

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНСТВА»**

На правах рукописи

Ильинская Ирина Анатольевна

**КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ КОРРЕКЦИИ
АСТИГМАТИЗМА**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

14.01.07 - глазные болезни

Научный руководитель
доктор медицинских наук, профессор
Трубилин Владимир Николаевич

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	10
ГЛАВА 1. ВОПРОСЫ КОРРЕКЦИИ РОГОВИЧНОГО АСТИГМАТИЗМА В СОЧЕТАНИИ С ХИРУРГИЕЙ КАТАРАКТЫ. ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИМПЛАНТАЛОГИИ: ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ С ТОРИЧЕСКОЙ ОПТИКОЙ (обзор литературы).....	10
1.1. Исторические аспекты хирургии катаракты и астигматической коррекции.....	10
1.2. Определение оптической силы роговицы с помощью различных методов исследования.....	17
1.3. Методики разметки оси установки ТИОЛ.....	23
1.4. Роль формы и размера капсулорексиса в «рефракционной хирургии катаракты».....	28
1.5. Влияние ротационной стабильности ТИОЛ на функциональный результат хирургического вмешательства.....	29
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	32
2.1. Характеристика пациентов в группах исследования.....	32
2.2. Методы диагностики структурно – функционального состояния зрительного анализатора.....	39
2.3. Описание хирургического вмешательства.....	42
2.3.1. Техника операции с имплантацией ТИОЛ.....	44
2.4. Метод изучения положения ТИОЛ в капсульном мешке.....	47
2.5. Методы статистической обработки данных.....	49
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТРАОПЕРАЦИОННО МЕТОДИКИ ОСЕВОЙ РАЗМЕТКИ.....	51
3.1. Создание модели торического разметчика.....	51

3.2. Технология осевой разметки ТИОЛ и ориентира капсулорексиса торическим разметчиком.....	59
ГЛАВА 4. КЛИНИКО – ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	60
4.1. Результаты исследования геометрических параметров роговицы.....	60
4.2. Клиническая оценка точности и эффективности применения торического разметчика.....	72
4.2.1. Результаты сравнения прецизионности нанесенной маркировки торическим разметчиком и Toric Axis Marker.....	72
4.2.2. Результаты исследования ротационной стабильности ТИОЛ.....	74
4.2.3. Результаты исследования остроты зрения в различные сроки наблюдения.....	77
4.3. Клиническая оценка эффективности интраокулярной коррекции астигматизма.....	82
4.3.1. Функциональные результаты хирургического лечения катаракты и роговичного астигматизма	82
4.3.2. Величина индуцированного астигматизма.....	88
4.3.3. Осложнения хирургического лечения катаракты и роговичного астигматизма.....	89
4.3.4. Результаты удовлетворенности пациентов хирургическим вмешательством.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	93
ВЫВОДЫ.....	102
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	104
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы

Коррекция роговичного астигматизма торическими интраокулярными линзами (ТИОЛ) в ходе микроинвазивной хирургии катаракты – инновационный виток в катарактальной и рефракционной хирургии. Данная технология имеет короткий реабилитационный период, высокие функциональные результаты и экономически выгодна (Ж.В. Гимранова и соавт., 2011; S.S. Lane et al., 2009; В.Рouyeh et al., 2011). Оптические решения, воплощенные в дизайне линзы, позволяют полностью компенсировать aberrации оптической системы глаза за счёт расположения на задней поверхности цилиндрического компонента.

Существующие на сегодняшний день другие хирургические технологии имеют значительные недостатки. Метод ориентации хирургического доступа для проведения факоэмульсификации хрусталика выполняющийся по ходу сильного меридиана с целью его ослабления (С.Э. Аветисов, 1980) обладает ограниченной эффективностью. Метод нанесения релаксирующих лимбальных и тангенциальных разрезов роговицы имеет сложности в расчетах, зависимость от квалификации хирурга и большой риск перфорации (R.F. Asar, 1981; L. Vores 1980; D. Shepard, 1983). Рефракционные операции на роговице с использованием лазерных технологий (ЛАЗИК, ФРК) позволяют исключить негативные моменты, присущие предыдущим методикам и обеспечить возможность достаточно точной коррекции исходного и индуцированного астигматизма (И.А. Бубнова, 2006). Но это дополнительное хирургическое вмешательство со своими возможными осложнениями и материальными затратами на его проведение.

Несмотря на высокий по данным многочисленных исследований клинический эффект имплантаций ТИОЛ (X. Y. Sun et al., 2000; W. Hill, 2008; A. Dardzhikova et al., 2009; Ernest P., Potvin R., 2011; Koch D.D., 2013), ряд вопросов

до сих пор остается нерешенным и требует дальнейшего изучения. В частности, одной из актуальных проблем является сложность точного измерения кривизны роговицы, на основании которой делается заключение о величине исходного роговичного астигматизма, определяется градус положения сильного меридиана, а также производится расчет силы сферического и цилиндрического компонента ТИОЛ. Ошибка на данном этапе может существенно повлиять на результат хирургического лечения. Основываясь на разных принципах измерений кератометрические приборы дают различные результаты (А. Cucera et al., 2008; W. Hill et al., 2011; T. Gonen et al., 2012; M. Chang et al., 2012; H. Lee et al., 2012).

Капсульная фиксация и прецизионное, соответствующее сильному меридиану, положение ТИОЛ, является следующим фактором получения высоких оптических результатов. Для стабильного положение линзы необходимо выполнение непрерывного, кругового капсулорексиса чуть меньше диаметра оптической части линзы (Х.П. Тахчиди и соавт., 2011; N. Hirnschall et al., 2012). Проецирование расчетной астигматической оси на поверхность глаза и стандартизация капсулорексиса является одной из серьезных задач торической коррекции.

Комплексное решение перечисленных проблем позволят существенно повысить результат интраокулярной коррекции астигматизма.

Цель работы

Разработка комплекса диагностических и хирургических мероприятий направленных на повышение функциональных результатов микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией торических интраокулярных линз.

Задачи исследования

1. Оценить точность приборов измеряющих геометрические параметры роговицы и выявить наиболее значимую зону измерения для проведения расчетов

цилиндрической составляющей оптической системы глаза методом сопоставления полученных данных.

2. Разработать метод одномоментной разметки оси имплантации ТИОЛ и ориентира капсулорексиса в центральной зоне роговицы не требующий дополнительной окраски.

3. Провести сравнительный анализ точности маркировки нового разработанного нами метода в сравнении с традиционной осевой разметкой в лимбальной зоне роговицы с применением красителя.

4. Исследовать ротационную стабильность ТИОЛ в зависимости от дозированного и произвольного выполнения капсулорексиса.

5. Оценить эффективность технологии интраокулярной коррекции астигматизма с помощью сфероцилиндрической ИОЛ относительно микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией сферической ИОЛ.

Научная новизна

Впервые проведена достоверная оценка показателей приборов, измеряющих геометрические параметры роговицы в различных зонах для проведения расчетов астигматической составляющей оптической системы глаза.

Впервые в офтальмологической практике разработан интраоперационный метод одномоментной разметки оси имплантации торической интраокулярной линзы и ориентира капсулорексиса в центральной зоне роговицы без применения красителя – торическим разметчиком (патент РФ № 127312 от 03.08.2012).

Доказано, что маркировка оригинальным торическим разметчиком позволяет повысить точность проекции расчетной оси на поверхность глаза и тем самым снизить величину отклонения ТИОЛ в 3 раза до $1,8 \pm 2,1^\circ$, а стандартизация капсулорексиса увеличивает ротационную стабильность торической интраокулярной линзы на 7% и уменьшает величину девиации от оси

имплантации в 2 раза до $2,8 \pm 1,36^\circ$, в сравнении эмпирически выполняемым капсулотомическим отверстием.

Установлено, что метод интраокулярной коррекции астигматизма, с использованием торического разметчика, в 97,7% случаев позволяет полностью коррегировать роговичный астигматизм в ходе микроинвазивной хирургии катаракты, а в 88,4% случаев отказаться от экстраокулярной коррекции.

Теоретическая значимость работы

1. Выявлены анатомо – топографические особенности роговицы у пациентов с астигматизмом на основании многократных кератометрических измерений различных диагностических приборов, основанных на принципах отражения и проекции: автоматическая и ручная кератометрия, видеокератоскопия, лазерная интерферометрия и щелевая фотография.

2. Определен диапазон и направление ротации ТИОЛ в различные послеоперационные сроки, с помощью методов фоторегистрации.

Практическая значимость работы

1. Выявлена наиболее значимая оптическая зона измерения роговицы для проведения расчетов цилиндрической составляющей оптической системы глаза.

2. Определен круг приборов отражающих объективные данные геометрических параметров роговицы в оптически значимой зоне.

3. Разработаны практические рекомендации по использованию метода интраоперационной коррекции астигматизма в ходе микроинвазивной хирургии катаракты, которые основаны на предложенной концепции одномоментной разметки оси имплантации торической интраокулярной линзы и ориентира капсулорексиса в центральной зоне роговицы без применения красителя.

Методология и методы исследования

В работе использовался комплексный подход к оценке эффективности метода коррекции регулярного роговичного астигматизма в ходе хирургии катаракты путём имплантации ТИОЛ с позиций клинико-функциональных показателей зрительного анализатора в различные послеоперационные сроки, определения величины индуцированного астигматизма, ротационной стабильности ТИОЛ.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Метод измерения рефракции роговицы в 3 – мм зоны по данным шеймпфлюг – камеры, который позволяет объективно определить её преломляющую силу и положение сильного меридиана.

2. Разработан метод интраоперационной разметки оси имплантации ТИОЛ и ориентира капсулорексиса с помощью торического разметчика, позволяющего увеличить функциональные результаты оперативного лечения катаракты и роговичного астигматизма за счёт снижения величины ротационных отклонений и точного позиционирования линзы относительно расчётной оси.

Степень достоверности результатов

Степень достоверности результатов исследования оценивали методом статистического анализа. Группировку данных, вычисление средних значений и их сравнение производили с использованием «Пакета анализа» в программе Microsoft Excel 2007. С помощью программы Statistica v11.5 (Rus) осуществляли проверку на нормальное распределение выборочных совокупностей. Для оценки

достоверности различий между группами наблюдения использовался критерий Стьюдента.

Апробация и публикация материалов исследования

Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на региональных, российских и международных конференциях в период с 2011 по 2014 годы: на VI Евро - Азиатской конференции по офтальмологии (Екатеринбург, 2012 г.), на научно – практической конференции «Ерошевские чтения» (Самара, 2012г.), на IX Всероссийской конференции молодых ученых (Москва, 2014г.), на конгрессе Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов (Милан, 2012г.), на мировом конгрессе катарактальной и рефракционной хирургии (Гонконг, 2012).

Основные положения работы изложены в 9 - ти научных работах, из них 4 опубликованы в журналах рецензируемых ВАК РФ, опубликовано 1 методическое пособие, получено 4 патента РФ.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 126 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, 3 - х глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 47 рисунками, содержит 19 таблиц. Список литературы состоит из 184 источников, из них 38 отечественных и 146 зарубежных.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 1

ВОПРОСЫ КОРРЕКЦИИ РОГОВИЧНОГО АСТИГМАТИЗМА В СОЧЕТАНИИ С ХИРУРГИЕЙ КАТАРАКТЫ. ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИМПЛАНТАЛОГИИ: ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ С ТОРИЧЕСКОЙ ОПТИКОЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Исторические аспекты хирургии катаракты и астигматической коррекции

Астигматизм, как разновидность рефракции, занимает одно из лидирующих мест в структуре рефракционной патологии органа зрения. По данным Б.Л. Радзиховского (1969) он встречается у 45 - 55% населения земного шара. Среди пациентов, имеющих показания к хирургическому лечению катаракты, 32,9% имеют астигматизм более 1,00 дптр [180]. На сегодняшний день уровень хирургических технологий настолько высок, что позволяет, с помощью имплантации торических интраокулярных линз (ТИОЛ), скорректировать роговичный астигматизм непосредственно в ходе удаления помутневшего хрусталика. Современные оптические решения, воплощенные в дизайне интраокулярной линзы, позволяют чётко ориентировать цилиндрическую ось, препятствовать её ротации, полностью корригировать aberrации оптической системы глаза, в том числе с эффектом псевдоаккомодации и аподизации.

А ведь на протяжении многих столетий, из-за отсутствия материально – технической базы, пациенты с катарактой были обречены на слепоту. Широко распространенная в древности хирургическая реклинация хрусталика не каждому пациенту давала возможность «увидеть свет». Основоположником данной процедуры был индийский врач Сушрута, который прокалывал иглой глаз

пытаясь её кончиком сместить хрусталик с оптической оси. Операция была очень травматичной и имела серьезные геморрагические и инфекционные осложнения. Кроме того, без функционирующего хрусталика, свет, проходящий в глаз больного, не фокусировался на сетчатке. В результате у пациента появлялась возможность только пространственной ориентации. В XVII веке благодаря трудам Исаака Ньютона для коррекции афакии впервые стали использовать очки [70]. Диоптрическая нумерация стекол была введена в 1873 году, а назначать очки, основываясь на научных данных, специалисты стали лишь в конце XIX столетия. Но и в данном вопросе не всегда получалось достичь высоких результатов. Оказалось, что есть категория людей, которым не помогают ни выпуклые, ни вогнутые, сферические стекла. Лучи, проходящие в глаз, не собираются в одной точке на сетчатке, в результате человек видит все расплывчато. Такой недостаток оптической системы глаза называли астигматизмом. Первым выявил его у себя английский естествоиспытатель Т. Юнг (1801). Симптомы этого дефекта зрения описал голландский офтальмолог и физиолог Ф. К. Дондерс. Он доказал, что при астигматизме помогают цилиндрические стекла и сформулировал правила их подбора. Благодаря заложенным базовым исследованиям на сегодняшний день мы имеем полное представление об астигматизме и его видах. Эти данные систематизированы В. Г. Копаевой (2012). Выделяют правильный (регулярный) и неправильный (иррегулярный) астигматизм. Если четко выявляются два взаимно перпендикулярных меридиана с разной силой преломления астигматизм является правильным. Обычно он бывает врожденным. Если меридианы, и даже отдельные радиусы, имеют разную силу преломления, то говорят о неправильном астигматизме. Он является следствием заболеваний или травм роговицы. В свою очередь правильный астигматизм классифицируется в зависимости от вида клинической рефракции и положения главных меридианов. В случае, когда рефракция одного из меридианов эметропическая, имеют в виду простой астигматизм. Если клиническая рефракция обоих меридианов одинакова - сложный. А когда один из меридианов имеет гиперметропическую, другой миопическую рефракцию, то говорят о смешанном астигматизме. При прямом

астигматизме направление меридиана ближе к вертикальному. При обратном – к горизонтальному. При астигматизме с косыми осями оба главных меридиана лежат в секторах, удаленных от указанных направлений [17].

Параллельно с совершенствованием оптической коррекции афакичного глаза шло бурное развитие хирургических технологий, которые легли в основу микрохирургии помутневшего хрусталика. Жак Давиель впервые опубликовал технику операции экстракапсулярной экстракции катаракты в 1748 году, которая усовершенствовалась до последнего времени. Следом в 1753 г. Самюэль Шарп предложил вариант интракапсулярного удаления помутневшего хрусталика. Шведский профессор Карл-Олаф Нилен в 1921 году впервые в хирургической практике применил клинический операционный микроскоп, с помощью которого удавалось увеличить изображение в 10-15 раз. Этого оказалось вполне достаточно, чтобы оперировать с ранее недоступной точностью и легло в основу развития материальной базы имплантации искусственного хрусталика (ИОЛ), впервые предложенного Гарольдом Ридли, в 1949 году [70]. Интраоперационная коррекция афакии стала новой страницей в рефракционной глазной хирургии. Имплантация ИОЛ значительно повысила качество жизни пациентов, что дало возможность сохранить им трудоспособность.

Ультразвуковая биометрия глаза способствовала прецизионному подбору ИОЛ. В результате офтальмологи смогли прогнозировать рефракционный эффект катарактальной хирургии. Однако операции выполнялись через большой доступ и требовали обязательного наложения шва на роговицу и склеру, что приводило к развитию индуцированного астигматизма. Несмотря на успешный исход оперативного вмешательства и правильный расчет ИОЛ острота зрения оставалась низкой, и требовала дополнительной коррекции. Приходилось использовать очки, но на этот раз с цилиндрической оптикой, что не всегда способствовало успеху. По данным Ю.З. Розенблюма (1976) при астигматизме степенью до 2,0 дптр полной коррекции удается достичь лишь в 64% случаев, при астигматизме 2,25 - 3,0 дптр - в 22% случаев, а при степени астигматизма свыше

3,0 дптр - лишь в 3%. Неполная коррекция объясняется наличием остаточного иррегулярного астигматизма, образующего на сетчатке зону беспорядочного пересечения лучей [24]. Связано это с тем, что любая корригирующая цилиндрическая или сфероцилиндрическая оптическая линза исправляет только правильный (регулярный) астигматизм. Поэтому успех коррекции астигматического глаза во многом зависит от степени выраженности остаточного иррегулярного астигматизма [4]. Таким образом, почти половина пациентов с афакией или интраокулярной коррекцией, даже надев очки, не получали максимальной остроты зрения. Полная коррекция на глазах с искусственным хрусталиком достигалась только в 61,7% случаев [30]. Все это послужило предпосылкам к разработке хирургических методов коррекции астигматизма, которые можно условно разделить на несколько основных групп:

Ориентация хирургического доступа - один из первых видов воздействия на восстановление сферичности роговицы. Данный разрез выполняли по ходу сильного меридиана с целью его ослабления. В связи с ограниченной эффективностью метод не получил широкого распространения [2, 52].

Способ коррекции астигматизма, связанный с коагуляцией роговицы. Основоположителем данного метода был доктор Lans, который ещё в 1898 году, изучая в эксперименте влияние ожоговых ран, наносимых гальванокаутером на роговицу, выявил усиление рефракции в меридиане, перпендикулярном направлению ран и ослабление в параллельном меридиане. Позже для этих целей в эксперименте и клинике применяли варианты токов высокой частоты, диатермию, диатермокоагуляцию и лазерное воздействие. В целом коагуляционные методы достаточно эффективны при гиперметропическом астигматизме и приводят к усилению рефракции в меридиане воздействия [38, 158]. Результаты данных вмешательств нестабильны и к 6 месяцам эффект снижается.

Воздействие на оптику роговицы путем резекции склеры. Рефракционный эффект прямо зависит от локализации и величины резекции, которую следует

производить по оси наименьшей кривизны. Уменьшается размер глазного яблока, что в свою очередь существенно изменяет радиус роговицы. Результаты метода сложно прогнозировать и его эффективность позволяет лишь в отдельных случаях достигнуть желаемой коррекции в пределах 1,0 - 2,0 дптр [8, 143].

Резекция роговицы в основном применялась для коррекции астигматизма после кератопластики и экстракции катаракты [82, 169]. Данный метод широкого распространения не получил, так как технически сложен и небезопасен из-за высокого риска инфекционных осложнений.

Воздействие на оптику роговицы методом задней кератотомии разработал японский хирург Т. Sato (1950, 1953). Суть метода состоит в нанесении на заднюю поверхность, т.е. со стороны эндотелия, различных по направлению, длине и глубине надрезов. В некоторых случаях для усиления эффекта задние надрезы комбинировались с передними. Хирург использовал специальный нож «kakumakuta», который герметизировал доступ в корнеосклеральной зоне роговицы. Задние надрезы роговицы оказывали значительное влияние на её кривизну. К сожалению, в отдаленные сроки наблюдений развивалась тяжелая форма буллезной кератопатии.

Метод воздействия на оптику роговицы путем передней кератотомии предложил С.Н. Федоров в 1979 году. Использовались радиальные и продольные не перфорирующие передние надрезы, имеющие большую длину в секторах, прилегающих к сильному меридиану роговицы [1]. Рефракция стабилизировалась к концу третьего месяца после операции и в дальнейшем не изменялась. Были предложены модификации в виде тангенциальных и продольно – радиальных надрезов роговицы, которые способны устранять роговичный астигматизм до 4,0 дптр [51, 56, 152]. Недостатком данного метода являлась сложность расчетов и зависимость от квалификации хирурга, большой риск перфорации.

Эксимерлазерные вмешательства позволяют исключить негативные моменты, присущие другим методикам, и обеспечивают возможность достаточно точной коррекции исходного и индуцированного астигматизма [9, 13, 14, 125, 131]. Но это дополнительное хирургическое вмешательство со своими

возможными осложнениями и материальными затратами на его проведение.

Исходя из вышеперечисленных методов, очевиден дальнейший поиск более приемлемых вариантов интраокулярной коррекции астигматизма. Применение торической оптики интраокулярно возможно только лишь при адекватном прогнозировании топографических изменений роговицы после удаления хрусталика. Сочетание двух факторов: микроинвазивных способов хирургии катаракты и разработки эластичных интраокулярных линз, способной проходить в полость глаза через инъекторную систему – определило возможность интраокулярной коррекции астигматизма.

В 1967 году американский офтальмохирург Чарльз Келман предложил метод ультразвуковой факоэмульсификации (ФЭК). Сущность метода заключалась в дроблении хрусталика низкочастотным ультразвуковым наконечником с одновременной аспирацией эмульсифицированного хрусталикового вещества при постоянной подаче ирригационного раствора. Ультразвуковой метод удаления катаракты был единственным эффективным энергетическим вмешательством на протяжении 30 лет.

Группой ученых под руководством С.Н.Федорова в 1997 году успешно внедрен в клиническую практику новый энергетический метод удаления катаракты - лазерная экстракция катаракты (ЛЭК), основанный на использовании Nd: YAG-лазера с уникальной длиной волны 1,44 мкм [26].

