ophthalmology*, vol. 29, no. 1, pp. 1–54, 1984.
79. Asadi R., Kheirkhah A. Long-term results of scleral fixation of posterior chamber intraocular lenses in children. *Ophthalmology*. 2008;1(1):67–72
80. Assia E.I., Ton Y., Michaeli A. Capsule anchor to manage subluxated lenses: initial clinical experience // *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. – 2009. – № 35(8). – P. 1372-9.
81. Bachernegg A., Ruckl T., Riha W., Grabner G., Dexl A. K. Rotational stability and visual outcome after implantation of a new toric intraocular lens for the correction of corneal astigmatism during cataract surgery. // *J Cataract Refract Surg*. – 2013. – Vol. 39. – P. 1390 – 1398
82. Baykara M. Posterior iris fixation of the iris-claw intraocular lens implantation through a scleral tunnel incision // *American journal of ophthalmology*. – 2007. – T. 144, №. 4. – C. 586–591
83. Bissen-Miyajima H. Ophthalmic viscosurgical devices. *Curr Opin Ophthalmol*. 2008; №1 (19): P 50-54
84. Bissen T., H. A. Miyajima Ring to support the capsular bag after continuous curvilinear capsulorexis // *J. Cataract. Refract. Surg*. – 1994. – N 20 (4). – P. 417–420.
85. Boyle E. Foldable IOLs ushered in new cataract and refractive paradigm. *Ocular Surgery News*. June 1, 2007
86. Bożena Ewiątek, Katarzyna Michalska-Małecka, Mariola Dorecka, Dorota Romaniuk, and Wanda Romaniuk Results of the AcrySof Toric intraocular lenses implantation // *Med Sci Monit*. 2012; 18(1): PI1–PI4 Published online 2012 Jan 1

87. Buckhurst P.J., Wolffsohn J.S., Naroo S.A., Davies L.N. Rotational and centration stability of an aspheric intraocular lens with a simulated toric design. *J. Cataract Refract. Surg.* 2010; 36 (9): 1523-1528.
88. Buckley E. G. Safety of transscleral-sutured intraocular lenses in children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus.* 2008;12(5):431–439
89. Buratto, L. *Extracapsular cataract microsurgery* / L. Buratto. – New York: Mosby. – 1997. – 345 p.
90. Cameron J. D., Apple D. J., Sumsion M. A. “Pathology of iris support intraocular lenses,” *Implant*, vol. 5, pp. 15–24, 1987.
91. Can E., Basaran R., Gul A., Birinci H. Scleral fixation of one-piece intraocular lens by injector implantation // *Indian J. Ophthalmol.* – 2014. – Vol. 62. – № 8. – P. 857–860
92. Cellini, M. Secondary IOL implantation without capsular support: a laser flare cell meter study / M. Cellini, E. Strobbe, P. G. Toschi, E. C. Campos // *ISRN Ophthalmology.* – 2011
93. Cellini M, Strobbe E, Toschi PG, Campos EC. Secondary IOL implantation without capsular support: a laser flare cell meter study. *ISRN Ophthalmol.* 2012; 2011:653246
94. Chang D. F. Comparative rotational stability of single-piece open-loop acrylic and plate-haptic silicone toric intraocular lenses // *J Cataract Refract Surg.* - 2008 Apr; 34:1842-1847
95. Chang, D. F. Traumatic Cataract and Mydriasis / D. F. Chang // *Cataract & Refract Surgery Today.* – 2010, October. – P. 69–71.