Гидромониторный метод удаления хрусталика с рефракционной целью использован в приборе INFINITI® Vision System AquaLase®.

На современном этапе энергетическая хирургия выполняется хирургическим доступом менее 2,2 мм с использованием технологий малых разрезов, минимально влияющих на топографию роговицы. Данная хирургия стала безопасной с четко прогнозируемым рефракционным эффектом и зачастую единственным возможным методом коррекции аметропий в сочетании с астигматизмом. Эти факторы привели к созданию и внедрению в клиническую практику ТИОЛ. Имплантация данной модели ИОЛ с целью компенсации рефракционных аномалий оптической системы глаза является перспективным и

активно развивающимся направлением в офтальмологии. Этот вид коррекции занял свою нишу в структуре рефракционной хирургии благодаря ряду преимуществ. Возможность одномоментной компенсации роговичного астигматизма непосредственно в ходе оперативного лечения катаракты, с коротким реабилитационным периодом и высокими функциональными результатами операции позволили обеспечить значительное повышение качества жизни и восстановление работоспособности пациентов [11, 36, 40, 73, 88, 108, 136]. Появилась возможность изготовления индивидуальных ТИОЛ по антропометрическим данным глаза с использованием программы онлайн калькулятора для расчёта цилиндрического компонента.

Несмотря на высокий клинический эффект имплантаций ТИОЛ [15, 20, 37, 41, 45, 118, 121, 127, 144, 161] ряд вопросов до сих пор остается нерешенным и требует дальнейшего изучения. В частности, одной из актуальных проблем является наличие остаточного или недокорригированного астигматизма. В большинстве случаев он присутствует в той или иной степени в позднем послеоперационном периоде. N. J. Bauer с соавт. (2008) и N. Visser с соавт. (2011) оценили величину астигматизма через четыре месяца после оперативного вмешательства. Он не превышал 0,75 дптр в 62 - 74 % и был менее 1,00 дптр в 81 - 91% глаз. Ряд авторов отмечают в позднем послеоперационном периоде цилиндрическую рефракцию в пределах $0,67 \pm 0,32$ дптр [16, 34, 49, 61, 69, 76, 81, 83, 92, 113, 123, 129, 132, 141, 174]. J. Zarranz-Ventura с соавт. (2010) сравнил степень выраженности недокорригированного астигматизма в зависимости от величины имплантируемого цилиндрического компонента ТИОЛ через 2 месяца после операции. В группе с имплантацией ИОЛ с торическим компонентом 1,5 дптр остаточный астигматизм был равен – 0,1 дптр, а далее он возрастает пропорционально величине торического компонента ИОЛ и составляет в среднем 10%.

Основными причинами наличия остаточного астигматизма после имплантации торических линз является погрешность кератометрических измерений, ошибка разметки положения ТИОЛ, ротационная нестабильность.

1.2. Определение оптической силы роговицы с помощью различных методов исследования

Величина исходного роговичного астигматизма, локализация сильного меридиана, расчет силы сферического и цилиндрического компонента ТИОЛ основываются на измерении кривизны роговицы [75, 105, 130]. Ошибка на данном этапе может существенно повлиять на результат хирургического лечения.

В настоящее время, среди офтальмологов нет единого мнения относительно достоверности результатов кератометрических приборов, основанных на различном принципе работы и производящих измерения в различных зонах роговицы.

Первыми в мировой практике появились отражающие топографические системы. Их принцип измерения основан на том, что передняя поверхность роговицы, а именно, слезная пленка, отражает свет и формирует прямое мнимое изображение тестового объекта на уровне передней капсулы хрусталика (рис.1) [6].

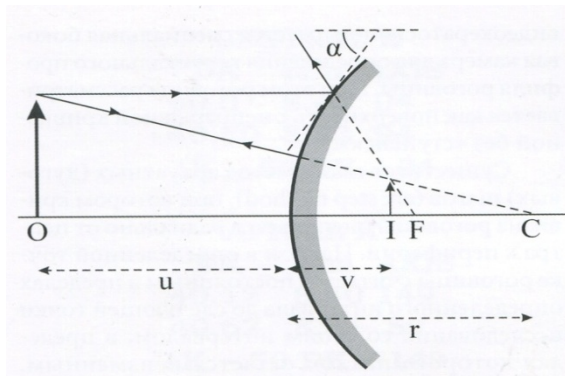


Рисунок 1 - Формирование изображения выпуклым зеркалом (С – центр кривизны роговицы; F – фокальная точка; u – расстояние от объекта (O) до роговицы; v – расстояние от изображения (I) до роговицы; α – наклон роговицы) (по М.С.Сорбетт с соавт., 1999)

Среди данных систем различают устройства, позволяющие проводить кератометрию (ручную и автоматическую) и кератоскопию (фото – и видеокератоскопию).

Внедренная в 1880 году в широкую практику офтальмометрия или ручная кератометрия до сих пор является «золотым стандартом» при хирургическом лечении катаракты. В ходе исследования измеряют кривизну передней поверхности роговицы в центральной (трехмиллиметровой) зоне. Инструмент позволяет получить максимальное и минимальное значение кривизны роговицы, однако наличие субъективного фактора при проведении исследования снижает ценность метода.

В ходе автокератометрии измерения и расчеты центральной зоны производятся автоматически, по специальному алгоритму. Позиции отражающих точек переводятся в диоптрийные величины или миллиметры радиуса кривизны. Ось цилиндра рассчитывается по отклонению рефлексов в сторону от вертикальной или горизонтальной оси [6].

С целью более детального анализа поверхности роговицы применяют кератоскопию. В данном случае в качестве отражаемого объекта, используется диск Плачидо, состоящий из множества концентрических колец, что даёт возможность проводить анализ всей поверхности роговицы.

При фотокератоскопии производят фоторегистрацию отраженного объекта, что позволяет анализировать форму 70% поверхности роговицы с проведением качественного анализа.

Более совершенным и объективным способом получения информации о роговичной поверхности является видеокератоскопия, при которой отраженное от роговицы изображение диска Плачидо захватывается видеорегистрирующим устройством, подвергается цифровой обработке, а затем компьютерному анализу.

С появлением видеокератоскопии в клинической практике фотокератоскопию практически перестали использовать [6].

На смену приборам, использующим принцип отражения, появилось новое поколение устройств - проекционные топографические системы, работа которых основана на измерении непосредственно формы спроецированного изображения, чаще всего световой щели. По высоте (элевации) роговичной поверхности над основной плоскостью оценивают показатели радиуса кривизны и оптической

силы роговицы (рис.2) [6].

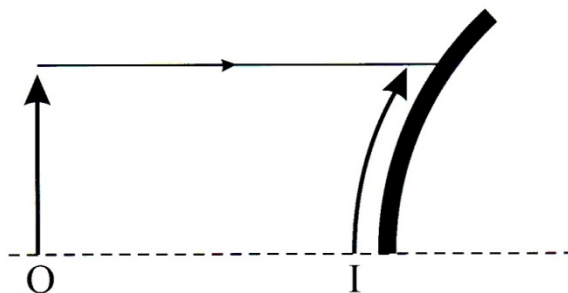


Рисунок 2 - Принцип работы проекционных топографических систем (O - объект; I - изображение объекта) (по Л.И. Балашевич с соавт., 2008)

К проекционным системам относятся лазерная интерферометрия и щелевое фотографирование.

В ходе проведения лазерной интерферометрии записывается интерференционный паттерн, генерированный на поверхность роговицы. При этом интерференция образуется при помощи двух когерентных волновых фронтов. Роговичная элевация высчитывается на основании анализа интерференционных паттернов [6].

Принцип щелевой фотографии основан на сканировании оптического среза роговицы в режиме бокового фокального освещения. С помощью калиброванной видеокамеры записывается 40 независимых изображений, с 9000 точек исследования. Топографическая информация считывается с множества параллельных оптических срезов, что позволяет определять преломляющую силу не только передней, но и задней поверхности роговицы. Данные приборы успешно используются в рефракционной хирургии, однако вопрос об их применении с целью расчетов ИОЛ до сих пор остается спорным [6].

Относительно точности вышеописанных методов в литературе имеются различные точки зрения. Так, Н. Lee (2012) считает, что «статистически значимых различий между приборами нет». К такому выводу он пришел после сравнения данных, полученных на 257 глазах, после проведения ручной кератометрии, автокератометрии, лазерной интерферометрии (ИОЛ – Мастер),

видеокератоскопии (топограф iTrace) и исследования с помощью двух приборов, действие которых основано на принципе щелевой фотографии (Pentacam и Orbscan). Анализ полученных данных существенных различий между показателями не выявил. Различия в средних значениях астигматизма находились в пределах $\pm 0,12$ дптр. При сравнении показателей преломляющей силы роговицы, полученные с помощью лазерной интерферометрии, щелевой фотографии, видеокератоскопии и ручной кератометрии, статистически значимых различий в полученных данных не наблюдали [154, 155]. К такому же заключению пришли и другие исследователи [64, 89, 115, 138].

Однако большинство авторов не только не разделяют данное мнение, но и имеют различные предпочтения. Так, K.G. Gundersen с соавт. (2012) и R. Potvin с соавт. (2013) отдают предпочтение автокератометрии, а S.M. Kim с соавт. (2009) и L. Zhao с соавт. (2011) считают, что при расчетах ТИОЛ следует опираться только на показания, полученные в результате лазерной интерферометрии. Такой же точки зрения придерживается С. Yong Park (2012) который провел сравнение точности данных, полученных с помощью ИОЛ – Мастер и Pentacam. В исследованиях В.W. Lee с соавт. (2013) расхождения приборов в измерениях оси у 30% глаз составило 10° , у 13% - 20° . Другие авторы не отмечали разницу более 0,03 мм [74, 139, 151, 163]. N. Karunaratne (2013) сравнил показатели преломляющей силы роговицы, полученные в 2,0 мм, 3,0 мм и 4,5 мм зонах. Эквивалентные результаты отмечены в 4,5 мм зоне (в среднем разница составила $0,25 \pm 0,17$ дптр).

В то же время J.V. Ale Magar (2013) считает, что данным, полученным с помощью ИОЛ – Мастера доверять не стоит, так как имеет место переоценка преломляющей силы роговицы приводящая к ошибке в выборе величины цилиндрического компонента ТИОЛ на $0,11 \pm 0,18$ дптр. А. Cusera с соавт. (2008) с целью детального сопоставления показателей приборов ИОЛ – Мастер и кератотопографа проводили измерения трижды в разное время. Наиболее значительный разброс между измерениями отмечен при использовании ИОЛ – Мастера, который составил 0,54%, в то время как при применении

кератотопографа - 0,32%. Разница в результатах измерения оси в первом случае была обнаружена в 0,55%, во втором - 0,28%.

По мнению ряда авторов, наибольшее преимущество имеют приборы, измеряющие не только переднюю, но и заднюю поверхность роговицы. Так, D.D. Koch с соавт. (2012) провел исследование на 715 глазах и пришел к выводу, что игнорирование показателей астигматизма задней поверхности роговицы может привести к неверному результату при оценке общего роговичного астигматизма. В.В. Куренков и Е.Ю. Косьянова (2005) после обследования 1000 правых глаз с применением приборов Pentacam и Orbscan сделали вывод о наличии «прямой корреляционной зависимости между общей преломляющей силой роговицы и преломляющей силой ее задней поверхности». Ряд авторов также отметили в своих работах важность измерения задней поверхности роговицы [42, 55, 93, 120, 176, 179]. К такому же выводу пришел и L.Jr. Modis с соавт. (2012) после сравнения данных, полученных с помощью Pentacam и кератотопографии с данными автоматической кератометрии. Полученная разница в результатах была статистически значимой. S.W. Kim с соавт. (2009) сравнили измерения приборов Pentacam и автокератометрии на 30 глазах, перенесших рефракционную операцию с целью коррекции миопии (25 глаз – LASIK, 4 глаза – ФРК, 1 глаз – радиальная кератотомия), полученная разница в $4,95 \pm 3,70$ дптр была статистически значима. Расчет ИОЛ производили по показателям прибора Pentacam. Среднее отклонения от желаемой рефракции в послеоперационном периоде составило $0,47 \pm 0,56$ дптр. T. Jong с соавт. (2013) после сравнения показателей, полученных с помощью трёх приборов, работающих по принципу щелевой фотографии (Pentacam, Orbscan, Galilei) и видеокератоскопии (топограф Atlas) отметил, что наиболее точные результаты обеспечили прибор Pentacam и Atlas. При сравнении показателей кератотопографии и Pentacam разница составила в двухмиллиметровой зоне - $0,00 \pm 0,53$ дптр, в трехмиллиметровой зоне - $0,26 \pm 0,40$ дптр и в четырехмиллиметровой зоне - $0,64 \pm 0,45$ дптр [98]. По другим данным наименьшие различия в показаниях кератометрии при использовании Pentacam и ИОЛ - Мастером отмечены в трех - и двухмиллиметровой зонах [142]. G. Savini с

соавт. (2009) столкнулись с технической сложностью измерений кривизны роговицы кератотопографом у людей с близко посаженными глазами и имеющими нарушения целостности слезной пленки. В выводах авторы еще раз подчеркнули важность измерения кривизны задней поверхности роговицы.

С.Г. Агафонов и Е.Н. Пантелеев (2011) сравнили данные кератотопографии и Pentacam до и после LASIK и отметили, что показатели геометрических свойств задней поверхности роговицы при двух методах достоверно не различались. На основании полученных результатов авторы сделали выводы, что в измерениях задней поверхности роговицы нет необходимости.

В то же время Q. Tang с соавт. (2009) считают, что приборы, работа которых основана на принципе щелевой фотографии, «не пригодны для катарактальной хирургии». Проведены исследования на 41 глазу после рефракционной хирургии роговицы (26 глаз - LASIK или ФПК, 15 глаз – радиальная кератотомия) и на 41 глазу без предшествующего хирургического вмешательства (контрольная группа). Средняя рефракционная ошибка на глазах после LASIK или ФПК составила 1,84 дптр (диапазон 0,66 - 4,94 дптр), при этом в глазах после радиальной кератотомии - 2,17 дптр (диапазон 0,48 до - 3,09 дптр), а в контрольной группе - 1,38 дптр (диапазон 0,17 - 2,54 дптр).

Т. Gonen с соавт. (2012) сравнил кератометрические данные автокератометра, Pentacam и 2 топографов (Dicon CT 200, Allegro Topolyzer) и пришел к выводу, что «Pentacam для расчетов ИОЛ следует применять с осторожностью», поскольку при его применении имеет место наибольший диапазон в измерениях – 1,35 дптр. J.C.F. Gaskin с соавт. (2013) оценившие полученные данные в 4,5 мм зоне при использовании Pentacam, ставят под сомнение его прецизионность, так как отклонение от желаемой рефракции составило $0,32 \pm 1,09$ дптр. В исследовании G. Savini с соавт. (2009) отклонение от предполагаемой рефракции этого же прибора было незначительное - 0,44 дптр, но больше чем у топографа - 0,33 дптр.

S. Srivannaboorn с соавт. (2012) сделали случайную выборку 100 пациентов с катарактой и сравнили данные автокератометрии и прибора, основанного на

принципе щелевой фотографии (Galilei). Величина астигматизма отличалась на $1,08 \pm 0,68$ дптр, а разница в локализации сильного меридиана составила более 10° .

Таким образом, несмотря на большое количество исследований в данном вопросе, среди офтальмологов нет единой точки зрения относительно не только выбора прибора, который бы точно измерял кератометрические данные роговицы, но и выборе оптимальной зоны измерения. Поэтому данный вопрос требует дальнейшего и более детального изучения.

1.3. Методики разметки оси установки ТИОЛ

Не только точность кератометрических измерений влияет на рефракционный эффект ТИОЛ, но и правильная ориентация линзы в глазу. Для нейтрализации астигматизма необходимо точное совмещение цилиндрического компонента ТИОЛ с осью сильного меридиана роговицы. Расхождение данных параметров даже на 1° уменьшает астигматическую коррекцию на 3,3% [5]. Именно поэтому важна точная осевая разметка. Данная процедура проводится в два этапа. Сначала, непосредственно перед оперативным вмешательством, отмечают ось $0 - 180^\circ$, в положении пациента сидя. Далее, интраоперационно, основываясь на метки линии горизонта, маркируют ось расположения ТИОЛ. Если исключить предоперационный этап и производить разметку только непосредственного в ходе операции, то, в результате циклоторсии, при изменении положения тела с вертикального на горизонтальное, глазное яблоко сместится в назальную сторону в среднем на 10° . Это приведет к ошибке в определении истинной оси астигматизма. S. Kobayakawa и T. Tochikubo (2011) считают более эргономичным производить оба вида разметки на предоперационном этапе. Недостатком данного метода является то, что метки, нанесенные красителем, к началу операции становятся практически не заметными.

Маркеры различаются в зависимости от этапа, на котором они используются.

Среди предоперационных выделяют разметчик «Asico AE – 2794N» и маятниковый маркер. «Asico AE – 2794N» имеет форму полукольца, с тремя разметочными пластинами на 3, 6 и 9 часах [21]. Маятниковый маркер образован рабочей частью в виде плоского кольца и грузиком. При отклонении грузика от вертикальной оси смещается уровень горизонта [28, 39]. U.Devgan (2011) предложил производить разметку аппланационным тонометром. С целью более длительной визуализации маркировки, в области нанесенной разметки автор предлагает цистотомом наносить эпителиальную травму роговицы.

Метод разметки с применением маркеров наиболее распространенный и простой [59, 85], но насколько он точен? Данным вопросом в своих исследованиях задаются многие авторы. N. Shroff с соавт. (2011) сравнили прецизионность разметки Nuijts-Lane Marker (Asico AE- 2791TBL), с нивелиром горизонта по принципу водяного уровня и маятниковый маркер (Rumex International Corp.). В первом случае отклонение от оси составило $2,42 \pm 1,71^\circ$, во втором $2,83 \pm 2,31^\circ$. При использовании обоих маркеров полученная ошибка в разметке могла привести к снижению рефракционного эффекта ТИОЛ на 10%. N. Popr с соавт. (2011) сравнил результаты трёх видов маркировки. Первая – эпителиальная травма роговицы инсулиновой иглой, вторая с применением Nuijts-Lane Marker (Asico AE- 2791TBL), третья с использованием маятникового маркера (Rumex International Corp.). Все разметчики имели погрешности в маркировке оси. Незначительное преимущество было у Nuijts-Lane Marker. Далее автор расширил свои исследования и сравнил вышеперечисленные разметчики с Tonometer Marker (Tomark, Geuder AG). В результате автор не выявил предпочтения среди имеющихся разметчиков [133].

T. Akahoshi (2012) считает, что неточность вышеперечисленных методов разметки связана с необходимостью одновременного контроля горизонтального положения разметчика и нанесения разметки, что приводит к рассеиванию внимания хирурга. С целью исключения данного недостатка автор предлагает

применять электронный маркер. Он отмечает ось $0 - 180^\circ$ с помощью звука и / или светодиодного индикатора, что позволяет хирургу сосредоточиться непосредственно на процедуре разметки. Электронный маркер представляет собой устройство, имеющее электронный уровень, указывающий горизонтальное положение посредством трех режимов. Первый режим отмечает правильное положение разметчика зеленым светодиодом. Во втором режиме к зеленому светодиоду добавляется и звуковой сигнал. В третьем режиме, красный или оранжевый светодиод со звуковым сигналом тревоги при отклонении маркера на $0,2^\circ$ от уровня горизонта.

Н.Э. Темиров и П.Б. Вакарев (2013) считают наиболее точным и удобным метод с использованием Nd:YAG – лазера. Данный метод заключается в формировании зон деэпителизации в области лимба в проекции 3 и 9 часов. С этой целью производят 1 - 2 лазерных импульса мощностью 1,0 - 1,2 мДж. Ориентиром линии горизонта является водный уровень, который постоянно перед глазами хирурга, что позволяет сосредоточиться непосредственно на процедуре. У. Kondratenko с соавт. (2010) также считают применение данного метода более целесообразным. Однако отмечают, что лазеркоагуляты необходимо наносить в 0,5 мм зоне от лимба с помощью Nd:YAG – лазера мощностью 1,5 – 1,8 мДж. В.П. Фокин и Е.Г. Солодкова (2012) отдают предпочтение коагулирующему лазеру с длиной волны зеленого диапазона. Нанесенный в бессосудистой зоне лимба лазеркоагулянт является контрольным ориентиром, по которому, с помощью кератотопограммы, рассчитывают угол положения сильной оси.

Несмотря на многообразие методов предоперационной разметки, все они достаточно точны, и позволяют достичь высокие функциональные результаты. Большие разногласия и поиск новых решений вызывает интраоперационная разметка. Маркировка оси сильного меридиана производится непосредственно в ходе оперативного вмешательства интраоперационным разметчиком, основываясь на шкалу кольца Мендеса. При этом совмещается ось $0 - 180^\circ$ кольца с линией горизонта глаза.

Среди авторов нет единого мнения относительно выбора разметчика. G. Shimoda с соавт. (2012) считают, что самые высокие результаты достигаются при использовании разметчика «chopeer» (Odous - Brazil). N. Visser с соавт. (2011) отдают предпочтения Nuijts Marker. Х.П. Тахчиди с соавт. (2011) предложили разметчик в виде плоского полукольца, на внутренней поверхности которого, перпендикулярно его плоскости, с возможностью вращения установлен разметочный элемент в виде дугообразной пластины. I.T. Tsinoopoulos с соавт. (2011) считают наиболее целесообразным производить разметку интраоперационным разметчиком «Asico AE-2792». Все перечисленные маркеры производят разметку в лимбальной зоне.

R. Nuijts с соавт. (2010) оценили погрешность метода маркировки с использованием разметчика. Контрольными ориентирами являлись конъюнктивальные и лимбальные кровеносные сосуды. Средняя погрешность метода составила $2,3 \pm 3,0^\circ$.