96. Chang J. H., Lee J. H., “Long-term results of implantation of posterior chamber intraocular lens by suture fixation,” *Korean Journal of Ophthalmology*, vol. 5, no. 1, pp. 42–46, 1991
97. Chang SH, Lim G. Secondary pigmentary glaucoma associated with piggyback intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2004; 13:2219–2222.
98. Chang WH, Werner L, Fry LL. et al. Pigmentary dispersion syndrome with a secondary piggyback 3-piece hydrophobic acrylic lens. Case report with clinicopathological correlation. *J Cataract Refract Surg*. 2007
99. Chang SH, Wu WC, Wu SC. Late-onset secondary pigmentary glaucoma following foldable intraocular lenses implantation in the ciliary sulcus: a long-term follow-up study *BMC Ophthalmol*. 2013 Jun 7;13:22
100. Chassain C. Evaluation of a new intraocular lens platform centration and rotational stability / C. Chassain, C. Pagnouille, L. Gobin, J. Rozema // *J Fr Ophtalmol*. – 2013. – Vol. 36. - № 4. – P. 336 – 342
101. Chee, S. P. Management of traumatic severely subluxated cataracts / S. P. Chee, A. Jap. // *American journal of ophthalmology*. – 2011. – T. 151, №. 5. – C. 866–871
102. Ching HY, Wong AC, Wong CC, Woo DC, Chan CW. Cystoid macular oedema and changes in retinal thickness after phacoemulsification with optical coherence tomography. *Eye (Lond)*. 2006;20(3):297–303.
103. Cho Y., Yoo W., Chung I., Seo S., Yoo J., Kim S. Short-term Clinical Outcomes after Transscleral Fixation Using the Intrasclear Pocket Technique: A Retrospective Cohort Study Analysis // *Korean J Ophthalmol*. 2016 Apr; 30(2): 108–113 Choi K. S., Park S. Y., Sun H. J. Transscleral fixation by injector implantation of a foldable intraocular lens // *Ophthalmic. Surg. Lasers Imaging*. – 2010. – Vol. 41. – P. 272–275.



104. Cionni, R. J. Endocapsular ring approach to the subluxated cataractous lens / R. J. Cionni, R. H. Osher // J. Cataract. Refract. Surg. – 1995. – Vol. 21. – P. 245–249.
105. Cionni R.J., Ocher R.A. Management of profound zonular dialysis or weakness with a new endocapsular ring designed for scleral fixation// J Cataract Refract Surg. - 1998 Vol. 24 №10:1299-1306
106. Correia R.J., Moreira H., Netto S.U., Pantaleao G.R. Visual performance after toric IOL implantation in patients with corneal astigmatism. Arq. Bras. Oftalmol. 2009; 72 (5): 636-640.
107. Dada V. K., Sharma N., Pangtey M. S., Dada T. Simultaneous microhook and endocapsular ring stabilization for compromised zonular apparatus// J. Cataract. Refract. Surg. – 2002. – N 28 (6). – P. 913–915.
108. De Silva S. R., Arun K., Anandan M. Iris-claw intraocular lenses to correct aphakia in the absence of capsule support // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2011. – T. 37, №. 9. – C. 1667–1672.
109. Donaldson, K. E. Anterior chamber and sutured posterior chamber intraocular lenses in eyes with poor capsular support / K. E. Donaldson, J. J. Gorscak, D. L. Budenz // Journal of Cataract & Refractive Surgery. –2005. – N. 31. – P. 903–909.
110. Donaldson, K. E. Femtosecond laser–assisted cataract surgery / K. E. Donaldson et al. // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2013. – T. 39, № 11. – C. 1753–1763.
111. Faria M.Y., Ferreira N.P., Pinto J.M., Sousa D.C., Leal I., Neto E., Marques-Neves C. Retropupillary iris claw intraocular lens implantation in aphakia for dislocated intraocular lens// International Medical Case Reports Journal. 29 August 2016 Volume (9) Pages 261—265.