Кроме того, все перечисленные выше разметчики используются совместно с красителем, который имеет существенные недостатки: быстро смывается с роговицы, часто наблюдается его передозировка или неравномерное прокрашивание, приводящая к ошибке позиционирования ТИОЛ. С целью устранения данного факта необходимо прервать оперативное вмешательство и через 30 минут повторить процедуру.

Именно поэтому все более актуальной становится разметка, не требующая наличия красителя. М. Бухний, С. Ботт (2007) и D. Handzel с соавт. (2011) считают более целесообразным ориентировать цилиндрические метки ТИОЛ с помощью видеосистемы, непосредственно в операционной. Данная программа не только маркирует ось имплантации, но и запрограммирована для отслеживания передвижения глаза. Авторы в своем исследовании апробировали данную методику и пришли к выводам, что она имеет высокие клинические результаты. R. Osher (2012) и D. Tran с соавт. (2012) предложили ориентировать ТИОЛ с помощью интраоперационной абберометрии. Авторы отмечают, что, несмотря на преимущества данного метода, он все равно нуждается в доработки. Кроме того,

предложенные методики требуют специального оснащения операционной, что не всем доступно с финансовой точки зрения.

D. Cha с соавт. (2011) предложили использовать метод картографии. На фотографии роговицы и сосудов зоны лимба отмечают диаметр радужной оболочки (white-to-white) циркулем Castroviejo. Далее, с помощью программы Adobe Photoshop, на изображение накладывают круг, через центр которого проводят линию и отмечают наиболее крупные сосуды - ориентиры. Основываясь на них хирург маркирует угол имплантации циркулем Castroviejo, непосредственно в ходе оперативного вмешательства. Авторы отмечают, что предложенный метод не является идеальным способом разметки торической оси, учитывая его трудоемкость. Тем не менее, в ряде случаев, он может оказаться альтернативой другим методикам, особенно при возникновении трудностей в общении с пациентом.

В.А. Кохан (2010) предложил использовать разметчик, имеющий бумажную основу с клейким элементом и технологической разметкой. Большим недостатком данного метода является его приблизительность.

Таким образом, среди хирургов нет единого стандарта интраоперационной разметки. Видеосистемы разметки ТИОЛ требуют переоснащения операционной, что не является экономически обоснованным. Существующие разметчики используются совместно с красителем и производят маркировку оси в лимбальной зоне роговицы и склеры, что приводит к значительной погрешности маркировки. Наибольшие расхождения истинной оси астигматизма наблюдаются при недостаточном мидриазае. Данные факторы приводят к дальнейшему поиску хирургических решений оптимальной разметки. Маркировка, должна быть проста в использовании, экономически выгодна, ориентирована в оптической зоне в проекции разметки ТИОЛ.

1.4. Роль формы и размера капсулорексиса в «рефракционной хирургии катаракты»

N. Hirmschall с соавт. (2012) отмечает, что не только правильная разметка оси, но и заранее запланированный размер капсулорексиса может улучшить клинические результаты имплантации ТИОЛ. Достаточно часто в литературе указывается необходимость капсулорексиса диаметром 5,0 - 5,5 мм, т.е. чуть меньше 6,0 миллиметровой оптической части линзы [24]. Большой размер способствует развитию фиброзного процесса и склерозированию капсульного мешка, что приводит к ротации линзы по часовой стрелке. Чаще всего данный процесс развивается в течение первых трёх месяцев после имплантации ТИОЛ [62, 139] и существенно влияет на снижение остроты зрения. Отклонение цилиндрического меридиана линзы от рассчитанной оси на 10° уменьшает астигматическую коррекцию на 35% [139, 177], а также способствует развитию аббераций. Кроме того, превалирование диаметра капсулорексиса над диаметром оптической части линзы, приводит к её проминированию вперёд и смещению рефракции в сторону миопии.

С другой стороны, недостаточное капсулотомическое отверстие повышает вероятность интраоперационного капсульного блока и делает затруднительным процесс удаления ядра. Так же существует опасность развития фимоза капсульного мешка, который приводит не только к снижению остроты зрения, но и ограничивает визуализацию периферии глазного дна, затрудняя диагностику и лечение заболеваний сетчатки [111, 181]. Н. Так (2012) считает оптимальным 2 мм диаметр капсулорексиса. В одном случае маленький диаметр привел к разрыву капсульного мешка. I.J. Meulen с соавт. (2009) отмечает наличие ночных аббераций на глазах с капсулорексисом менее 4,0 мм. W. Kimura с соавт. (1998) доказали, что капсулорексис менее 5,0 мм склонен к более быстрому сокращению в послеоперационном периоде, по сравнению с большим диаметром.

Не только размер, но и форма капсулорексиса имеет большое значение. Важность непрерывного кругового капсулотомического отверстия с целью

предотвращении развития помутнения задней капсулы отмечают многие авторы [59, 156]. ИОЛ, ориентированная в капсульном мешке удерживает эпителиальные клетки от пролиферации, формируя так называемый «барьер-эффект» [49, 165]. М. Nagata с соавт. (2012) оценили преимущество кругового капсулорексиса на 40 глазах. Пациенты были разделены на 2 группы: 1 – оптическая часть ИОЛ по всему диаметру покрыта капсульным мешком, 2 – оптическая часть ИОЛ частично покрыта капсульным мешком. В первой группе число развития вторичных катаракт было значительно ниже. Т. Raviv (2009) отмечает, что в случае частичного перекрытия или децентрации капсулорексиса, частота помутнения задней капсулы увеличивается. Более того, силы ассиметричного сокращения капсулы могут привести к поздней дислокации ИОЛ. Современные ТИОЛ с отрицательными сферическими aberrациями (асферические) очень чувствительны к децентрации, так как aberrации высокого порядка могут быть усилены, когда линза смещена даже на 0,3 мм [77].

Таким образом, с целью предотвращения децентраций, профилактики фимоза и фиброза задней капсулы, ротации и дислокации ТИОЛ целесообразно стандартизировать этап выполнения капсулорексиса.

1.5. Влияние ротационной стабильности ТИОЛ на функциональный результат хирургического вмешательства

На сегодняшний день ключевым моментом хирургии катаракты становится стабильный рефракционный результат в отдаленные послеоперационные сроки, который непосредственно связан с ротационной стабильностью линзы. По данным литературы смещение ТИОЛ относительно оси имплантации составляет от $3,2 \pm 2,4^\circ$ [48, 57, 67, 171, 177] до $12,5 \pm 6,7^\circ$ [78, 95]. В поисках более устойчивой конструкции на мировом рынке представлены различные модели торических линз, отличающихся конфигурацией опорных элементов и материалом, лежащим в их основе. Большое количество исследований посвящено послеоперационному выявлению расположения ТИОЛ в капсульном мешке

относительно фактической ориентации в ходе операции. Ряд авторов полагают, что причиной отклонений от исходной оси является материал и свойства поверхности линзы. Так среднее вращение гидрофильных акриловых ТИОЛ составляет $2,5 \pm 2,6^\circ$ [65]. Осевое смещение гидрофобных акриловых линз находится в диапазоне $3,0 \pm 3,41^\circ$ [114, 150, 162].

Другие авторы, считают, что основной причиной ротации гидрофобных акриловых ТИОЛ являются геометрические параметры опорных элементов. С. Mazzini (2013) исследовал степень вращения ТИОЛ Tecnis (Abbott Medical Optics) на 19 - ти глазах. Данная модель имеет квадратную гаптику, с круговым барьерным эффектом. Среднее отклонение от оси имплантации составило $3,33 \pm 1,94^\circ$ [116]. Идентичное исследование провел N. Hirschall с соавт. (2014) на 30 глазах. Результаты оценивались через 3 месяца после оперативного вмешательства. У 62% пациентов ротация не превышала 3° , у 95% - 6° [90]. Среднее осевое смещение ТИОЛ Lentis L313T (Oculentis) с квадратной гаптикой и барьерным эффектом 360° по задней кромке в 13 – ти случаях через 6 месяцев составило $4,4 \pm 3,6^\circ$ [71]. Широко применяемая в офтальмологической практике линза IQ Toric (Alcon) с модифицированной L- гаптикой имела ротацию $3,63 \pm 3,11^\circ$ [32, 94, 99, 107, 117, 160, 167]. Причем срок наблюдения у разных авторов колеблется от 3 - х до 12 - ти месяцев.

При исследовании ротационной стабильности гидрофильных акриловых ТИОЛ с различной конфигурацией опорных элементов получили следующие результаты. Среднее вращение в капсульной мешке линзы AT TORBI 709 M (Carl Zeiss Meditec), с формой линзы «Single-Piece» в 48 - ми случаях составило $4,42 \pm 4,31^\circ$ [53, 172]. А осевое смещение ТИОЛ T-FLEX (Rayner) с прямоугольной гаптикой, через три месяца после имплантации, в 92,6 % случаев не превышало 10° . Результаты оценивались на 22 глазах [44]. А.Д. Чупров с соавт. (2011) имплантировал данную модель линзы на 15 глазах, и отметил, что при сроке наблюдения от 3 месяцев до 1,5 лет угол расположения стабилен.

Т.В. Ferreira и А. Almeida (2012) сравнили ротационные свойства гидрофобной акриловой ТИОЛ Tecnis (Abbott Medical Optics) с квадратной

гаптикой и барьерным эффектом 360° с гидрофобной акриловой ТИОЛ IQ Toric (Alcon Laboratories Inc), имеющей модифицированную L- гаптику. В первом случае средняя ротация линзы составила $3,15^{\circ} \pm 2,62^{\circ}$, во второй $3,25^{\circ} \pm 2,04^{\circ}$ [78]. Автор сделал вывод, что стабильность линзы не зависит от конструкции линзы, а причиной является техника имплантации.

Таким образом, на основании вышеизложенного нет единого мнения относительно причины ротации ТИОЛ в отдаленные сроки. Авторы не указывают направление вращения, нет корреляции с правым или левым глазом. Не определены сроки стабилизации линз. Нет единого решения о мерах профилактики ротации.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика пациентов в группах исследования

Клиническое исследование, в которое вошло 108 пациентов (128 глаз), включало три этапа:

- на первом этапе по данным предоперационного обследования 128 глаз определяли достоверность методов диагностики геометрических параметров роговицы, основанных на различных принципах анализа ее поверхности, и выявляли оптически значимую зону;

- на втором этапе оценивали точность новой методики интраоперационной разметки оси имплантации ТИОЛ. Для этого были сформированы две статистически однородные группы: основная и группа сравнения. Основная группа включала 35 пациентов (43 глаза), которым разметку оси имплантации ТИОЛ проводили по новой, разработанной нами методике с помощью оригинального торического разметчика*. Разметку выполняли в центральной зоне роговицы одновременно с выбором ориентации капсулорексиса без применения красителя. В группу сравнения вошли 32 пациента (41 глаз), которым осевую разметку проводили по традиционной методике в лимбальной зоне роговицы разметчиком Toric Axis Marker (Rhein Medical inc.) с применением красителя. В данные группы включали пациентов с предоперационным регулярным астигматизмом более 1,0 дптр, которым затем имплантировали сфероцилиндрическую ИОЛ Acrysof IQ Toric SN6ATT (Alcon, США);

- на третьем этапе с целью выявления специфических осложнений, связанных с использованием интраокулярной коррекции астигматизма, сравнивали результаты оперативного вмешательства в основной и контрольной группах.

* Трубилин В.Н., Ильинская И.А. Торический разметчик // Патент RU №127312 от 03.08.2012.

В контрольную группу вошли 41 пациент (44 глаза) с предоперационным астигматизмом до 0,99 дптр, которым была имплантирована сферическая ИОЛ Acrysof IQ SN60WF (Alcon, США).

Критерием включения в клинические группы исследований явилось наличие катаракты I – III степени с оптически перспективным прогнозом. Были исключены пациенты с нерегулярным астигматизмом и регулярным - более 6,0 дптр, с нарушением целостности слезной пленки и выраженной соматической патологией.

Возраст наблюдаемых пациентов варьировал от 31 до 80 лет. Средний возрастной состав основной группы составил $60,17 \pm 12,88$, группы сравнения - $60,16 \pm 11,54$, контрольной группы - $62,53 \pm 8,43$. Достоверных различий между группами наблюдения не выявлено ($p > 0,05$) (таблица 1).

Таблица 1 - Возрастное распределение пациентов в клинических группах

Возраст (лет)	Группы пациентов					
	Основная		Сравнения		Контрольная	
	число пациентов	Доля (%)	число пациентов	доля (%)	число пациентов	Доля (%)
30 - 39	2	5,7	3	9,4	0	0,0
40 – 49	8	22,9	5	15,6	3	7,3
50 – 59	6	17,1	8	25,0	4	9,8
60 – 69	11	31,4	12	37,5	21	51,2
70 – 80	8	22,9	4	12,5	13	31,7
Итого	35	100	32	100	41	100

При анализе состава наблюдаемых групп по полу учитывали, что данный признак является альтернативным. Основную группу составили 18 (51,4%) женщин и 17 (48,6%) мужчин. В группе сравнения число женщин равнялось 17 (53,1%), мужчин - 15 (46,9%). В контрольной группе доля женщин была равна 20

(48,8%), мужчин - 21 (51,2%) (таблица 2).

Таблица 2 - Распределение пациентов по полу в группах исследования

Группы исследования	Мужчины		Женщины	
	Количество	Доля (%)	Количество	Доля (%)
Основная	17	48,6	18	51,4
Сравнения	15	46,9	17	53,1
Контрольная	21	51,2	20	48,8

Из представленных данных следует, что распределение пациентов было равномерным и сопоставимым по полу и возрасту.

Острота зрения в группах исследования варьировала от 0,02 до 0,4 без коррекции, с коррекцией - от 0,1 до 0,5. В среднем некорректируемая острота зрения в основной группе равнялась $0,09 \pm 0,05$, в группе сравнения - $0,08 \pm 0,03$, в контрольной группе - $0,12 \pm 0,1$. Величина субъективной цилиндрической коррекции находилась в диапазоне 0,5 – 5,75 дптр., причем, в основной группе - $2,82 \pm 0,11$, в группе сравнения - $2,75 \pm 0,15$, в контрольной группе - $0,88 \pm 0,35$. Роговичный астигматизм по данным объективных методов исследования варьировал от 0,25 до 5,86 дптр. Показателем слабой степени считали роговичный астигматизм до 3,0 дптр, средней степени - от 3,0 до 6,0 дптр, высокой степени - 6,0 дптр и более. В основной группе в 23 глазах (53,5%) превалировала средняя степень роговичного астигматизма, которая составила $2,93 \pm 1,19$ дптр., в группе сравнения - $3,04 \pm 1,22$ дптр. Для наибольшего числа глаз (22 (53,7%)) была характерна средняя степень роговичного астигматизма (рис.3).

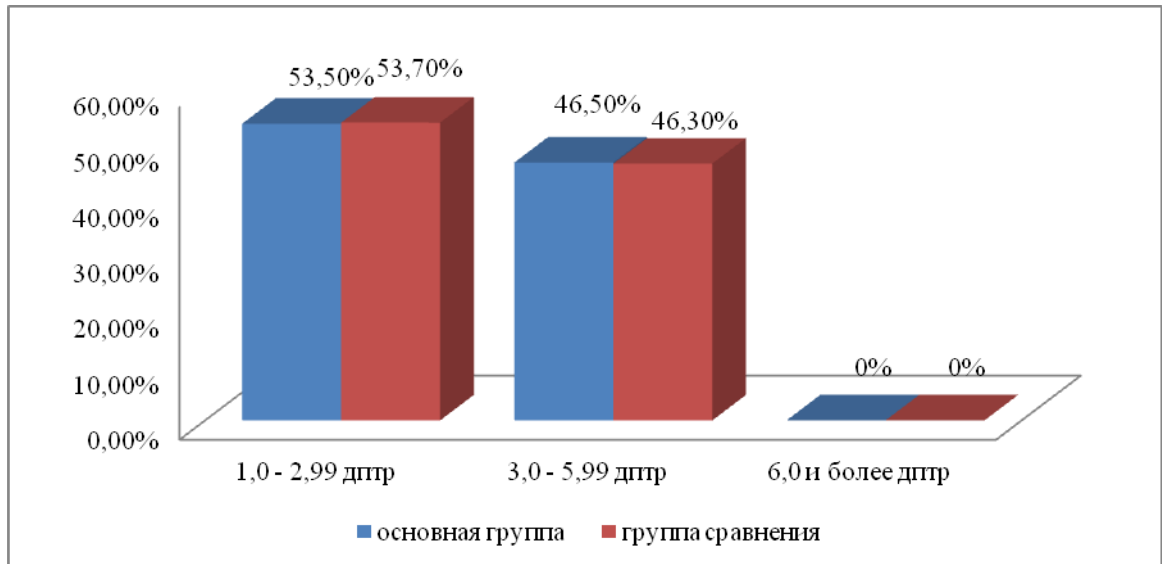


Рисунок 3 – Распределение роговичного астигматизма по степеням в основной группе

В контрольной группе роговичный астигматизм варьировал в диапазоне от 0,25 до 0,95 дптр, средняя величина - $0,61 \pm 0,22$ (рис.4).

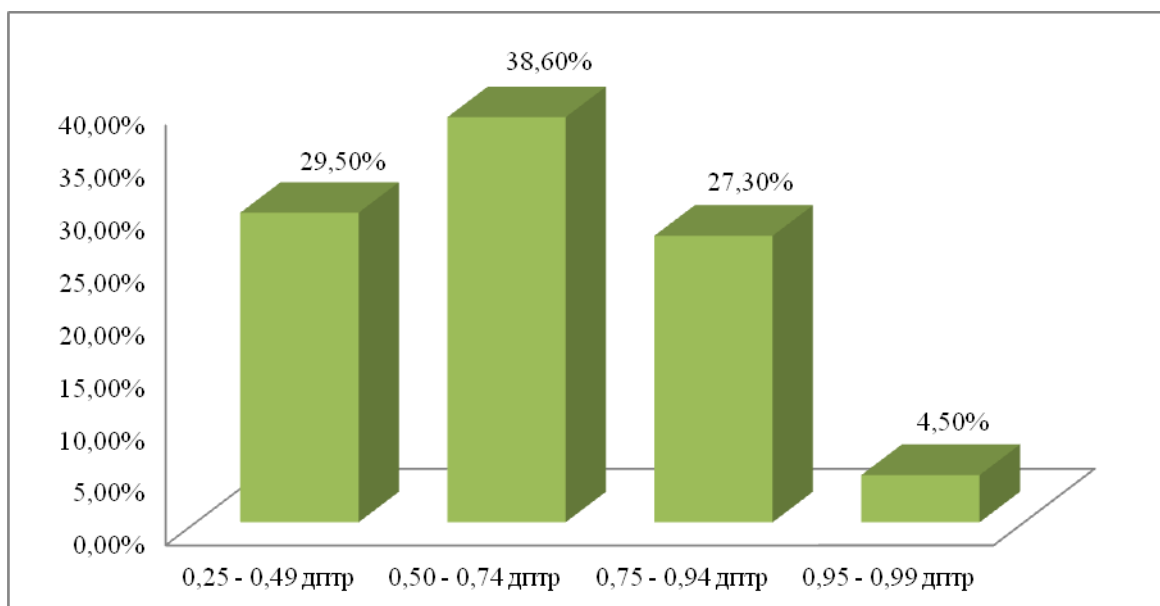


Рисунок 4 - Распределение роговичного астигматизма в контрольной группе

При оценке биометрического показателя в группах исследования за осевую эмметропию считали длину глаза от 23,0 до 24,0 мм, осевую гиперметропию - от 22,99 и ниже, осевую миопию - от 24,01 и выше. В основной группе преобладали осевая эмметропия и миопия, что было диагностировано на 15 глазах (34,9%), при

средней величине $23,49 \pm 0,3$ мм и $25,21 \pm 0,82$ мм, соответственно, осевая гиперметропия выявлена на 13 глазах (30,2%), в среднем $22,21 \pm 0,46$ мм. В группе сравнения превалировала осевая гиперметропия – 16 глаз (39%), при средней длине глаза $22,27 \pm 0,41$ мм, на 14 глазах (34,1%) имела место осевая миопия – $25,08 \pm 0,75$ мм, на 11 глазах (26,8%) – эмметропия – $23,54 \pm 0,33$ мм. В контрольной группе гиперметропическая и эмметропическая длина глаза была выявлена в 13 случаях (29,5%), при средней величине $22,21 \pm 0,41$ и $23,49 \pm 0,28$ мм, соответственно, а в 18 случаях (40,9%) – миопическая – $25,29 \pm 0,75$ мм.

Геометрические показатели роговицы в группах распределились следующим образом: в основной группе у 12 глаз (36,4%) кривизна роговицы находилась в нормальном диапазоне, а среднее значение составило $43,97 \pm 0,78$ дптр, 14 глаз (42,4%) имели крутую роговицу, со средним значением $45,83 \pm 0,81$ дптр, 7 глаз (21,2%) – уплощенную роговицу – $40,81 \pm 0,62$ дптр. Нормальными считали показатели кривизны роговицы в диапазоне от 42,00 до 45,00 дптр. Крутой роговицу считали при 45,00 дптр и более, а уплощенную – от 42,00 дптр и менее. В группе сравнения 14 глаз (45,2%) имели кривизну роговицы равную $43,72 \pm 0,58$ дптр, 13 глаз (41,9%) – $46,34 \pm 0,89$ дптр, 4 глаза (12,9%) – $41,75 \pm 0,25$. В контрольной группе в 28 случаях (82,4%) роговица имела кривизну $43,84 \pm 0,52$ дптр, в 4 случаях (11,8%) – $41,21 \pm 0,14$ дптр и в 2 случаях (5,8%) – 45,06 дптр.