112. Filipovic T., Grzetic R., Merlak M., Loncarek K. Complications and secondary transsclerally sutured posterior chamber intraocular lens implantation // Coll. Antropol. – 2005. – N. 29 (1). – P. 37–40
113. Felipe A., Artigas J.M., Díez-Ajenjo A., García-Domene C., Alcocer P. Residual astigmatism produced by toric intraocular lens rotation. J. Cataract Refract. Surg. 2011; 37 (10): 1895-1901.
114. Forlini M, Soliman W, Bratu A, Rossini P, Cavallini GM, Forlini C. Long-term follow-up of retropupillary iris-claw intraocular lens implantation: a retrospective analysis. BMC Ophthalmol. 2015; 15:143
115. Gabor S. B. G., Pavlidis M. M. Sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation // Journal of Cataract & Refractive Surgery. –2007. – № 33. – P.1851–1854.
116. Gabor S.G., Pavlidis M.M. Sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. J. Cataract Refract Surg. 2007;33:1851–1854.
117. Gharbiya M,<sup>1</sup> \* F Cruciani,<sup>1</sup> G Cuozzo,<sup>1</sup> F Parisi,<sup>1</sup> P Russo,<sup>1</sup> and S Abdolrahimzadeh<sup>1</sup> Macular thickness changes evaluated with spectral domain optical coherence tomography after uncomplicated phacoemulsification Eye (Lond). 2013 May; 27(5): 605–611
118. Garcia-Rojas L., Manuel Paulin-Huerta<sup>1</sup> J., Chavez-Mondragon E. , Ramirez-Miranda A. Intraocular lens iris fixation. Clinical and macular OCT outcomes//BMC Research Notes 2012, 5:560
119. Gehring J.R. Macular edema following cataract extraction // Arch. Ophthalmol. – 1968. – Vol. 80. – P. 626-631. Gimbel, H. V. Management of zonular dialysis in phacoemulsification and IOL implantation using the capsular tension ring / H. V. Gimbel, R. Sun, J. P. Heston // Ophthalmic. Surg. Lasers. – 1997. – N 28. – P. 273–281.

120. Gicquel J-J, Guigou S, Bejjani RA, Briat B, Ellies P, Dighiero P. Ultrasound biomicroscopy study of the Verisyse aphakic intraocular lens combined with penetrating keratoplasty in pseudophakic bullous keratopathy. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(3):455–464
121. Hakan Oner F. Dislocation of capsular bag with intraocular lens and capsular tension ring / F. Hakan Oner, Nilufer Kocak, A. Osman Saatci // *J. of Cataract & Refractive Surg.* 2006. Vol. 32, № 5. P. 1756–1758.
122. Han F., Shu X., Tan R. Evaluation of pars plana sclera fixation of posterior chamber intraocular lens // *Indian. J. Ophthalmol.* – 2014. – Vol. 62. – P. 688–691.
123. Hara S. Retropupillary fixation of iris-claw intraocular lens versus transscleral suturing fixation for aphakic eyes without capsular support // *Journal of Refractive Surgery.* – 2011. – T. 27, № 10. – C. 729–735.
124. Hara S, Borkenstein A.F.M., Ehmer A., Auffarth GU. Retropupillary fixation of iris-claw intraocular lens versus transscleral suturing fixation for aphakic eyes without capsular support. *J Refract Surg.* 2011;27(10):729–735
125. Hoffman, R. S. Scleral fixation without conjunctival dissection / R. S. Hoffman, I. H. Fine, M. Packer // *J. Cataract. Refract. Surg.* –2006. – № 32. – P. 1907–1912
126. Holladay J.T., Prager T.C., Chandler T.Y., Musgrove K.H., Lewis J.W., Ruiz R.S. A three-part system for refining intraocular lens power calculation. *J. Cataract Refract. Surg.* 1988;14(1):17-24.
127. Jacob S. Intrasccleral IOL Fixation// *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology* № 6(4), 07-08 2017: 381–387