Глубина передней камеры в основной группе варьировала от 2,53 до 4,66 мм, в группе сравнения – от 2,20 до 4,18 мм, в контрольной группе – от 2,44 до 4,87 мм.

Средние показатели кератометрии, глубины передней камеры и длины глаза по группам исследования отражены в таблице 3.

Таблица 3 - Средние значения биометрических показателей исследуемых глаз ($M \pm \sigma$), дптр

Исследуемые параметры	Группы исследования		
	Основная (n=43)	Сравнения (n=41)	Контрольная (n=44)
Кератометрия	44,17±2,16	44,62±2,01	43,63±2,20
Глубина передней камеры	3,19±0,38	3,04±0,42	3,08±0,62
Длина глаза	23,68±1,37	23,25±1,23	23,80±1,07

Примечание М – среднее значение биометрических показателей, σ – среднее квадратичное отклонение, n - количество наблюдений в группе

Преломляющая сила сфероцилиндрических и сферических ИОЛ в группах исследования распределилась следующим образом: в основной группе величина сферического компонента варьировала от 13,0 до 26,5 дптр, в группе сравнения - от 13,5 до 27,0 дптр, в контрольной группе - от 13,0 до 27,0 дптр (рис.5).

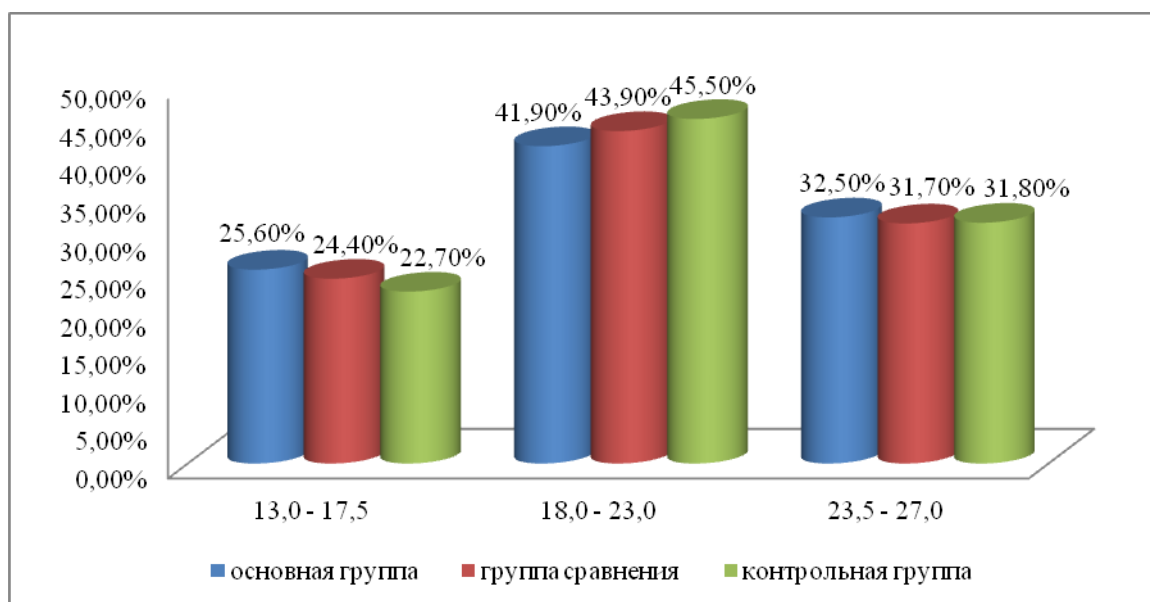


Рисунок 5 – Распределение величины сферического компонента ИОЛ в группах исследования

Величина цилиндрического компонента ТИОЛ в группах исследования варьировала от Т2 до Т8 (рис.6).

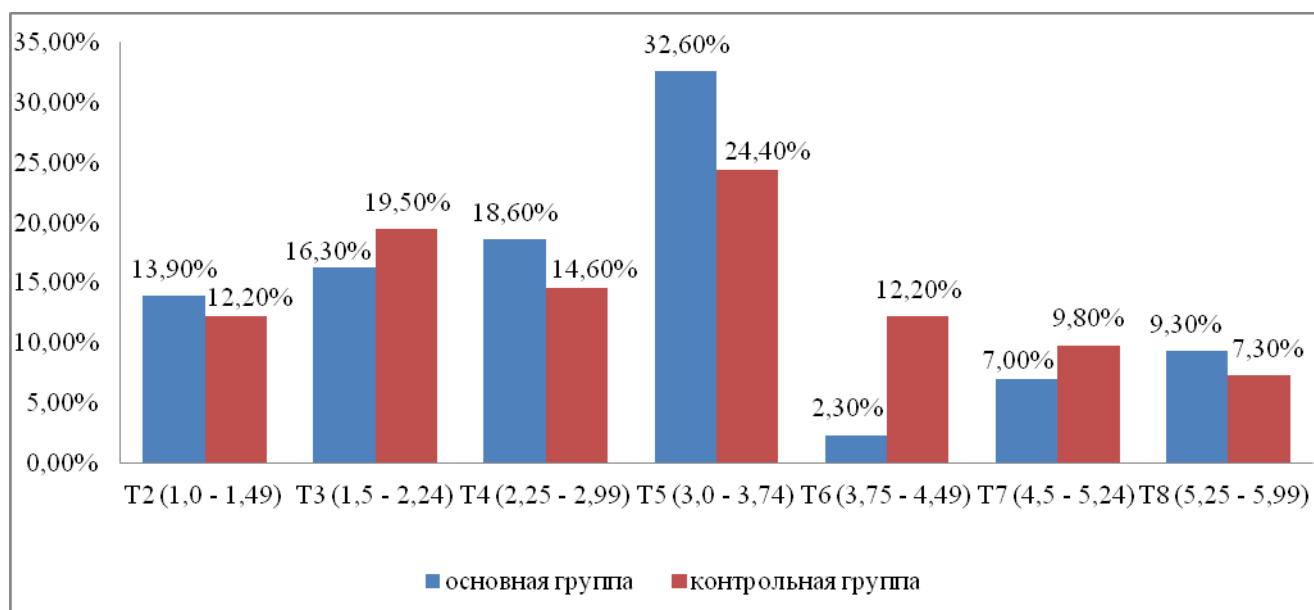


Рисунок 6 – Распределение силы цилиндрического компонента ТИОЛ в группах исследования

Плотность ядра в клинических группах оценивали по L. Buratto (1998) (рис.7). В основной группе, в которой имплантировали ТИОЛ и осевую разметку проводили по новой методике, в 19 глазах (57,5%) имела место катаракта III степени плотности, в 9 глазах (27,3%) - II степени плотности, в 5 глазах (15,2%) - I степени плотности. В группе сравнения - с имплантацией ТИОЛ - разметку оси имплантации проводили по традиционной методике, при этом в 16 глазах (47,1%) была II степень плотности, в 12 глазах (35,3%) - III степень плотности, в 6 глазах (17,6%) - I степень плотности.

Таким образом, плотность катаракты II – III степени в группе сравнения отмечена в 82,4%, что соответствует характеристике основной группы (84,8%).

В контрольной группе, в которой имплантировали интраокулярную линзу без торического компонента, имела место следующая плотность ядра хрусталика: I степень – 6 глаз (17,6%), II степень – 13 глаз (38,2%), III степень - 15 глаз (44,1%).

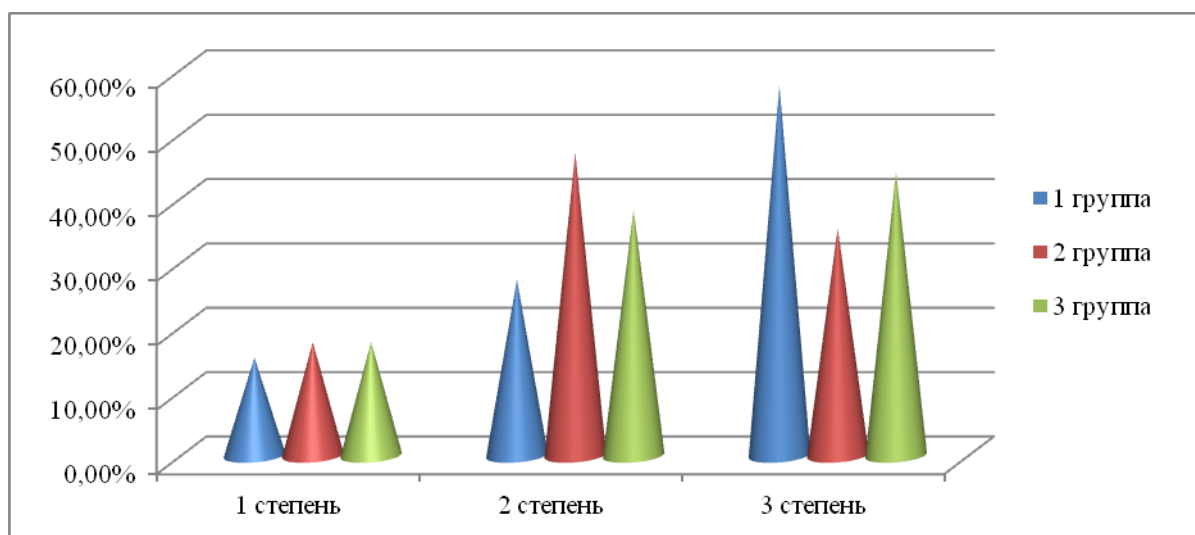


Рисунок 7 - Распределение по группам исследования в соответствии с плотностью ядра хрусталика

Величина ВГД во всех группах наблюдения не превышала нормальные показатели и в среднем составила: $17,12 \pm 3,12$ мм рт. ст. в основной группе, $17,77 \pm 2,77$ мм рт. ст. - в группе сравнения и $15,87 \pm 4,55$ мм рт. ст. - в контрольной группе.

2.2. Методы диагностики структурно – функционального состояния зрительного анализатора

Во всех группах наблюдения было проведено комплексное офтальмологическое обследование, включающее: определение остроты зрения, пневмотонометрию, оптическую биометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, кератотопографию, авторефрактокератометрию, офтальмометрию.

Остроту зрения или визометрию определяли без коррекции и в условиях максимальной сфероцилиндрической коррекции с помощью проектора знаков Торсон РС – 50 (Япония).

Пневмотонометрию для оценки ВГД проводили с помощью бесконтактного пневмотонометра Reichert 7 (США).

Биомикроскопию для исследования переднего отрезка глаза выполняли с использованием щелевой лампы фирмы Zeiss (Германия). В ходе исследования

обращали внимание на наличие конъюнктивальной, перекорнеальной или смешанной инъекции, оценивали состояние эпителиального и эндотелиального слоев роговицы, степень её прозрачности и зеркальности. Визуально отмечали глубину и размер угла передней камеры, прозрачность внутриглазной жидкости, цвет и рисунок радужной оболочки. Степень плотности ядра хрусталика оценивали по классификации L. Burratto (1998):

- 1 степень – хрусталик прозрачный или светло – серый;
- 2 степень – хрусталик серый или светло – серый;
- 3 степень – ядро хрусталика желтое или серо – желтое;
- 4 степень – хрусталик желто – янтарный или янтарный;
- 5 степень – хрусталик темно – коричневый, черный.

В послеоперационном периоде особое внимание уделяли адаптации краев операционной раны, наличию симптомов наружной фильтрации внутриглазной жидкости и гипотонии. Оценивали реакцию глаза на проведенное вмешательство по наличию или отсутствию отека и складчатости роговицы, взвеси белка в передней камере, фибринозно-экссудативной реакции. Обращали внимание на положение ИОЛ, форму и диаметр зрачка, наличие складок или эпителиальных разрастаний на задней капсуле хрусталика.

Офтальмоскопию проводили в условиях медикаментозного мидриаза с использованием щелевой лампы и бесконтактной линзы + 70 дптр Ocular (США). При этом оценивали состояние стекловидного тела и картину глазного дна в динамике.

Во всех случаях вышеперечисленное обследование выполняли как перед операцией, так и в послеоперационном периоде (на 1 – 2 день после хирургического вмешательства, через 1, 3, 6, 12 месяцев).

Оптическую биометрию для измерения длины глаза осуществляли с помощью оптического когерентного биометра IOL – Master компании Zeiss (Германия).

С целью выявления более точных показателей оптической силы роговицы и сильной оси астигматизма кератометрию проводили несколькими способами.

Авторефрактокератометрию выполняли с помощью прибора компании Huvitz (Южная Корея). Офтальмометрию или ручную кератометрию – с помощью щелевой лампы со встроенным кератометром, Zeiss (Германия).

Кератотопографию проводили с использованием следующих приборов:

- кератотопографа СТ-1000 Shin-Nippon (Япония);
- шеймпфлюг - камеры Pentacam HR Oculus (Германия);
- оптического когерентного биометра IOL – Master фирмы Zeiss (Германия).

Оценку достоверности каждого метода диагностики осуществляли на дооперационном этапе с помощью трёх измерений, полученных в результате различных методов. Изучали величину отклонения этих данных на каждом приборе. Затем сравнивали результаты измерений каждого прибора в 3-х мм зоне роговицы с показателями ручной кератометрии, а у топографа СТ-1000 Shin-Nippon и компьютерного топографа Pentacam HR дополнительно оценивали данные в 5 и 7- мм зонах.

Расчет оптической силы ИОЛ и сферического компонента ТИОЛ проводили по формулам Hoffer Q, Holladay, SRK/T. Выбор формулы в каждом случае зависел от длины глаза. Расчет цилиндрического компонента ТИОЛ осуществляли с помощью онлайн – калькулятора www.acrysoftoriccalculator.com.

Через 12 месяцев после операции в основной и контрольной группах производился опрос пациентов со шкалой от 1 до 5 баллов для определения степени удовлетворенности результатом хирургического вмешательства:

1 балл – улучшение, функциональный результат выше исходного значения без коррекции;

2 балла – лучше, функциональный результат без коррекции равен исходной остроте зрения в очках;

3 балла – лучше, функциональный результат без коррекции равен исходной остроте зрения в контактных линзах;

4 балла – удовлетворен, получил ожидаемо высокую остроту зрения без

коррекции;

5 баллов – удовлетворен, получил остроту зрения без коррекции выше ожидаемого значения.

2.3. Описание хирургического вмешательства

Все хирургические вмешательства выполняли с использованием операционного микроскопа Lumera 700 фирмы Zeiss (Германия) с коаксиальным освещением и возможностью контроля зоны операционного поля. Для факоэмульсификации катаракты использовали аппарат Infiniti фирмы Алкон (США), позволяющий с помощью торсионной ультразвуковой рукоятки OZil выполнять операции через микроразрезы длиной 2,0 – 2,2 мм.

Перед операцией всем пациентам осуществляли комплексное общесоматическое обследование, включающее лабораторные исследования (общий анализ мочи, клинический и биохимический анализ крови, исследования на сахар, ВИЧ, вирусные гепатиты В и С, реакцию Вассермана), оценку состояния органов грудной клетки с помощью флюорографии. Всех пациентов консультировали оториноларинголог и стоматолог на предмет отсутствия острого патологического процесса. На основании результатов обследования участковый терапевт давал заключение о допуске к плановому стационарному хирургическому лечению.

За 2 часа до оперативного вмешательства через каждые 30 минут инстиллировали в оперируемый глаз мидриатики - мидриацил и ирифрин с интервалом 5 – 10 минут. За 30 минут до операции под конъюнктиву инъекцировали 0,1 мл мезатона и 0,1 мл атропина. Непосредственно в операционной осуществляли анестезиологическое пособие, включающее в себя введение седуксена 0,5% - 10 мг при массе тела пациента от 60 до 80 кг, реланиума 0,1 мг/кг. Препараты вводили внутримышечно или внутривенно, причем, в количестве, зависящем от эмоционального состояния больного. Во всех случаях операцию выполняли под местной анестезией путем закапывания в

конъюнктивальную полость 1% раствора алкаина. Обработку операционного поля проводили с использованием 10% раствора повидон-йода, слизистой оболочки - путем инстилляций тобрадекса и витабакта. Обособленность операционного поля достигали с помощью одноразовой салфетки с мешком для сбора жидкости и самоклеющейся пленкой для ресничного края век. Векорасширитель фиксировали предельно широко для обеспечения свободы хирургических манипуляций.

Операционные доступы выполняли в лимбальной зоне без использования фиксирующего инструмента. Основной – тоннельный разрез - проводили на 10 часах кератотомом 2,2 мм, вспомогательный доступ или парацентез 0,3 мм - копьевидным ножом на 2-х часах. Далее после введения вязкоэластика Viscoat выполняли непрерывный круговой капсулорексис диаметром 5,5 мм с помощью цистотома в виде инъекционной иглы. С целью контроля оптимального размера капсулотомического отверстия его проекцию отмечали на роговице с помощью инструмента Outside Optic Zone Marker перед выполнением операционных доступов (рис.8).

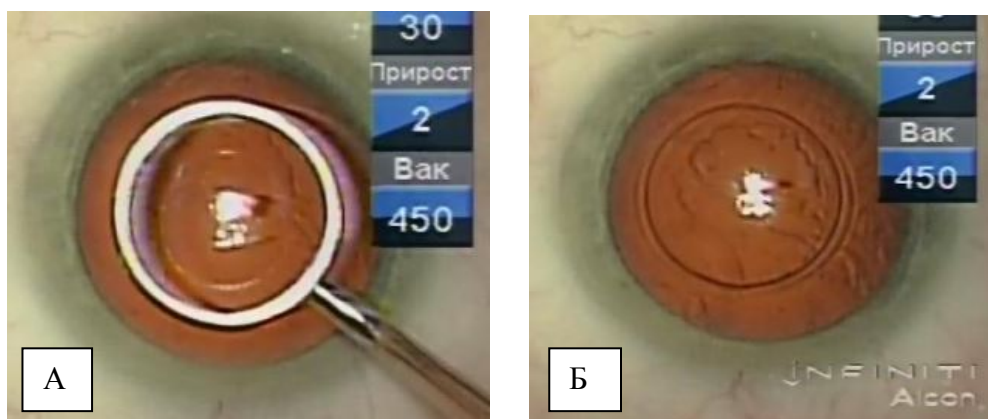


Рисунок 8 - Маркировка диаметра капсулорексиса инструментом Outside Optic Zone Marker: А – размещение разметчика на поверхности роговицы, Б – маркировочный след

Далее выполняли гидродиссекцию, факоэмульсификацию и имплантацию ИОЛ по стандартной методике [7].

После вымывания вязкоэластика из полости глаза под конъюнктиву в проекции основного доступа вводили антибиотик и кортикостероидный препарат

с профилактической целью и для ускорения облитерации.

2.3.1. Техника операции с имплантацией ТИОЛ

После завершения подготовительного этапа операции проводили разметку горизонтальной оси глаза 0-180 в положении пациента сидя (рис. 9).

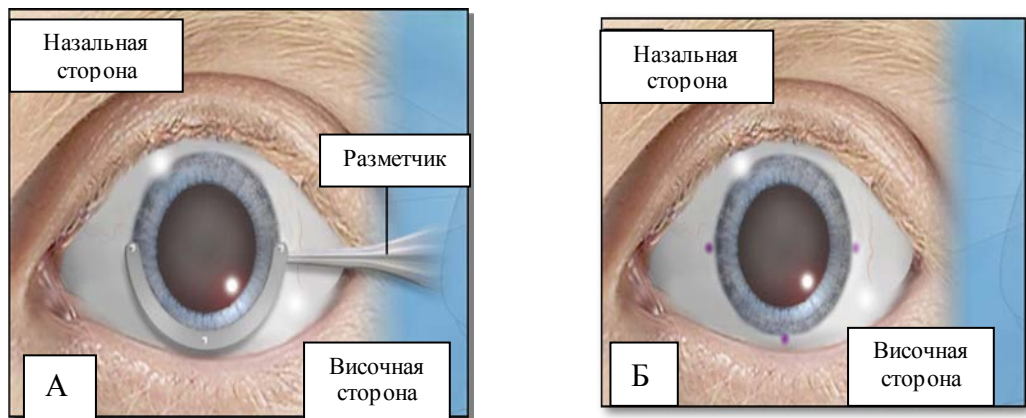


Рис. 9. Маркировка горизонтальной оси глаза разметчиком Asico AE – 2794N: А – аппланация разметчика на поверхность глаза, Б – аппланационный след

В качестве маркера применяли разметчик фирмы Asico AE – 2794N, предварительно окрашенный (рис. 10).

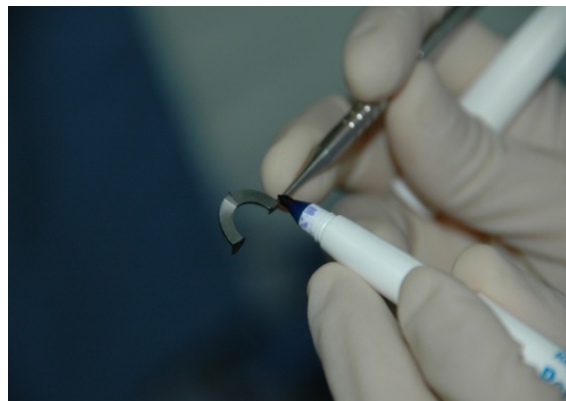


Рисунок 10 - Окрашивание разметчика маркером

Далее пациента укладывали на операционный стол и после обработки

операционного поля, достижения оптимальной анестезии, наложения векорасширителя выполняли разметку оси имплантации ТИОЛ в первой основной группе по новой разработанной нами методике (см. главу 3). Во второй группе сравнения разметку выполняли по традиционной методике в лимбальной зоне роговицы с применением красителя и разметчика Toric Axis Marker. Данный инструмент имеет встроенное кольцо Мендеса и вращающуюся рабочую часть с выступами, производящими осевую разметку при контакте с роговицей. Перед нанесением маркировки проводили ротацию выступов до необходимого градуса и их окрашивание (рис.11).