128. Jacob S., Agarwal A., Agarwal S. Efficacy of a capsular tension ring for phacoemulsification in eyes with zonular dialysis // J. Cataract. Surg. – 2003. – N 29. – P. 315 – 321.
129. Jakobsson G., M. Zetterberg, M. Lundström, U. Stenevi, R. Grenmark, K. Sundelin Late dislocation of in-the-bag and out-of-the bag intraocular lenses: Ocular and surgical characteristics and time to lens repositioning/ Journal of Cataract & Refractive Surgery V 36(10)- 2010, P. 1637-1644
130. Jin H. Impact of axis misalignment of toric intraocular lenses on refractive outcomes after cataract surgery / H. Jin, I.J. Limberger, A. Ehmer, H. Guo, et al. // J Cataract Refract Surg. – 2010. – Vol. 36. - № 12. - P. 2061 - 2072
131. Jongebloed W. Degradation of polypropylene in the human eye: a SEM-study// Doc. Ophthalmology. -1986.- P. 143-152
132. Kang M. H., Seong M., Lim H. W., Cho H. Y. Simple method to restore a fractured 10-0 polypropylene suture using a single fisherman's knot. *Journal of Cataract Refractive Surgery*. 2014;40(9):1568–1570
133. Kawaji T., Sato T., Tanihara H. Sutureless intrascleral intraocular lens fixation with lamellar dissection of scleral tunnel//Clin Ophthalmol. 2016; 10: 227–231
134. Kay M. D., R. J. Epstein, and E. Torczynski, “Histopathology of acute intraoperative suprachoroidal hemorrhage associated with transscleral intraocular lens fixation,” *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, vol. 19, no. 1, pp. 83–87, 1993.
135. Khan, A, Gupta O, Smith R, et al. Scleral fixation of intraocular lenses using Gore-Tex suture: clinical outcomes and safety profile Br. J. Ophthalmol doi:10.1136/bjophthalmol-2015-306839

136. Kim J. Subluxation of transscleral sutured posterior chamber IOL// Am Journal Ophthalmologi. - 2003.-Vol 136.-P. 382-384
137. Kohnen T., Cichocki M., Koss M.J. Position of rigid and foldable iris-fixated myopic phakic intraocular lenses evaluated by Scheimpflug photography. J. Cataract Refract.Surg.-2008.-Vol.34.-№1.-p.114-120.
138. Kumar D.A., Agarwal A., Prakash D., Prakash G., Jacob S., Agarwal A. Glued intrascleral fixation of posterior chamber intraocular lens in children. Am J Ophthalmol. 2012; 153:594–601.
139. Lee, V. Microhook capsule stabilization for phacoemulsification in eyes with pseudoexfoliation-syndrome-induced lens instability / V. Lee, P. Bloom // J. Cataract. Refract. Surg. – 1999. – N 25. – P. 1567–1570
140. Lee V. Y., Yuen H. K. and Kwok A. K., “Comparison of outcomes of primary and secondary implantation of scleral fixated posterior chamber intraocular lens,” British Journal of Ophthalmology, vol. 87, no. 12, pp. 1459–1462, 2003.
141. Lorente, R. et al. Management of late spontaneous in-the-bag intraocular lens dislocation: retrospective analysis of 45 cases / R. Lorente et al. // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2010. – № 36. – P. 1270–1282.
142. Luk Abbie S W, Young Alvin L, Cheng Lulu L Long-term outcome of scleral-fixated intraocular lens implantation// Br J Ophthalmol 2013;97:1308–1311
143. Ma D. J., Choi H. J., Kim M. K., Wee W. R. Clinical comparison of ciliary sulcus and pars plana locations for posterior chamber intraocular lens transscleral fixation // J. Cataract. Refract. Surg. – 2011. – Vol. 37. – P. 1439–1446.