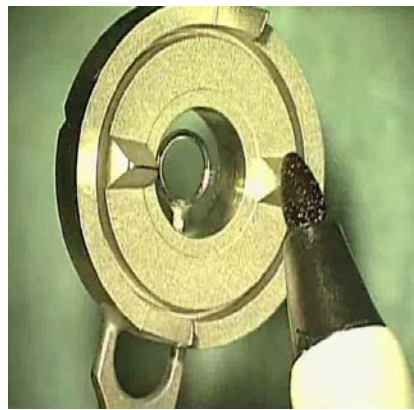


Рисунок 11 - Окрашивание рабочей части разметчика Toric Axis Marker

После сопоставления горизонтальной оси глаза с осью 0 - 180° кольца Мендеса размещали разметчик на роговице (рис.12).

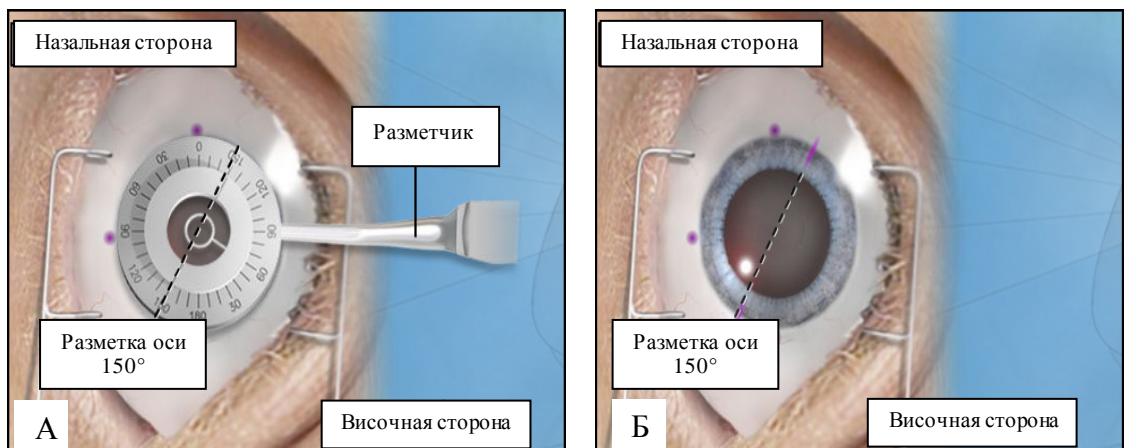


Рисунок 12 - Маркировка оси имплантации ТИОЛ разметчиком Toric Axis Marker: А – размещение разметчика на роговице; Б – результат разметки

Операционные доступы во всех случаях были локализованы в проекции 10-ти и 2-х часов, вне зависимости от расположения сильного меридиана роговицы. Величина основного разреза составляла 2,2 мм, что соответствовало размеру оригинального картриджа для имплантации данной модели ТИОЛ с величиной парацентеза – 0,3 мм. Все манипуляции в передней камере выполняли под прикрытием вискоэластика Viscoat. По ранее отмеченному ориентиру у пациентов основной группы и без дополнительных меток для пациентов группы сравнения инъекционной иглой – цистотомом - проводили циркулярный непрерывный капсулорексис. Его величина в обеих группах варьировала в диапазоне 5,0 – 5,5 мм. После стандартного выполнения гидродиссекции и гидроделиниации приступали к этапу ультразвуковой факоэмульсификации [7]. Имплантация данной модели линзы является очень важным моментом, так как от её правильного позиционирования в глазу зависит послеоперационный рефракционный результат. Первоначально ТИОЛ имплантировали таким образом, чтобы её цилиндрическая ось располагалась на 10 - 20 градусов меньше "положения цели". На данном этапе использовали инъекторную систему Monarch фирмы Alcon (США) с картриджем, адаптированным под хирургический доступ длиной 2,2 мм (рис. 13).

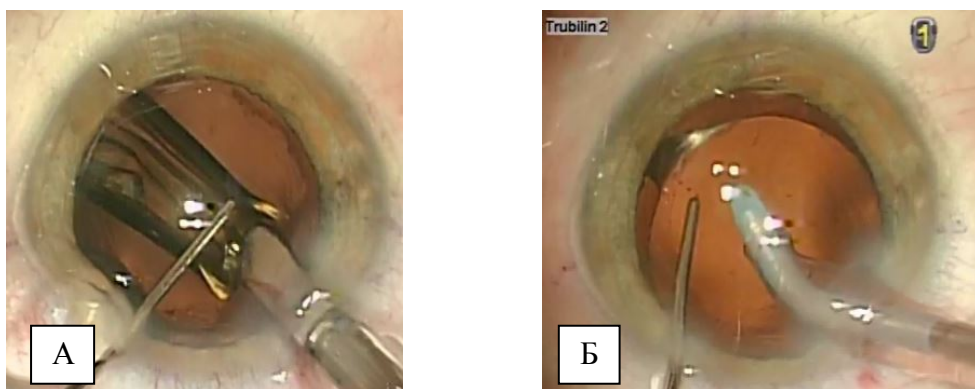


Рисунок 13 - Техника операции с имплантацией ТИОЛ: А - этап имплантации ТИОЛ, Б - вымывание вискоэластика из полости глаза

После вымывания из переднего отрезка глаза вискоэластика осуществляли окончательную ротацию ТИОЛ до совпадения меток на поверхности линзы и

роговицы (рис. 14).

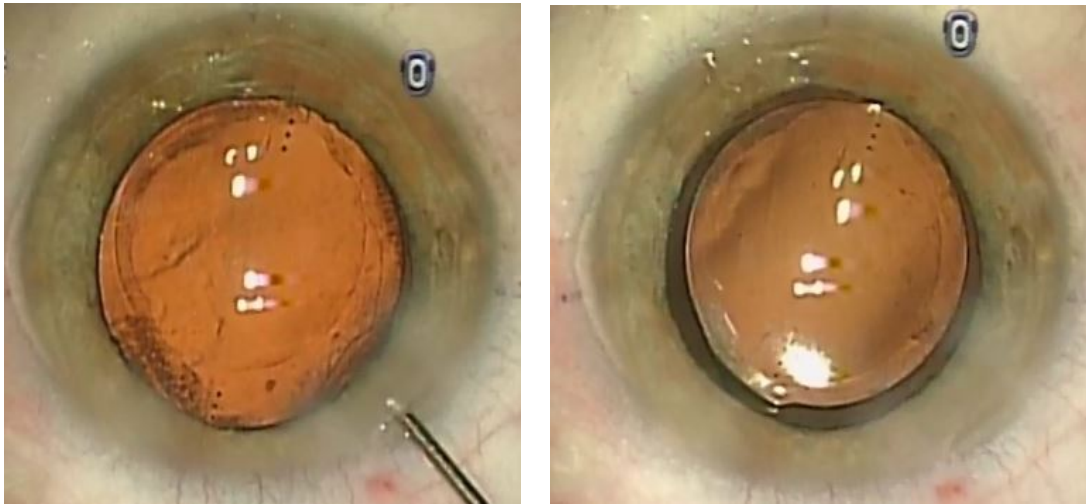


Рисунок 14 - Окончательная ротация ТИОЛ до "положения цели"

Оперативное вмешательство завершали введением под конъюнктиву антибиотика и кортикостероидного препарата.

2.4. Метод изучения положения ТИОЛ в капсульном мешке

Оценку положения ТИОЛ в капсульном мешке проводили в условиях максимального мидриаза, который достигался за счет инстилляций 1% раствора тропикамида в исследуемый глаз. Пациента располагали в положении сидя за щелевой лампой SL - 30 фирмы Zeiss (Германия) и с помощью прикрепленного к ней цифрового фотоаппарата Nikon под прямым фокальным освещением выполняли фотографирование положения ТИОЛ в глазу (рис.15).



Рисунок 15 - Щелевая лампа фирмы Zeiss с прикрепленным к ней цифровым фотоаппаратом Nikon

Полученные фотографии подвергали компьютерному анализу с помощью программы Screen Protractor 4.0. Данная программа позволяет измерять положение ТИОЛ относительно исходной оси с точностью до 0,01 градуса с помощью электронного транспортира (рис.16).

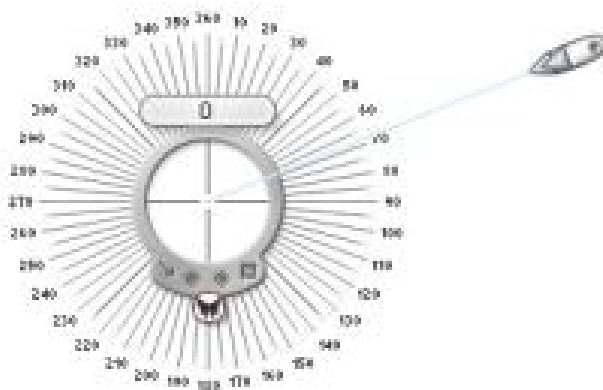


Рисунок 16 - Электронный транспортир программы Screen Protractor 4.0

На полученное изображение накладывали электронный транспортир, сначала курсором фиксировали метки на оптической части ТИОЛ, образуя прямую линию синего цвета, затем отмечали градус исходной оси прямой линией красного цвета (рис.17). По величине угла между двумя прямыми оценивали величину отклонения ТИОЛ относительно исходной оси.

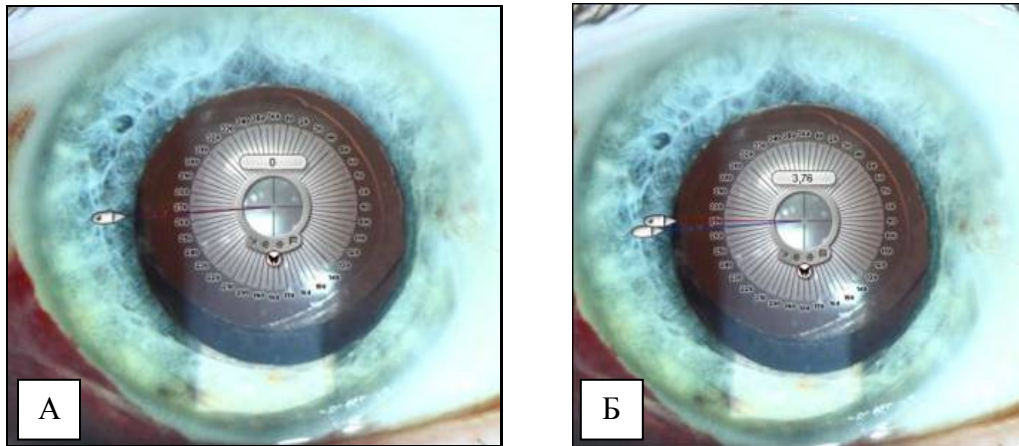


Рисунок 17 - Определение положения ТИОЛ относительно исходной оси имплантации с помощью программы Screen Protractor 4.0: А - фиксация курсором цилиндрических меток на оптической части линзы, Б – фиксация курсором рассчитанной оси имплантации ТИОЛ

Через 3 часа после завершения оперативного вмешательства сравнивали точность новой и традиционной методик разметки относительно расчетной оси.

Через 1 и 12 месяцев оценивали величину смещения ТИОЛ относительно оси имплантации, измеренной через 3 часа после завершения оперативного вмешательства. Выбор периодов оценки ротационной стабильности был обоснован, а именно, первый осмотр проводили к моменту окончания медикаментозного лечения, который характеризуется завершением восстановительных процессов после перенесенного оперативного вмешательства: уменьшается отёк цилиарного тела, возникший вследствие ультразвукового воздействия, происходит натяжение цинновых связок, капсульного мешка, что приводит к стабилизации положения ТИОЛ. Следующий осмотр в 12 месяцев осуществляли к моменту окончательного формирования контрактуры листков капсульного мешка с изменением оси положения линзы [12].

2.5. Метод статистической обработки данных

Результаты обследований оценивали с помощью статистического анализа, включающего группировку и внесение результатов отдельных наблюдений в систематизированные таблицы, вычисление средних величин и среднего

квадратичного отклонения, оценку достоверности отдельных показателей и возможности их сравнения между собой. С этой целью для каждого пациента после проведения полной диагностики заполняли диагностическую карту, которая в дальнейшем легла в основу единой электронной базы данных для различных групп наблюдения. Статистическую обработку материалов исследования проводили с использованием методов вариационной статистики. Для количественных показателей вычисляли среднее значение (M) и среднее квадратичное отклонение (σ) по критерию Стьюдента и Манна – Уитни.

Группировку данных, вычисление средних значений и их сравнение осуществляли с помощью «Пакета анализа» в программе Microsoft Excel 2007. С помощью программы Statistica v11.5 (Rus) выполняли проверку на нормальное распределение выборочных совокупностей.

ГЛАВА 3

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ МЕТОДИКИ ОСЕВОЙ РАЗМЕТКИ

1.1. Создание модели торического разметчика

Возможность интраокулярной коррекции астигматизма на протяжении нескольких лет сдерживалась применением технологии макроразрезов в энергетической хирургии катаракты, герметизация которых требовала наложения роговичных швов, значительно влияющих на топографию роговицы. С внедрением в хирургическую практику инжекторных систем под операционные доступы до 2,2 мм, ИОЛ с тонкой оптической частью, расходного инструментария и наконечников к приборам для факоэмульсификации в соответствии с новыми стандартами, появилась возможность прогнозировать рефракционный эффект операции. В результате коррекция астигматизма торическими интраокулярными линзами получила возможность дальнейшего развития.

Технология имплантации данной модели ИОЛ требует её стабильного положения в капсульном мешке соответствующего сильному меридиану роговицы. Для этого необходима прецизионная разметка оси имплантации линзы и непрерывный циркулярный капсулорексис размером 5,0 – 5,5 мм [91].

Существующие на сегодняшний день осевые маркеры производят разметку в лимбальной зоне роговицы и склеры, что приводит к значительной погрешности позиционирования ТИОЛ, особенно при недостаточном мидриазе. Кроме того, они используются совместно с красителем, который быстро смывается, часто наблюдается его передозировка или неравномерное прокрашивание, требующее прерывания оперативного вмешательства и повторения процедуры через 30 минут.

Данные факты послужили предпосылками к разработке новой методики одномоментной разметки оси имплантации линзы и ориентира капсулорексиса. Маркировка, должна быть проста в использовании, экономически выгодна, ориентирована в оптической зоне роговицы над маркерами ТИОЛ и применяться без красителя. Соответственно указанной задачи мы разработали разметчик содержащий рукоятку и рабочую часть в виде цилиндрического кольца, снабженного диаметрально расположенными клиновидными выступами. Два первых выступа расположены на внутренней стороне кольца и обращены суживающейся частью к центру симметрии. Два вторых выступа ориентированы на наружной стороне рабочей части и обращены суживающейся частью противоположно центру симметрии разметчика* (рис. 18).

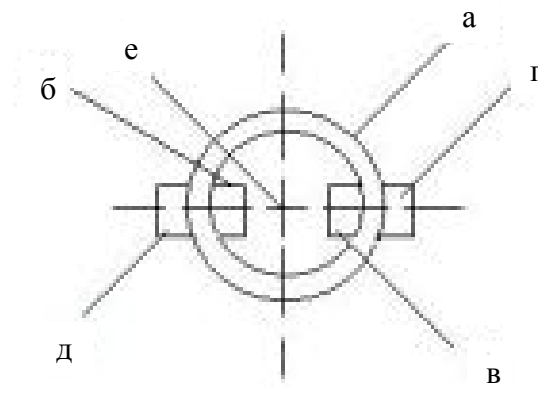


Рисунок 18 - Торический разметчик – вид сверху: а – цилиндрическое кольцо; б, в – первые два выступа; г, д – вторые два выступа; е – центр симметрии*

Оси продольной симметрии всех четырех выступов совпадают; причем каждый выступ ограничен плоскостью (рис. 19а), наклоненной относительно вертикальной оси устройства под острым углом. Основание каждого клиновидного выступа (рис. 19б) обращено к верхней поверхности цилиндрического кольца, а острым углом при вершине (рис. 19г) к нижней.

* Трубилин В.Н., Ильинская И.А. Торический разметчик // Патент РФ № 127312 от 03.08.2012

Поверхность выступов (рис. 19д), взаимодействующая с роговицей, имеет вогнутую форму с радиусом равным среднему радиусу кривизны роговицы глаза.

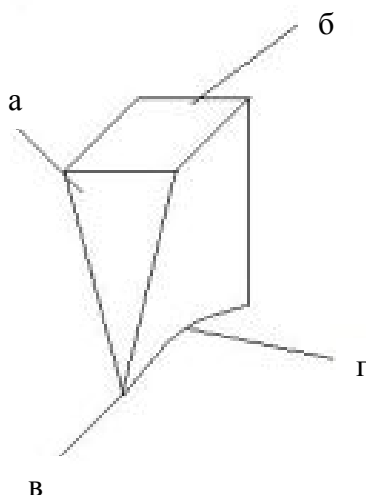


Рисунок 19 - Торический разметчик – клиновидные выступы, изометрия: а – плоскость ограничивающая клиновидные выступы; б – основание клиновидного выступа; в – вершина клиновидного выступа; г – нижняя поверхность клиновидного выступа

Нижняя поверхность цилиндрического кольца и клиновидных выступов заострена, за счет чего образуется хорошо видимый в проходящем свете дефект эпителия роговицы, восстанавливается, визуальное, в течение первого часа после оперативного вмешательства. Диаметр кольца лежит в интервале от 5,0 мм до 5,5 мм, так как меньший размер способствует развитию фимоза капсульного мешка, который приводит не только к снижению остроты зрения, но и ограничивает визуализацию периферии глазного дна, затрудняя диагностику и лечение заболеваний сетчатки [112, 182]. Большой диаметр способствует развитию фиброзного процесса и склерозированию капсульного мешка, что приводит к ротации ТИОЛ по часовой стрелке [140]. Выстояние каждого наружного клиновидного выступа относительно центра цилиндрического кольца лежит в интервале от 2,0 мм до 3,0 мм, так как при меньшем размере метки на роговице будут незаметны, а при большем выходить за её пределы, что приведет к деформации ткани конъюнктивы.

С целью выявления специфических осложнений характерных для

торического разметчика и возможности его применения в нестандартных ситуациях нами проведена апробация инструмента.

Клинический пример 1. Пациент А., 65 - ти лет, в 2012 году обратился с жалобами на снижение остроты зрения левого глаза до 0,2. Из анамнеза стало известно, что в 1982 году он перенес вирусный кератит левого глаза, приведший к помутнению роговицы в центральной зоне. В 1983 году была выполнена операция по пересадке роговицы левого глаза, после которой пациент отмечал улучшение зрения, но все равно оно уступало правому глазу. Последние 15 лет пользуется очками для чтения.

Объективно при осмотре: слизистые оболочки чистые, роговица прозрачная, на левом глазу передняя камера глубокая, зрачок правильной формы 4,0 мм, с хорошей реакцией на свет. Хрусталик имел ядерные помутнения 2 степени (по Л. Буратто), в то время как передние и задние кортикальные слои оставались прозрачными. ДЗН – бледно – розовый, с четкими границами, макулярная зона без патологии. Острота зрения левого глаза составила $0,2 \text{ sph} + 1,0 \text{ cyl} - 3,5 \text{ ax } 120^\circ = 0,4$, ВГД- 15 мм рт. ст., поля зрения без изменений, длина глаза $L = 22,78$ мм. По данным офтальмометрии имеется роговичный астигматизм величиной в 4,25 дптр: $43,75 - 120^\circ$; $48,00 - 30^\circ$.

Пациенту была проведена энергетическая хирургия катаракты с имплантацией ТИОЛ (см. главу 2).

При осмотре через 1 час после оперативного вмешательства визуализировался незначительный локальный отёк в зоне основного хирургического доступа, в центре роговица была прозрачная. Передняя камера глубокая, отмечалась живая реакция зрачка на свет, ТИОЛ расположена в капсульном мешке в правильном положении. Офтальмоскопически глазное дно без изменений. С целью определения сроков восстановления эпителия роговицы после аппланации торического разметчика была выполнена электронная микроскопия на приборе Confoscan фирмы Nidek, Япония (рис.20).

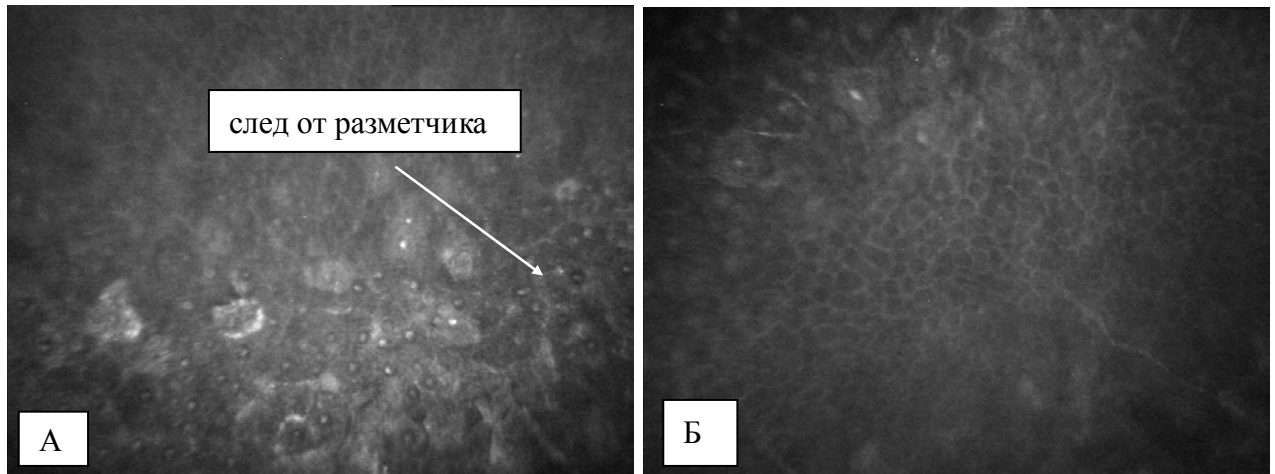


Рисунок 20 - Эпителий роговицы после аппланации торического разметчика: А – через 5 минут после процедуры разметки; Б – через 1 час после операции

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что данный метод осевой разметки безопасен, восстановление эпителия роговицы происходит в течение первого часа после операции. На следующий день острота зрения левого глаза была $0,5 \text{ sph} - 0,75 \text{ cyl} - 0,5 = 0,7$. Через месяц она увеличилась до $0,6 \text{ sph} - 0,5 = 0,8$.