144. Mackool, R. J. Capsule stabilization devices (letter) // J. Cataract Refract. Surg. – 2006. – № 32. – P. 1592–1593.
145. Mahmood SA, Zafar S, Shakir M, Rizvi SF Visual acuity after trans-scleral sutured posterior chamber intraocular lens. J Coll Physicians Surg Pak. 2014 Dec;24(12):922-6
146. Masket S, Wang L, Belani S. Induced astigmatism with 2.2- and 3.0-mm coaxial phacoemulsification incisions. J Refract Surg. 25(1):21-24.
147. McAllister AS, Hirst LW. Visual outcomes and complications of scleral-fixated posterior chamber intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2011;37:1263–1269
148. Mendicute J, Irigoyen C., Aramberri J., Ondarra A., Monte's-Mico R. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients J Cataract Refract Surg. - 2008 Apr;34(4):601-7
149. Micheli T, Cheung LM, Sharma S. et al. Acute haptic-induced pigmentary glaucoma with an AcrySof intraocular lens. J Cataract Refract Surg. 2002; 13:1869–1872
150. Nagy, Z. Z. Intraocular femtosecond laser use in traumatic cataracts following penetrating and blunt trauma / Z. Z. Nagy, K. Kranitz, A. Takacs, et al. // J. Refract. Surg. –2012. – № 28. – P. 151–153.
151. Nishimura E., Yaguchi S., Nishihara H., Ayaki M., Kozawa T. Capsular stabilization device to preserve lens capsule integrity during phacoemulsification with a weak zonule // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2006. – № 32(3). – P. 392-5.
152. Ohta T., Toshida H., Murakami A. Simplified and safe method of sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation: Y-fixation technique. J Cataract Refract Surg. 2014; 40:2–7

153. Osher. R. H., Falzoni W., Osher J. M. Our Phacoemulsification Technique // In: Buratto L, Werner L., Zanini M., et al. Phacoemulsification Principles and Techniques, 2nd ed. Slack; 2003. — P.355-362.
154. Oshika T, Nagahara K, Yaguchi S, et al. Three-year prospective, randomized evaluation of intraocular lens implantation through 3.2- and 5.5-mm incisions. J Cataract Refract Surg. 1998;24(4):509-514
155. Packard R. Implantology: the evolution from large rigid to small foldable IOLs. CRST Europe. January 2014
156. Pardianto Gede,<sup>1</sup> Nila Moeloek,<sup>2</sup> Julia Reveny,<sup>1</sup> Sutarman Wage,<sup>1</sup> Imsyah Satari,<sup>3</sup> Rosita Sembiring,<sup>1</sup> and Nuttamon Srisamran Retinal thickness changes after phacoemulsification Clin Ophthalmol. 2013; 7: 2207–2214
157. Pascolini, D. Global estimates of visual impairment: 2010 / D. Pascolini, S. P Mariotti // Br. J. Ophthalmol. – 2011. – № 3. – P. 134–144.
158. Peter W.R. German IOL offers suture – free future // Eurotimes. – 2007.– Vol. 12.– No. 8.– P. 6.
159. Por Y.M., Lavin M.J. Techniques of intraocular lens suspension in the absence of capsular/zonular support. Surv Ophthalmol. 2005;50:429–462
160. Prasad S., Kumar B. V., Scharioth G. B. Needle-guided intrascleral fixation of posterior chamber intraocular lens for aphakia correction // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2010. – № 36. – P. 1063.
161. Prasad Pradeep S., MD, and Uday Devgan, MD Evaluating and managing post-op CME Ophthalmology Management, Volume: 18, Issue: August 2014, page(s): 32-37
162. Praveen M. R., A. R. Vasavada, A. Singh Phacoemulsification in subluxated cataract // Ind. J. Ophthalmol. – 2003. – N 51. – P. 147–154