Клинический пример 2. Пациентка Г., 32 - х лет, в 2013 году обратилась с жалобами на низкую остроту зрения правого глаза до 0,08. Из анамнеза стало известно, что полгода назад она перенесла правосторонний увеит, успешно купированный медикаментозным лечением. На фоне воспалительного процесса острота зрения правого глаза снизилась и существенно уступала левому. С детства пользуется очками с цилиндрической оптикой.

Объективно при осмотре правого глаза: роговица прозрачная, с мелкими белковыми преципитатами на эндотелии, передняя камера средней глубины, радужка субатрофична, зрачок правильной формы 2 мм, задние синехии, помутнения во всех слоях хрусталика, глазное дно не офтальмоскопируется. Визометрия $0,08 \text{ sph} - 6,0 = 0,1$, ВГД OD = 21 мм рт.ст. По данным биометрии передняя камера 3,13, толщина хрусталика 5,28, длина глаза 23,27. По данным офтальмометрии был выявлен роговичный астигматизм величиной 2,75 дптр:

42,00 - 159°; 44,75 - 69°. При исследовании полей зрения отклонений от нормы не выявлено.

Пациентке была показана энергетическая хирургия катаракты с имплантацией ТИОЛ.

Подготовительный этап включал инстилляцию мидриатиков - мидриацила и ирифрина каждые 30 минут в оперируемый глаз с интервалом 5 – 10 минут в течение 2 – х часов. За 30 минут до операции под конъюнктиву делали инъекцию 0,1 мл мезатона и 0,1 мл атропина, но данные меры не привели к увеличению диаметра зрачка.

Непосредственно в операционной в положении пациентки сидя производилась разметка горизонтальной оси глаза маркером Double Side Reference Marker. Далее пациентку укладывали на операционный стол, осуществляли обработку операционного поля, накладывали векорасширитель и выполняли разметку оси имплантации ТИОЛ торическим разметчиком с помощью кольца Мендеса, основываясь на горизонтальную маркировку. Затем производили два роговичных доступа, в проекции 10 часов размером 2,2 мм, 14 - ти часов – 0,3 мм. Под прикрытием вискоэластика осуществляли разрыв задних синехий, за счёт которого удалось достичь увеличения мидриаза до 3 мм. Капсулорексис выполнялся инъекционной иглой, ориентируясь на роговичную маркировку, для улучшения визуализации производили ретракцию радужки. Этапы гидродиссекции, факоэмульсификации и аспирации выполняли по стандартной методике (см. главу 2), после которых приступали к имплантации ТИОЛ, таким образом, чтобы ее цилиндрическая ось располагалась на 10-20° меньше "положения цели". После вымывания вискоэластика из передней камеры и капсульного мешка осуществили окончательную её ротацию до совпадения меток на поверхности роговицы и линзы. Операция завершилась применением стероидов и антибиотика.

При осмотре через 1 час после операции пациентка жалоб не предъявляла. Отмечалась незначительная инъекция конъюнктивы, роговица была прозрачная, передняя камера глубокая, живая реакция зрачка на свет была ограничена в

объеме экскурсии, ИОЛ в капсульном мешке в правильном положении. Офтальмоскопически макулярная область без патологии, диск зрительного нерва бледно-розовый. С целью определения сроков восстановления эпителия роговицы после аппланации заостренной рабочей части разметчика было выполнено исследование переднего отрезка глаза на когерентном томографе Visante OCT, фирмы Zeiss, Германия (рис. 21).

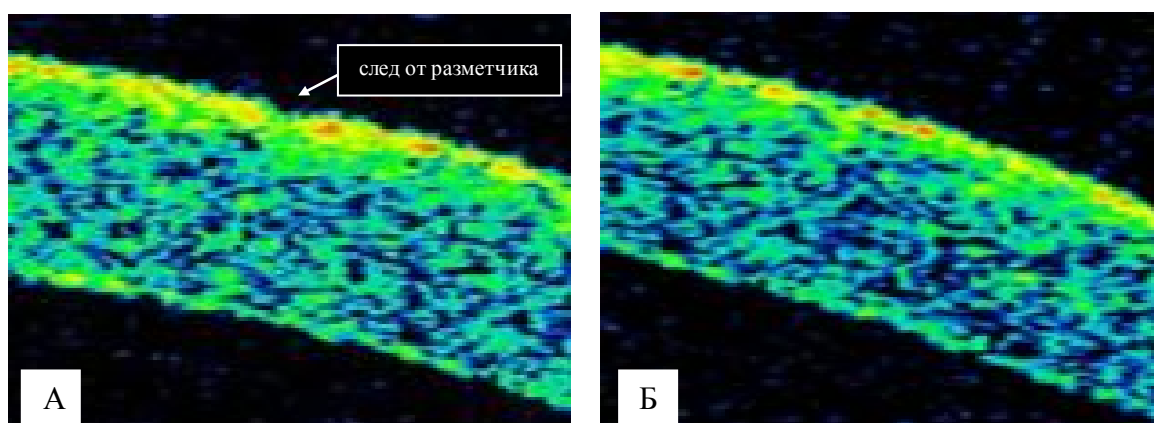


Рисунок 21 - Изображение роговицы после аппланации торического разметчика: А – через 5 минут после процедуры разметки; Б – через 1 час после операции

На рисунке 21 А виден след разметчика шириной 0,79 мкм и глубиной 36 мкм, 21 Б след от разметчика не визуализируется уже через 1 час после нанесения разметки. На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что данная процедура безопасна, восстановление эпителия роговицы происходит в течение первого часа после операции. Острота зрения правого глаза на следующий день после оперативного вмешательства составила 0,4 sph – 0,5 дптр = 0,5, через месяц она увеличилась до 0,6 без коррекции.

3.2. Описание технологии осевой разметки ТИОЛ и ориентира капсулорексиса торическим разметчиком

В первой основной группе разметка оси имплантации ТИОЛ производилась по новой разработанной нами методике одновременно с ориентиром капсулорексиса без применения красителя торическим разметчиком (рис.22).



Рисунок 22 - Торический разметчик (патент РФ №127312 от 03.08.12, регистрационное удостоверение ФСР №2009/05966)

Под коаксиальным освещением микроскопа после обработки операционного поля, закапывания анестетика и наложения векорасширителя по лимбу устанавливали кольцо Мендеса так, чтобы ось кольца 0° - 180° совпадала с горизонтальной осью глаза, отмеченной на дооперационном этапе. Далее клиновидные выступы торического разметчика совмещали с кольцом Мендеса в проекции рекомендуемой оси имплантации ТИОЛ таким образом, чтобы центр симметрии цилиндрического кольца совпадал с вершиной роговицы. Маркировка осуществлялась путем размещения рабочей части инструмента на поверхность роговицы. При этом образовывался хорошо видимый в проходящем свете дефект эпителия роговицы, который был замечен в ходе всей операции и в течение первого часа после вмешательства (рис.23).

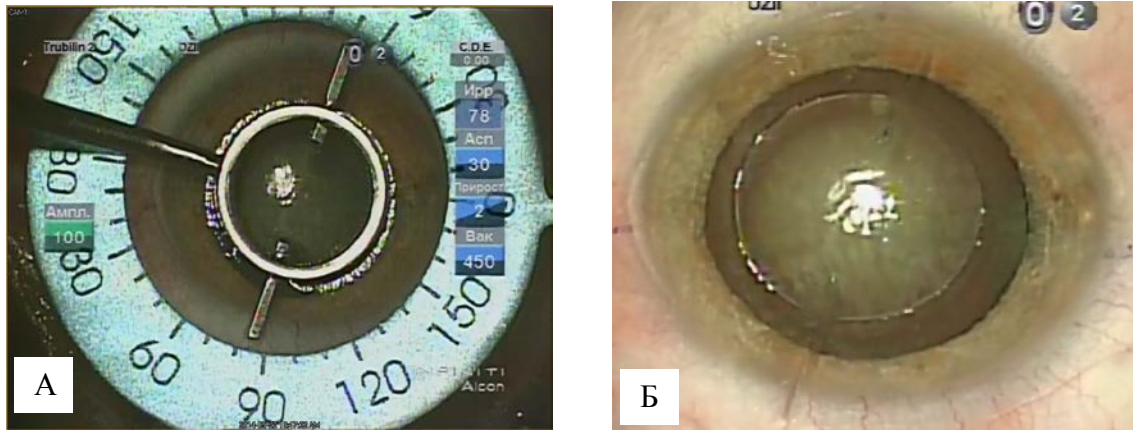


Рисунок 23 - Технология разметки оси имплантации ТИОЛ и ориентира капсулорексиса торическим разметчиком: А – размещение рабочей части инструмента на поверхность роговицы; Б – полученная разметка

Далее операция производилась по стандартной технологии (см. главу 2).

ГЛАВА 4

КЛИНИКО – ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Результаты исследования геометрических параметров роговицы

При сравнении измерений преломляющей силы роговицы по данным автокератометрии (АК) средняя величина отклонения составила $0,45 \pm 0,28$ дптр, а оси сильного меридиана роговицы $13,41 \pm 20,26^\circ$. В 18 – ти случаях (14,1%) диагностических расхождений между полученными данными кератометрии не наблюдалось, а в 110 (85,9%) они варьировали от 0,12 до 1,0 дптр (рис.24).

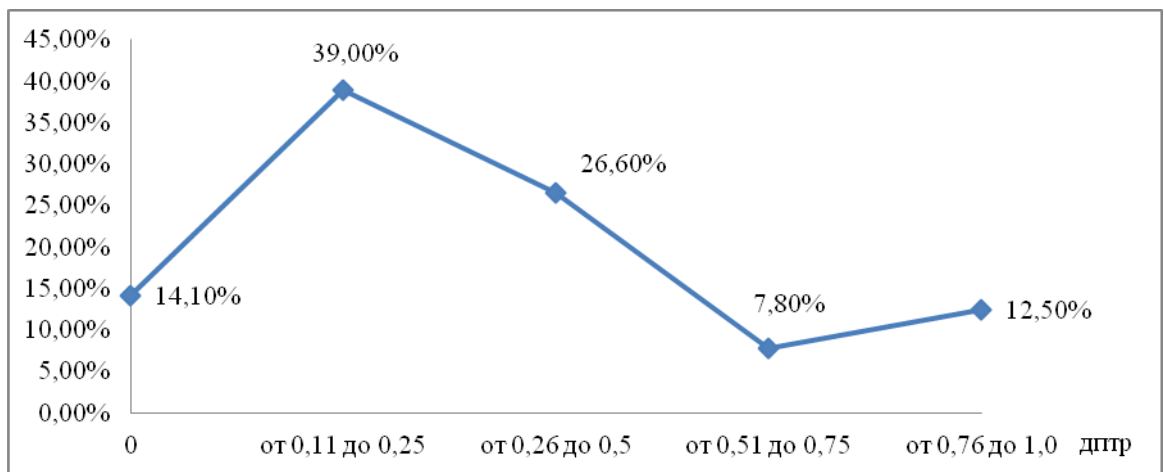


Рисунок 24 - Степень отклонений между измерениями преломляющей силы роговицы по данным автокератометрии (% от общего числа глаз)

Диагностические расхождения в измерениях оси сильного меридиана роговицы наблюдались на 102 глазах (79,7%) из 128 в диапазоне от 2° до 38° , среднее значение $9,08 \pm 9,31^\circ$ (рис.25).

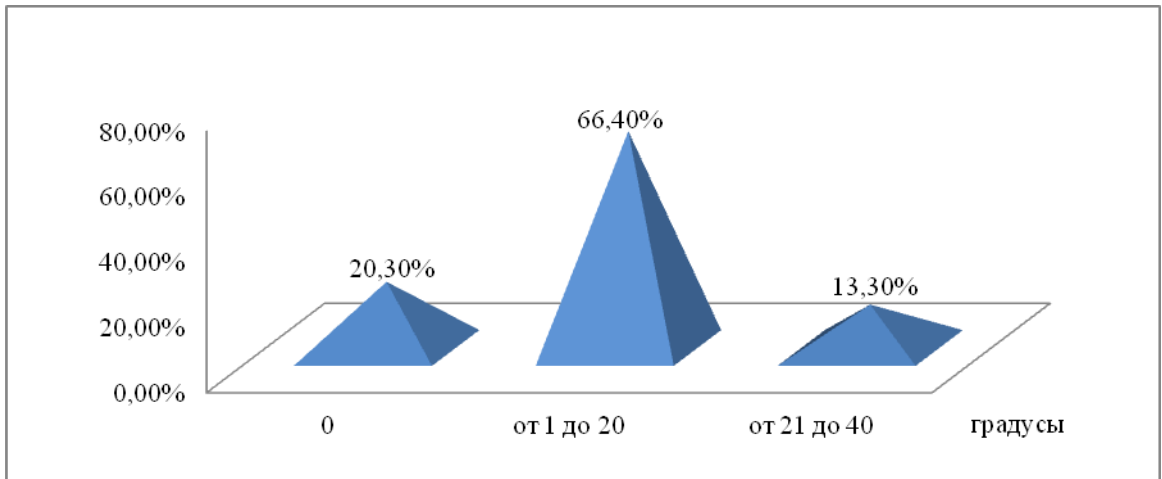


Рисунок 25 – Расхождения между измерениями оси сильного меридиана роговицы по данным автокератометрии (% от общего числа глаз)

При сопоставлении результатов измерений преломляющей силы роговицы ручным кератометром (РК) отклонений не было выявлено в 29 – ти случаях (22,7%), а в 99 – ти (77,3%) они варьировали в диапазоне от 0,02 до 0,5 дптр, в среднем $0,17 \pm 0,15$ дптр (рис.26).

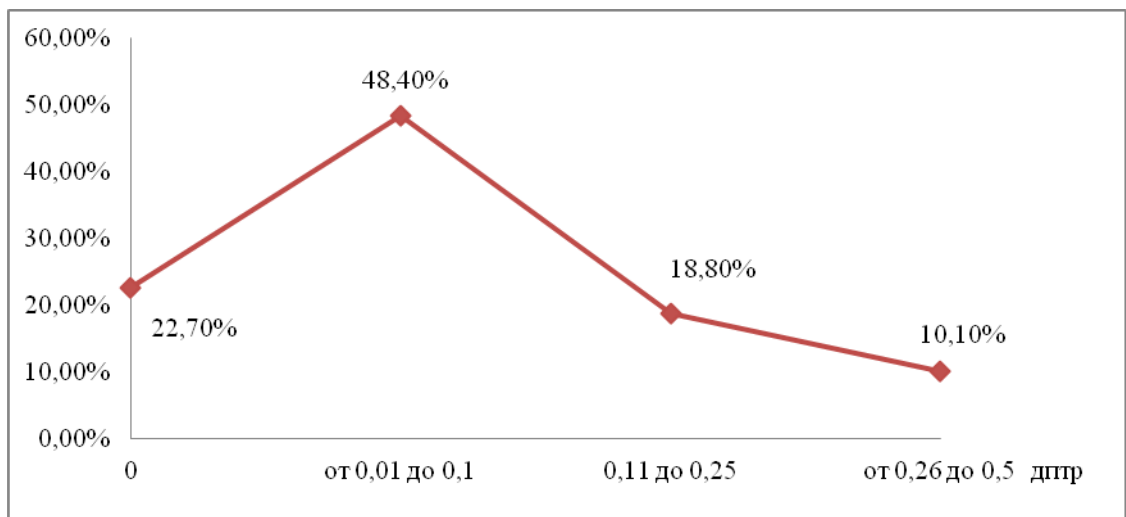


Рисунок 26 - Степень отклонений между измерениями преломляющей силы роговицы по данным ручной кератометрии (% от общего числа глаз)

Отклонения оси сильного меридиана роговицы были зарегистрированы в 108 случаях (84,4%) в диапазоне от 1° до 41° , в среднем $12,31 \pm 13,24$ (рис.27).

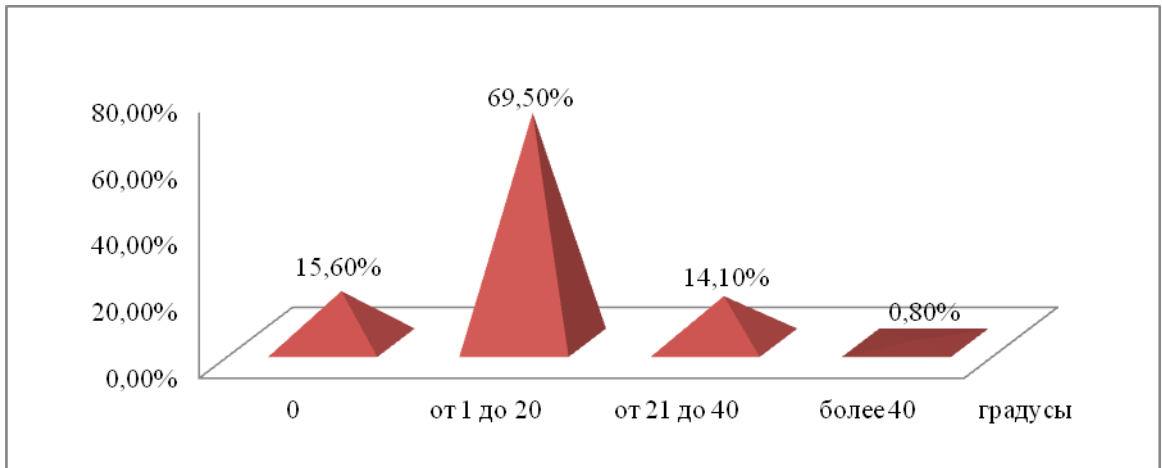


Рисунок 27 – Величина расхождений между измерениями оси сильного меридиана роговицы по данным ручной кератометрии (% от общего числа глаз)

При сравнении результатов измерения преломляющей силы роговицы по данным видеокератоскопии в 3 – мм зоне на 21 глазу (16,4%) диагностические расхождения были равны нулю, а на 107 (83,6%) они варьировали от 0,06 до 0,4 дптр, в среднем $0,25 \pm 0,12$ дптр. В 5 - мм зоне отличия между измерениями отмечались в 110 случаях (85,9%) в интервале от 0,09 до 0,5 дптр, средняя величина составила $0,24 \pm 0,13$ дптр, а в 18 – ти случаях (14,1%) не обнаруживались. В 7 – мм зоне отклонения были выявлены в 112 случаях (87,5%) и находились в диапазоне от 0,1 до 0,6 дптр, в среднем $0,32 \pm 0,19$ дптр (рис.28).

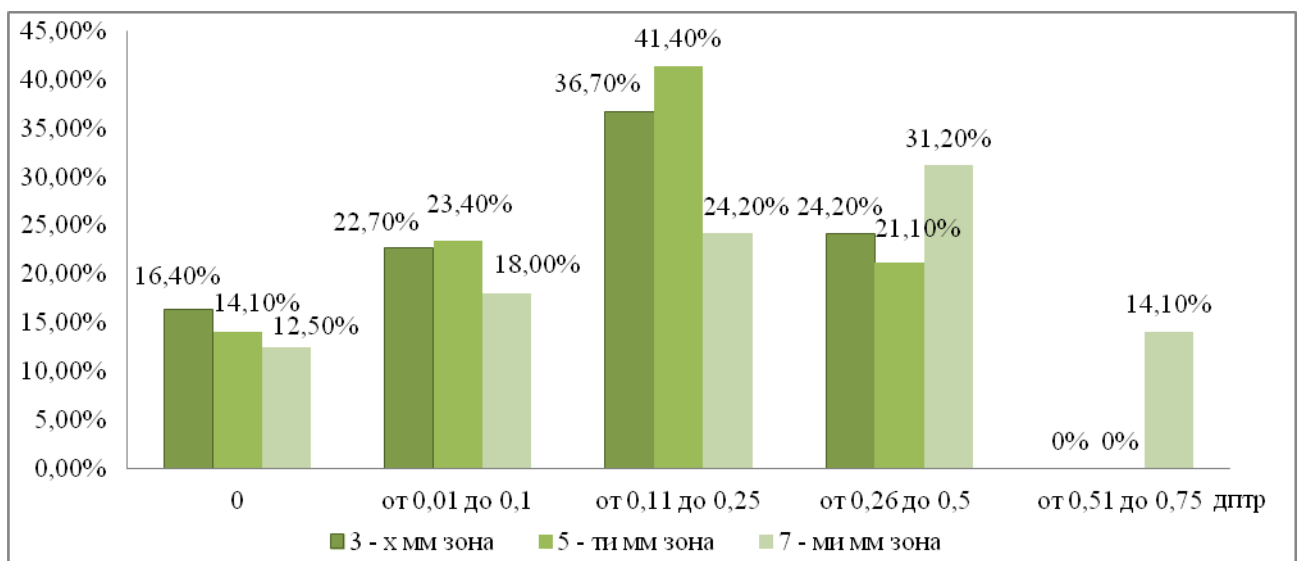


Рисунок 28 - Степень отклонений преломляющей силы роговицы между измерениями видеокератоскопии в 3 – мм, 5 – мм и 7 – мм зонах (% от общего числа глаз)

При сравнении измерений оси сильного меридиана роговицы в 3 – мм зоне отклонения отмечались на 101 глазу (78,9%) в интервале от 1° до 28°, средняя величина составила $9,75 \pm 7,02$. В 5 – мм зоне расхождения в измерениях были выявлены на 109 глазах (85,2%) в диапазоне от 1° до 32°, среднее значение $10,24 \pm 7,38$. В 7 – мм зоне отклонения были зарегистрированы в 107 случаях (83,6%) в размере от 1° до 29°, средняя величина $10,52 \pm 8,03^\circ$ (рис.29).