163. Price M. O., Price F. W. Late dislocation of scleral-sutured posterior chamber intraocular lenses. // *J. Cataract. Refract. Surg.* – 2005. – № 31. – P.1320–1326
164. Price M. O., Price F. W., Jr., Werner L., Berlie C., Mamalis N. Late dislocation of scleral-sutured posterior chamber intraocular lenses. *Journal of Cataract Refractive Surgery.* 2005;31(7):1320–1326
165. Rodriguez-Agirretxe I., Acera-Osa A., Ubeda-Erviti M. Needle-guided intrascleral fixation of posterior chamber intraocular lens for aphakia correction // *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* – 2009. – № 35. – P. 2051–2053.
166. Rozema J. Jos, Gobin L., Verbruggen K., Tassignon M. J. Changes in rotation after implantation of a bag-in-the-lens intraocular lens // *J Cataract Refract Surg.*— 2009. — Vol. 35, № 8. — P. 1385-1388.
167. Rusu I, Chen Z, Zizva J, Myung JS, Wald KJ. Incidence of cystoid macular edema with iris-fixated posterior chamber intraocular lenses in patients presenting with lens dislocation. *Int Ophthalmol.* 2014 Oct;34(5):1153-8. doi: 10.1007/s10792-014-9964-2. Epub 2014 Jul 25.
168. Sahin M, Cingu AK, Gozum N. Evaluation of cystoid macular edema using optical coherence tomography and fundus autofluorescence after uncomplicated phacoemulsification surgery. *J Ophthalmol.* 2013; 2013:376013.
169. Santoro S., Sannace C., Cascella M. C., Lavemicocca N. Subluxated lens: phacoemulsification with iris hooks // *J. Cataract. Refract. Surg.* – 2003. – Vol. 29. – № 12. – P. 2269–2273.
170. Sati, A. Iris retractors: the saviours in cataract surgery for cataract in lens coloboma / A. Sati, S. Shankar, V. S. Sangwan // *BMJ. Case Rep.* – 2013.



171. Scharioth G.B., Prasad S., Georgalas I., Tataru C., Pavlidis M. Intermediate results of sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J. Cataract Refract Surg.* 2010; 36:254–259.
172. Scherer M., E. Bertelmann, P. Rieck Late spontaneous in-the-bag intraocular lens and capsular tension ring dislocation in pseudoexfoliation syndrome// *J. Cataract. Refract. Surg.* – 2006. – Vol. 32. – P. 672–675.
173. Schwenn O., Binder H. Sutureless ciliary sulcus supported intraocular lens with transiridal anchoring haptics// *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* – 2003. – № 29(5). – P. 875-8.
174. Shah G.D. Rotational stability of a toric intraocular lens: influence of axial length and alignment in the capsular bag / G.D. Shah, M.R. Praveen, A.R. Vasavada, V.A. Vasavada, et al. // *J Cataract Refract Surg.* – 2012. – Vol. 38. – № 1. – P. 54 – 59
175. Shin Yong Un, Seong Mincheol, Yoon Cho Hee, Kang Min Ho Novel Technique to Overcome the Nonavailability of a Long Needle 9-0 Polypropylene Suture for Sutured Scleral Fixation of the Posterior Chamber Intraocular Lens Using a Single Fisherman's Knot//*J Ophthalmol.* 2017; 2017: 2683415
176. Sethi, H. S. Modified flexible iris retractor to retract superior iris and support inferior capsule in eyes with iris coloboma and inferior zonular deficiency / H. S. Sethi, A. Sinha, N. Pal, R. Saxena // *J. Cataract. Refract. Surg.* – 2006. – Vol. 32. – P. 715–716.
177. Solomon K., J. R. Gussler, C. Gussler, and W. S. van Meter, “Incidence and management of complications of transsclerally sutured posterior chamber lenses,” *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, vol. 19, no. 4, pp. 488–493, 1993.