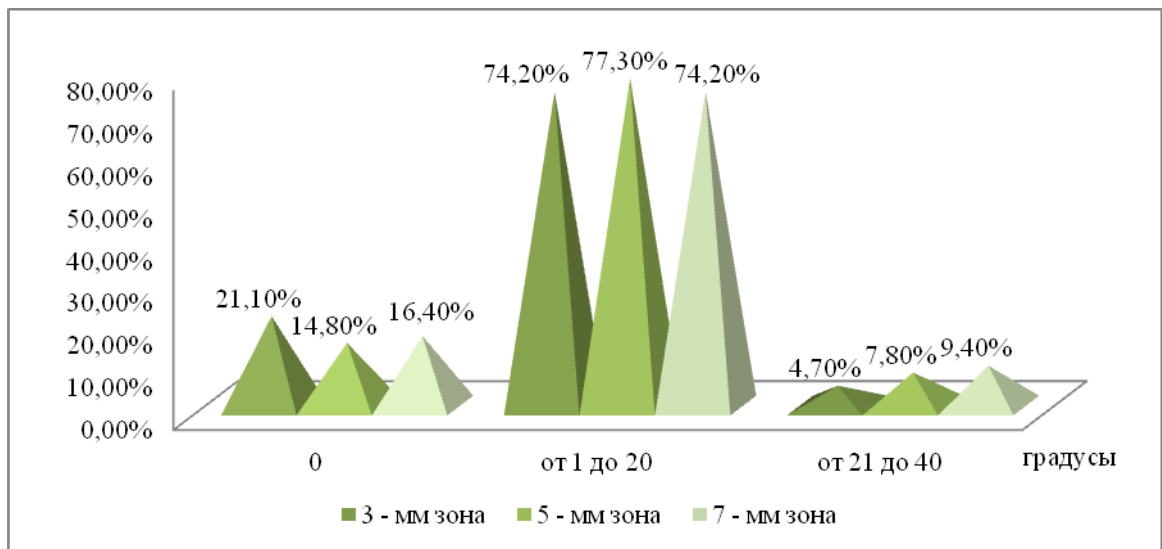


Рисунок 29 – Величина расхождений между измерениями оси сильного меридиана роговицы по данным видеокератоскопии (% от общего числа глаз)

При сравнении трёх измерений шеймпфлюг - камеры в 3 – мм зоне, полученных в разное время, воспроизводимость результатов была выявлена в 27 случаях (21,1%), а отклонения наблюдались в 101 случае (78,9%) в диапазоне от 0,1 до 0,6 дптр, среднее значение $0,22 \pm 0,16$ дптр. В 5 – мм зоне диагностические расхождения не отмечались в 17 – ти случаях (13,3%), а в 111 случаях (86,7%) отличия были в диапазоне от 0,1 до 0,7 дптр, в среднем $0,32 \pm 0,18$ дптр. В 7 – мм зоне различия составили $0,29 \pm 0,11$ дптр и определялись в 103 - х (80,5%) из 128 случаев в интервале от 0,1 до 0,5 (рис.30).

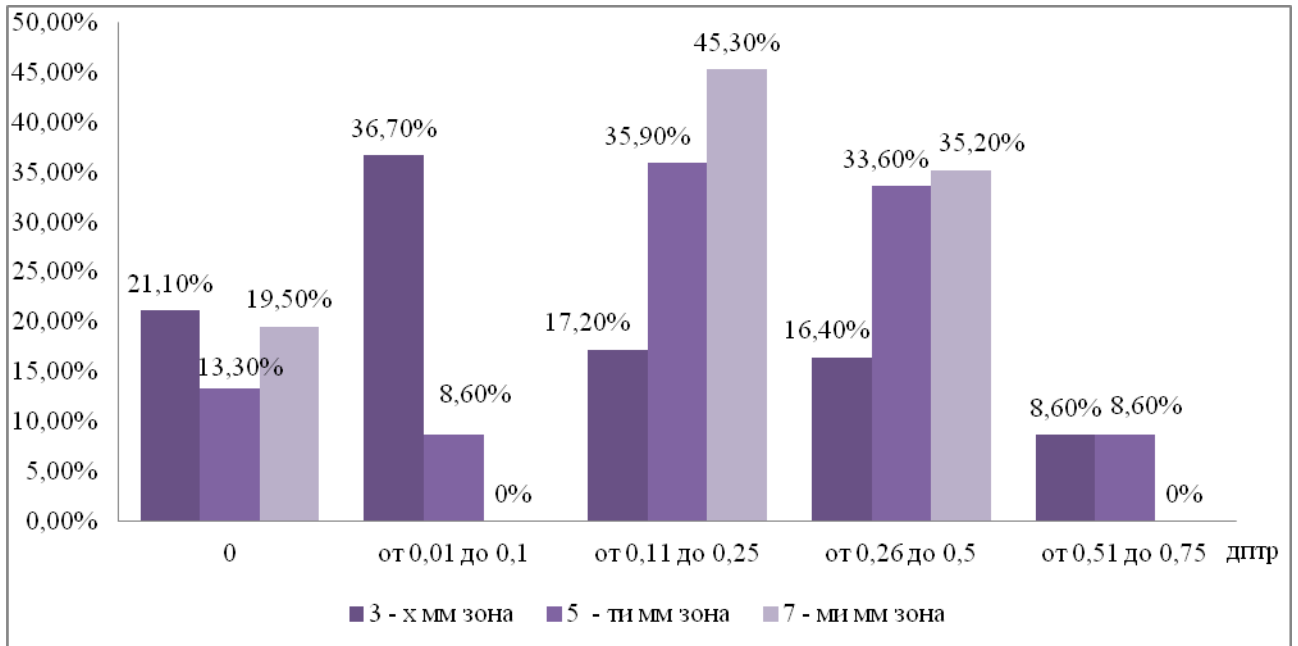


Рисунок 30 - Степень отклонений преломляющей силы роговицы между измерениями шеймпфлюг - камеры в 3 – мм, 5 – мм и 7 – мм зонах(% от общего числа глаз)

Расхождения в измерениях оси сильного меридиана в 3 – мм зоне были выявлены в 111 случаях (86,7%) и варьировали от 1° до 42°, в среднем $9,81 \pm 10,58^\circ$, в 5 – мм зоне отклонения отмечались на 113 глазах (88,3%) от 1° до 41°, средняя величина $9,91 \pm 10,89^\circ$, в 7 – мм зоне в 118 случаях (92,2%) из 128 в диапазоне от 1° до 45°, в среднем $9,91 \pm 10,52$ (рис. 31).

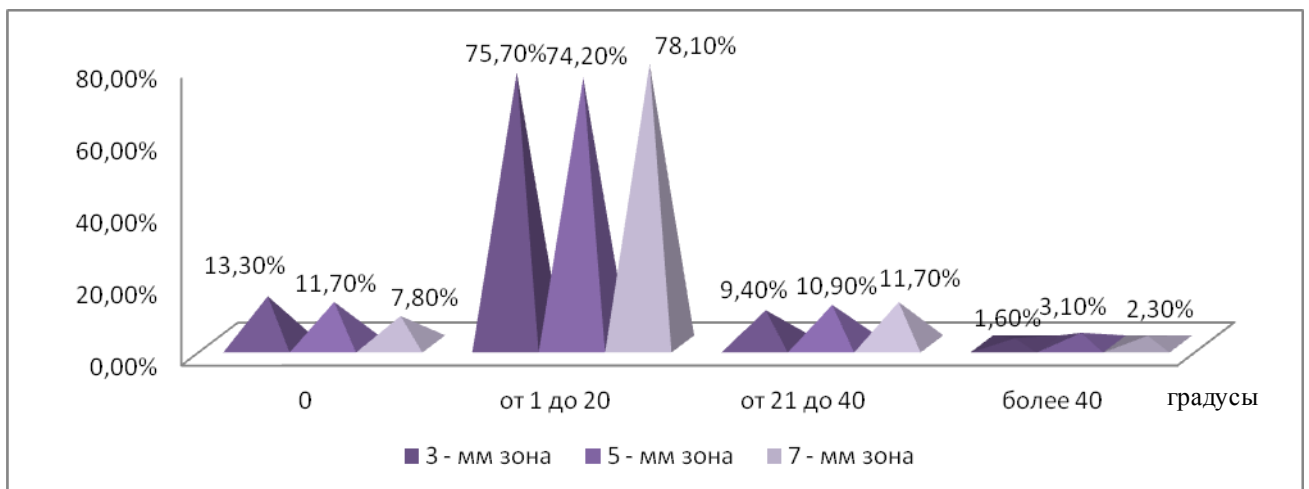


Рисунок 31 – Расхождения оси сильного меридиана роговицы по данным измерений шеймпфлюг – камеры (% от общего числа глаз)

При оценке прецизионности измерений оптической силы роговицы лазерного интерферометра отклонения не наблюдались в 29 – ти случаях (22,6%), а в 99 – ти случаях (77,3%) варьировали от 0,03 до 0,75 дптр, средняя величина $0,21 \pm 0,22$ дптр (рис.32).

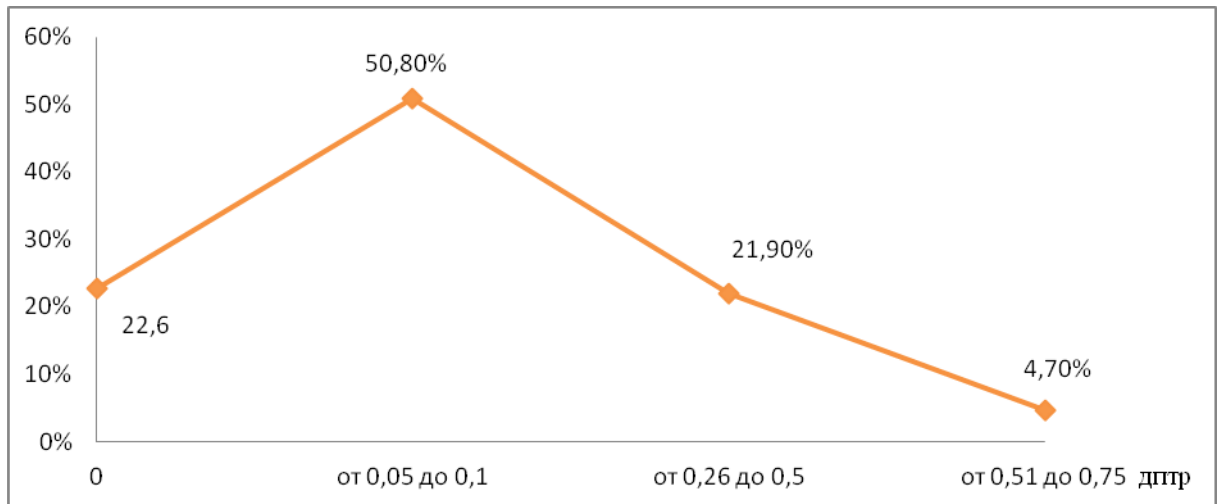


Рисунок 32 - Степень отклонения преломляющей силы роговицы между измерениями лазерного интерферометра (% от общего числа глаз)

Расхождения между измерениями оси сильного меридиана роговицы наблюдались в 103 случаях (80,5%) из 128, средняя величина $10,03 \pm 10,36^\circ$, и варьировали в диапазоне от 1° до 40° (рис.33).

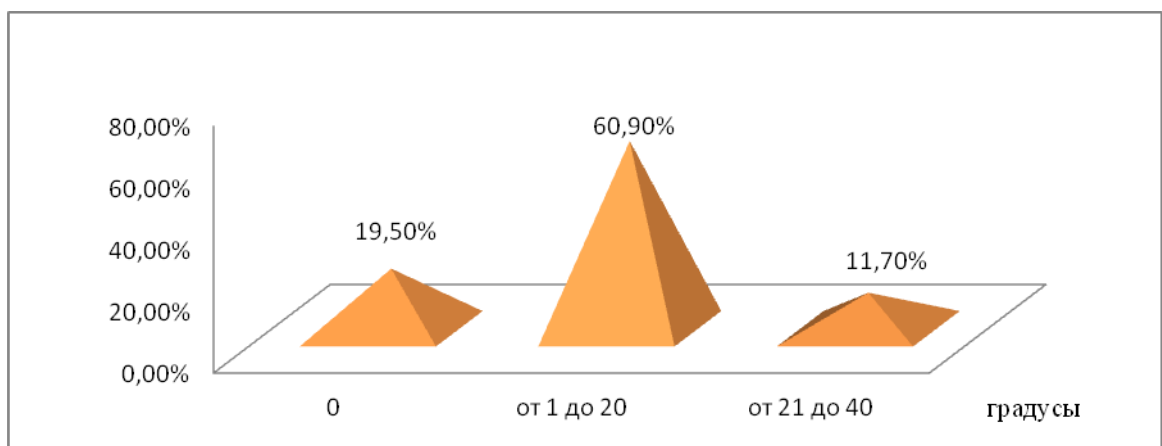


Рисунок 33 – Величина различий оси сильного меридиана роговицы между измерениями лазерного интерферометра (% от общего числа глаз)

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что наименьшее число отклонений между измерениями оптической силы роговицы было выявлено у РК, лазерного интерферометра и шеймпфлюг – камеры в 3 – мм зоне. Воспроизводимость данных приборов была в 1,5 раза выше по сравнению с АК и видеокератоскопом в 5 – мм зоне, в 1,3 раза чаще по отношению к видеокератоскопу в 3 – мм зоне и измерениям шеймпфлюг - камеры в 7 – мм зоне, в 1,8 раза выше, чем у видеокератоскопа в 7 – мм зоне и шеймпфлюг - камеры в 5 – мм зоне. Наименьший диапазон отклонений от 0,01 до 0,5 дптр отмечался у РК и видеокератоскопа в 3 – мм и 5 – мм зонах. Наибольший от 0,76 до 1,0 дптр был зарегистрирован только у АК (таблица 4).

Наименьшая величина расхождений в измерениях оси сильного меридиана роговицы была выявлена у АК, видеокератоскопа в 3 - мм зоне и лазерного интерферометра. Повторяемость данных приборов была в 2,5 раза выше, чем у шеймпфлюг – камеры в 7 – мм зоне, в 1, 5 раза чаще по отношению к шеймпфлюг – камере в 3 – мм и 5 – мм зонах и видеокератоскопа в 5 – мм зоне, в 1,3 раза больше чем у РК и видеокератоскопа в 7 – мм зоне. Наименьшая воспроизводимость данных отмечалась у шеймпфлюг – камеры во всех зонах измерения, а отклонения более 40° у шеймпфлюг – камеры и РК (таблица 5).

Таблица 4 - Величина отклонений преломляющей силы роговицы между тремя измерениями различных приборов

Прибор и зона измерения		Диапазон отклонений, дптр					
		0	0,01–0,1	0,11–0,25	0,26–0,5	0,51–0,75	0,76–1,0
АК (n=128)	n	18	-	50	34	10	16
	%	14,1	-	39,1	26,6	7,8	12,5
РК (n=128)	n	29	62	24	13	-	-
	%	22,7	48,4	18,8	10,1	-	-
Видеокератоскопия 3 – мм зона (n=128)	n	21	29	47	31	-	-
	%	16,4	22,7	36,7	24,2	-	-
Видеокератоскопия 5 – мм зона (n=128)	n	18	30	53	27	-	-
	%	14,1	23,4	41,4	21,1	-	-
Видеокератоскопия 7 – мм зона (n=128)	n	16	23	31	40	18	-
	%	12,5	18,0	24,2	31,2	14,1	-
Шеймпфлюг- камера 3 – мм зона (n=128)	n	27	47	22	21	11	-
	%	21,1	36,7	17,2	16,4	8,6	-
Шеймпфлюг- камера 5 - мм зона (n=128)	n	17	11	46	43	11	-
	%	13,3	8,6	35,9	33,6	8,6	-
Шеймпфлюг- камера 7 - мм зона (n=128)	n	25	-	58	45	-	-
	%	19,5	-	45,3	35,2	-	-
Лазерный интерферометр (n=128)	n	29	65	-	28	6	-
	%	22,6	50,8	-	21,9	4,7	-

Примечание n - количество наблюдений в группе

Таблица 5 - Величина отклонений оси сильного меридиана роговицы между тремя измерениями различных приборов

Прибор и зона измерения		Диапазон отклонений, градусы			
		0	1 - 20	21 – 40	более 40
АК (n=128)	n	26	85	17	-
	%	20,3	66,4	13,3	-
ПК (n=128)	n	20	89	18	1
	%	15,6	69,5	14,1	0,8
Видеокератоскопия 3 – мм зона (n=128)	n	27	95	6	-
	%	21,1	74,2	4,7	-
Видеокератоскопия 5 – мм зона (n=128)	n	19	99	10	-
	%	14,8	77,3	7,8	-
Видеокератоскопия 7 – мм зона (n=128)	n	21	95	12	-
	%	16,4	74,2	9,4	-
Шеймпфлюг - камера 3 – мм зона (n=128)	n	17	97	12	2
	%	13,3	75,7	9,4	1,6
Шеймпфлюг - камера 5 - мм зона (n=128)	n	15	95	14	4
	%	11,7	74,2	10,9	3,1
Шеймпфлюг - камера 7 - мм зона (n=128)	n	10	100	15	3
	%	7,8	78,1	11,7	2,3
Лазерный интерферометр (n=128)	n	25	78	15	-
	%	19,5	60,9	11,7	-

Примечание n - количество наблюдений в группе

При сравнении средних значений отклонений между измерениями преломляющей силы роговицы наибольшая величина отмечалась у АК: в 2,6 раза

выше, чем у РК, в 2 раза по отношению к шеймпфлюг - камере в 3 – мм зоне и лазерному интерферометру, в 1,8 раза к средней величине расхождений видеокератоскопии в 3 – мм и 5 – мм зонах, в 1,5 раза к шеймпфлюг - камере в 5 – мм, 7 – мм зонах и видеокератоскопии в 7 – мм зоне измерения роговицы ($p < 0,05$). Наименьшая величина отклонений была у РК, в 1,5 раза ниже по отношению к другим приборам, кроме измерений лазерного интерферометра и шеймпфлюг - камеры в 3 - мм зоне, которые отличались в 1,2 раза ($p < 0,05$). Все различия были достоверны ($p < 0,05$), кроме значений шеймпфлюг - камеры в 5 – мм и 7 – мм зонах по отношению к измерениями видеокератоскопии в 7 – мм зоне ($p > 0,05$). При сравнении средней величины различий между измерениями оси сильного меридиана роговицы, наибольшая отмечалась у РК, наименьшая у АК (таблица 6).

Таблица 6 - Средняя величина отклонений приборов между измерениями ($M \pm \sigma$), дптр

Прибор	Зона измерения	Величина отклонения преломляющей силы роговицы	Величина отклонения оси сильного меридиана роговицы
АК (n = 128)	3 мм	0,45±0,28*	7,42±7,73*
РК (n = 128)	3 мм	0,17±0,15*	9,47±11,39
Видеокератоскопия (n = 128)	3 мм	0,25±0,12*	7,97±7,12***
	5 мм	0,24±0,13*	8,15±7,12***
	7 мм	0,32±0,19*	8,20±7,64***
Шеймпфлюг – камера (n = 128)	3 мм	0,22±0,16*	7,54±6,40
	5 мм	0,32±0,18**	7,89±7,08
	7 мм	0,29±0,11**	8,07±7,57
Лазерный интерферометр (n = 128)	3 мм	0,21±0,22*	8,27±10,05

Примечание М – средняя величина отклонения между измерениями, σ – среднее квадратичное отклонение, n - количество наблюдений в группе, * - статистически значимые различия по отношению к другим значениям при $p < 0,05$, ** - статистически значимые различия по отношению к другим значениям при $p < 0,05$, кроме значений видеокератоскопии в 7 – мм зоне, *** - статистически значимые различия по отношению к другим значениям, кроме значений видеокератоскопии во всех зонах измерения при $p < 0,05$

При оценке измерений преломляющей силы роговицы различных приборов относительно данных РК наибольшая величина отклонений была выявлена у видеокератоскопа в 5 – мм зоне, данное значение было в 6 раз выше, чем у шеймпфлюг - камеры во всех зонах измерения ($p \leq 0,05$), в отношении к лазерному интерферометру ($p \leq 0,05$), АК ($p \leq 0,05$), и КТ в 3 мм зонах ($p \leq 0,05$). Наименьшая величина отклонений отмечалась у шеймпфлюг - камеры во всех зонах измерения и лазерного интерферометра, статистически значимых различий между данными приборами не было ($p > 0,05$). Наименьшая величина отклонений оси сильного меридиана роговицы относительно измерений РК отмечалась у шеймпфлюг – камеры во всех зонах измерения. Значительные различия с измерениями РК были зарегистрированы у видеокератоскопа во всех зонах измерения (таблица 7).