178. Stewart M. W., Landers M. B., 3rd Transscleral intraocular lens fixation with a "homemade" needle and hook//Journal of Cataract Refractive Surgery. 2006;32(2):200–202
179. Stürmer J Lens exchange for subluxation of posterior chamber lenses implanted in the capsular bag or in the ciliary sulcus// Klin Monbl Augenheilkd. 2013 Apr;230(4):317-22
180. Tam D. I., Ahmed I. I. Iris –claw intraocular lens in complex cases // Techn. Ophthalmol. – 2009. – Vol. 7, №2. – P. 64–71.
181. Ton Y., Michaeli A., Assia E.I. Repositioning and scleral fixation of the subluxated lens capsule using an intraocular anchoring device in experimental models// Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2007. – № 33(4). – P. 692-6.
182. Ton Y., Naftali M., Gortzak R.L., Assia E.I. Management of subluxated capsular bag-fixated intraocular lenses using a capsular anchor// Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2016. – № 42(5). – P. 653-8.
183. Totan Y., Karadag R. Trocar-assisted sutureless intrascleral posterior chamber foldable intra-ocular lens fixation. Eye. 2012; 26:788–791.
184. Tsilimbaris Miltiadis a Vasilios F. Diakonis a, b George D. Kymionis Maria I. Eleftheriadou a Sofia Fragkiskou a Joanna Moschandreas Beatrice E. Frueh Daniel Epstein, Aristophanis I. Pallikaris Prospective Study of Foveal Thickness Alterations after Cataract Surgery Assessed by Optical Coherence Tomography Ophthalmologica 2012;228:53–58
185. Tsilimbaris Miltiadis K., Aleksandra Karavitaki, Chrysanthi Tsika, Ioannis Pallikaris, Vasilios Diakonis Macular Edema and Cataract Surgery INTECH Open Access Publisher, 2013

186. Ursell Paul G., David J. Spalton, FRCP, FRCS, FRCOphth, Scott M. Whitcup, MD, Robert B. Nussenblatt, MD Cystoid macular edema after phacoemulsification: Relationship to blood–aqueous barrier damage and visual acuity J CATARACT REFRACT SURG—VOL 25, NOVEMBER 1999
187. Vasavada V., Vasavada V.A., Werner L., Mamalis N., Vasavada A.R., Crandall A.S. Corticocapsular cleavage during phacoemulsification: Viscodissection versus hydrodissection. Miyake-Apple view analysis // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2008. – № 34(7). – P. 1173-80.
188. Viestenz A., Seitz B., Langenbacher A. Evaluating the eye's rotational stability during standard photography. Effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses// J Cataract Refract Surg.— 2005; 31:557–561
189. Vries N.E. Results of cataract surgery after implantation of an iris-fixated phakic intraocular lens. J. Cataract Refract.Surgery-2009.-Vol.35.-№1.- p.121-126.
190. Watanabe K. Simple and accurate alignment of toric intraocular lenses and evaluation of their rotation errors using anterior segment optical coherence tomography / K. Watanabe, K. Negishi, H. Torii, M. Saiki, et al. // Jpn J Ophthalmol. – 2012. – Vol. 56. – № 1. – P. 31 - 37.
191. Wolffsohn J.S., Buckhurst P.J. Objective analysis of toric intraocular lens rotation and centration // J Cataract Refract Surg.— 2010, 36- 778-782
192. Wolffsohn J.S., Buckhurst P.J. Objective analysis of toric intraocular lens rotation and centration // J Cataract Refract Surg.— 2010, 36- 778-782
193. Worst J. G. F. Extracapsular surgery in lens implantation (Birkhorst lection)// Amer. Intraocular. Implant. Soc. J. – 1977. – Vol. 13, № 2. – P. 102–104.

194. Yamane S., Inoue M., Arakawa A., Kadonosono K. Sutureless 27-gauge needle-guided intrascleral intraocular lens implantation with lamellar scleral dissection. *Ophthalmology*. 2014; 121:61–66
195. Zhong L. X., D. Y. Zheng, Y. Sun Clinical study of the auxiliary management with iris retractor for subluxated lens combined with cataract // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. – 2011. – Vol. 47, №1. – P. 45–49.