Таблица 7 - Средняя величина отклонений приборов относительно измерений РК ($M \pm \sigma$), дптр

Прибор	Зона измерения	Величина отклонений преломляющей силы роговицы	Величина отклонений оси сильного меридиана роговицы
АК (n = 128)	3 мм	0,34±0,38*	10,15±10,08*****
Видеокератоскопия (n = 128)	3 мм	0,31±0,33*	11,28±7,86*****
	5 мм	0,63±0,29**	11,76±8,55*****
	7 мм	0,33±0,19	11,66±8,75*****
Шеймпфлюг – камера (n = 128)	3 мм	0,11±0,13***	9,26±6,89*****
	5 мм	0,10±0,06***	9,56±6,96*****
	7 мм	0,11±0,06***	9,40±6,92*****
Лазерный интерферометр (n = 128)	3 мм	0,16±0,26****	10,73±9,53*****

Примечание М – средняя величина отклонения относительно измерений РК, σ – среднее квадратичное отклонение, n - количество наблюдений в группе, * - статистически значимые различия по отношению к значениям шеймпфлюг - камеры в 3 – мм, 5 – мм и 7 – мм зонах при $p < 0,01$, статистически значимые различия по отношению к значениям видеокератоскопии в 3 – мм и 7 – мм зонах при $p < 0,01$, статистически значимые различия по отношению к значениям видеокератоскопии в 5 – мм и 7 – мм зонах при $p < 0,05$, статистически значимые различия по отношению к значениям видеокератоскопии в 3 – мм и 5 – мм зонах при $p < 0,05$ и по отношению к АК при $p < 0,01$, статистически значимые различия по отношению к значениям других приборов при $p < 0,05$, статистически значимые различия по отношению к значениям других приборов, кроме шеймпфлюг – камеры в 3 – мм и 7 – мм зонах измерения при $p < 0,05$, статистически значимые различия по отношению к значениям других приборов, кроме видеокератоскопии в 5 – мм и 7 – мм зоне и шеймпфлюг – камеры в 3 – мм и 5 – мм зонах измерения при $p < 0,05$, статистически значимые различия по отношению к значениям шеймпфлюг - камеры в 3 – мм, 5 – мм и 7 – мм зонах при $p < 0,05$

Таким образом, у ручного кератометра, шеймпфлюг – камеры и лазерного интерферометра отмечается минимальная величина диагностических расхождений между измерениями преломляющей силы роговицы (у РК $0,17 \pm 0,15$ дптр, у лазерного интерферометра $0,21 \pm 0,22$ дптр, шеймпфлюг - камеры в 3 – мм зоне $0,22 \pm 0,16$ дптр). Минимальные расхождения между измерениями оси сильного меридиана роговицы отмечаются у автокератометра, видеокератоскопа в 3 – мм зоне измерения и шеймпфлюг – камеры во всех зонах измерения (у АК $7,42 \pm 7,73^\circ$, у видеокератоскопа в 3 – мм зоне $7,97 \pm 7,12^\circ$, шеймпфлюг – камеры в 3 – мм зоне $7,54 \pm 6,40^\circ$, в 5 – мм зоне $7,89 \pm 7,08^\circ$, в 7 – мм зоне $8,07 \pm 7,57^\circ$).

Относительно показателей РК наименьшие отклонения в измерениях преломляющей силы роговицы отмечались у лазерного интерферометра и шеймпфлюг - камеры (лазерный интерферометр $0,16 \pm 0,26$ дптр, шеймпфлюг - камера в 3 – мм зоне $0,11 \pm 0,13$ дптр, в 5 – мм зоне $0,10 \pm 0,06$ дптр, в 7 – мм зоне $0,11 \pm 0,06$ дптр), в измерениях оси сильного меридиана у шеймпфлюг - камеры (в 3 – мм зоне $9,26 \pm 6,89^\circ$, в 5 – мм зоне $9,56 \pm 6,96^\circ$, в 7 – мм зоне $9,40 \pm 6,92^\circ$). Зона измерения в пределах 3 - мм является наиболее достоверной, чем 5 –мм и 7 – мм зоны, так как имеет наименьшее значение расхождений между исследованиями преломляющей силы роговицы (шеймпфлюг - камера 3 – мм зона $0,22 \pm 0,16$ дптр, видеокератоскоп 3 – мм зона $0,25 \pm 0,12$ дптр), оси сильного меридиана роговицы (шеймпфлюг – камера 3 – мм зона $7,54 \pm 6,40^\circ$, видеокератоскоп 3 – мм зона $7,97 \pm 7,12^\circ$) и относительно данных РК.

4.2. Клиническая оценка точности и эффективности применения торического разметчика

4.2.1. Результаты сравнения прецизионности нанесенной маркировки торическим разметчиком и Toric Axis Marker

Исследования, проведенные через 3 часа после операции показали, что в основной группе, где разметка производилась в центральной зоне роговицы одновременно с ориентиром капсулорексиса без применения красителя, в 5 – ти случаях (11,6%) метки на оптической части линзы соответствовали локализации сильного меридиана, а в 38 - ми случаях (88,4%) отклонения от расчетной оси варьировали в интервале от $0,12^\circ$ до $6,39^\circ$. В группе сравнения, где разметка производилась в лимбальной зоне роговицы с применением красителя, на 2 – х глазах (4,9%) положение цилиндрической оси ТИОЛ соответствовало локализации сильного меридиана роговицы, на 39 – ти глазах (95,1%) наблюдались отклонения в диапазоне от $0,08^\circ$ до $13,08^\circ$ (рис.34).

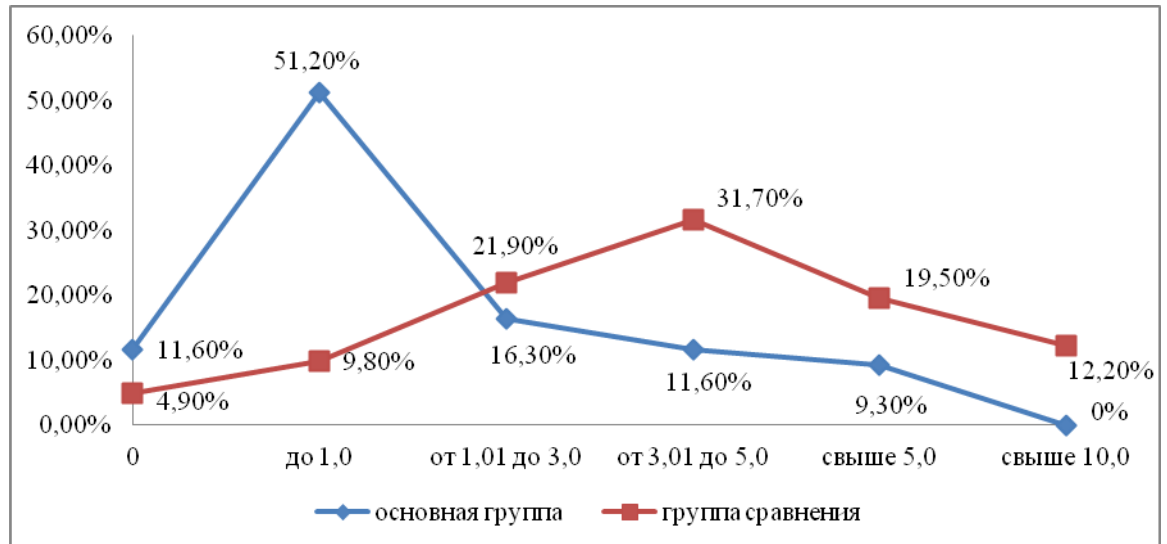


Рисунок 34 – Величина отклонения ТИОЛ от расчетной оси на глазах основной группы и группы сравнения, градусы (% от общего числа глаз)

В основной группе отклонения оси расположения линзы относительно расчётной в 25 – ти случаях (58,1%) наблюдалось по часовой стрелке, в группе сравнения на 22 глаза (53,7%) против часовой стрелки (таблица 8).

Таблица 8 - Положение ТИОЛ относительно расчётной оси

Направление отклонения ТИОЛ	Основная группа (n = 43)		Группа сравнения (n = 41)	
	n	%	n	%
по часовой стрелке	25	58,1	19	46,3
против часовой стрелки	18	41,9	22	53,7

Примечание n - количество наблюдений в группе

Средняя величина отклонения положения ТИОЛ относительно расчётной оси в основной группе составила $1,8 \pm 2,1^\circ$, что было в 3 раза ниже величины отклонения группы сравнения - $5,02 \pm 3,7^\circ$ ($p < 0,05$).

4.2.2. Результаты исследования ротационной стабильности ТИОЛ

В отдаленные сроки наблюдения в основной группе, где разметка производилась по новой методике в центральной зоне роговицы одновременно с ориентиром капсулорексиса без применения красителя, ротация ТИОЛ произошла в 39 случаях (90,7%) из 43 наблюдений, а в группе сравнения, где разметка осуществлялась по традиционной методике в лимбальной зоне роговицы с применением красителя, на 40 глазах (97,6%) из 41 наблюдаемых (рис.35).



Рисунок 35 - Процентное соотношение ротационной стабильности ТИОЛ в группах исследования

Вращение линзы по часовой стрелке наблюдалось на 36 - ти глазах (92,3%) в основной группе и на 37 - ми глазах (92,5%) в группе сравнения. Против часовой стрелки на 3 - х глазах в обеих группах (таблица 9).

Таблица 9 - Направление поворота ТИОЛ в группах исследования через 1 месяц после имплантации

Поворот ТИОЛ	Основная группа (n = 39)		Группа сравнения (n = 40)	
	n	%	n	%
по часовой стрелке	36	92,3	37	92,5
против часовой стрелки	3	7,7	3	7,5

Примечание n - количество наблюдений в группе

Через 1 месяц ротация ТИОЛ в основной группе варьировала в диапазоне от $1,0^\circ$ до $5,24^\circ$, в среднем составила $2,4 \pm 1,27^\circ$, что было в 2 раза меньше величины смещения линзы в группе сравнения $5,1 \pm 2,41^\circ$ ($p = 0,05$), интервал от $1,0^\circ$ до $9,96^\circ$ (рис.36).

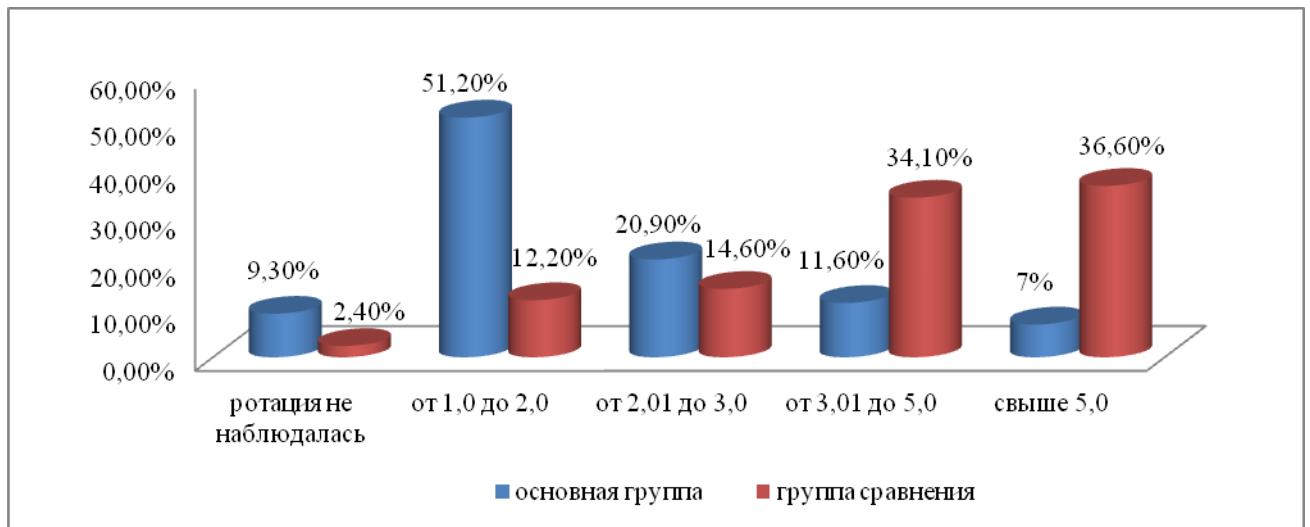


Рисунок 36 - Количественная характеристика степени ротации ТИОЛ в группах наблюдения через 1 месяц после имплантации

Через 12 месяцев ТИОЛ изменила свое положение относительно оси имплантации в основной группе на 40 глазах (93%) из 43 наблюдаемых. В группе сравнения во всех случаях (рис.37).

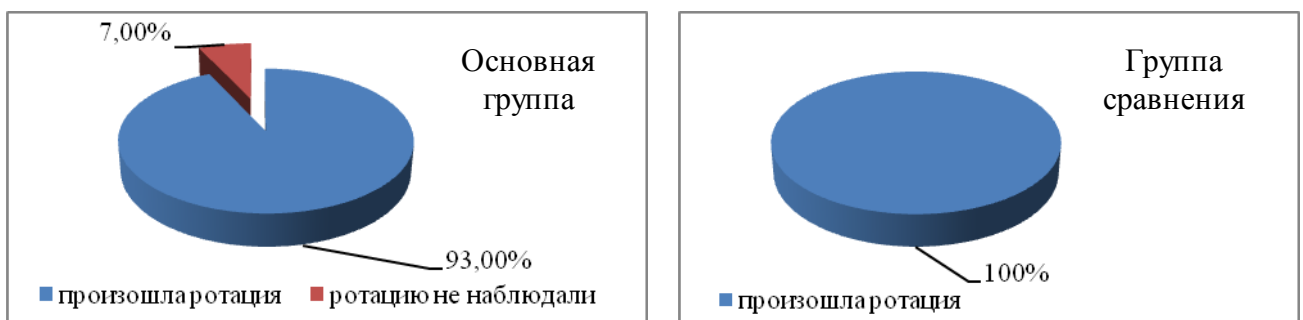


Рисунок 37 - Процентное соотношение ротационной стабильности ТИОЛ в группах исследования через 12 месяцев после имплантации

В основной группе по часовой стрелке поворот ТИОЛ произошел на 38 – ми глазах (95,0%), против часовой стрелки на 2 – х глазах (5,0%). В одном случае

(2,5%) к 1 месяцу после имплантации линза повернулась на $1,21^\circ$ по часовой стрелке, а через 12 месяцев на $1,18^\circ$ против часовой стрелки. Во второй группе сравнения ТИОЛ изменила свое положение относительно исходной оси по часовой стрелке на 38 глазах (92,7%), против часовой стрелки на 3 – х глазах (7,3%) (таблица 10).

Таблица 10 - Направление смещения ТИОЛ в группах исследования через 12 месяцев после имплантации относительно оси имплантации

Поворот ТИОЛ	Основная группа (n = 40)		Группа сравнения (n = 41)	
	n	%	n	%
по часовой стрелке	38	95,0	38	92,7
против часовой стрелки	2	5,0	3	7,3

Примечание n - количество наблюдений в группе

Через 12 месяцев после имплантации ТИОЛ величина ротации в основной группе составила $2,8 \pm 1,36^\circ$ и варьировала в диапазоне от $1,25^\circ$ до $6,05^\circ$. В группе сравнения величина смещения ТИОЛ была в 2 раза выше, среднее значение $6,1 \pm 3,17^\circ$ ($p < 0,05$) в диапазоне от $1,75^\circ$ до $13,41^\circ$ (рис.38).

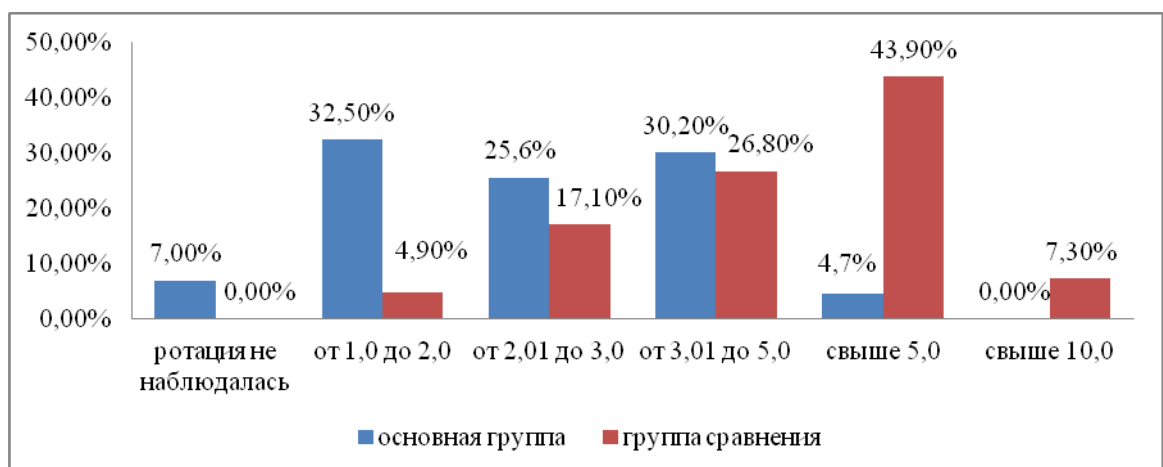


Рисунок 38 - Количественная характеристика величины ротации ТИОЛ в группах наблюдения через 12 месяцев после имплантации

Сводные данные о количестве ротаций и степени смещения ТИОЛ в группах исследования отражены в таблице 11.

Таблица 11 - Средние значения и количественная характеристика ротации ТИОЛ в группах исследования ($M \pm \sigma$), градусы

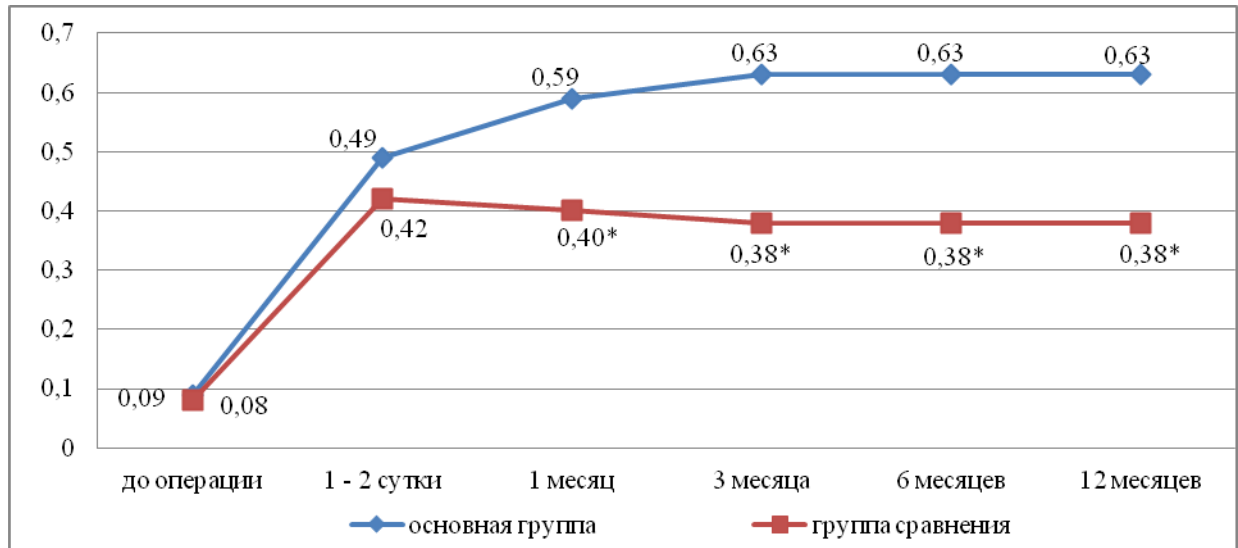
Сроки исследования	Группа исследования					
	Основная (n = 43)			Сравнения (n = 41)		
	Величина ротации	n	%	Величина ротации	n	%
через 1 месяц после имплантации	2,4±1,27*	39	90,7	5,1±2,41	40	97,6
через 12 месяцев после имплантации	2,8±1,36*	40	93	6,1±3,17	41	100

Примечание М – средняя величина ротации ТИОЛ, σ – среднее квадратичное отклонение, n - количество наблюдений в группе, * - статистически значимые различия по отношению к группе сравнения при $p < 0,05$

Разница между ротацией ТИОЛ через 1 месяц после имплантации и через 12 месяцев в основной группе составила $\Delta 0,4 \pm 0,09^\circ$, в группе сравнения $\Delta 1,0 \pm 0,76^\circ$.

4.2.3. Результаты исследования остроты зрения в различные сроки наблюдения

В основной группе на 1 – 2 сутки после оперативного вмешательства некоррегированная острота зрения увеличилась в 5,4 раза по отношению к дооперационным значениям и в среднем составила $0,49 \pm 0,24$. Далее наблюдалось повышение до $0,59 \pm 0,28$ через 1 месяц и до $0,63 \pm 0,24$ через 3 месяца. При осмотре через 6 месяцев острота зрения без коррекции составила $0,63 \pm 0,28$, а через 12 месяцев $0,63 \pm 0,32$. В группе сравнения на 1 – 2 сутки после операции некорригированная острота зрения увеличилась в 5,2 раза, среднее значение $0,42 \pm 0,29$. Затем наблюдалась тенденция к снижению до $0,40 \pm 0,19$ через 1 месяц, $0,38 \pm 0,21$ через 3 месяца, $0,38 \pm 0,20$ через 6 месяцев и $0,38 \pm 0,18$ через 12 месяцев (рис.39).



Примечание * - статистически значимые различия по отношению к основной группе, при $p < 0,05$

Рисунок 39 - Динамика некоррегированной остроты зрения в различные сроки наблюдения (вертикальная ось $M \pm \sigma$)

Различия между группами в сроки: 1, 3, 6 и 12 месяцев были статистически значимы (таблица 12).

Таблица 12 - Средние значения остроты зрения без коррекции в различные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Сроки наблюдения	Группы исследования	
	Основная (n = 43)	Сравнения (n = 41)
до операции	0,09±0,05*	0,08±0,03*
1 – 2 сутки после операции	0,49±0,24	0,42±0,28
1 месяц после операции	0,59±0,28**	0,40±0,19
3 месяца после операции	0,63±0,24**	0,38±0,21
6 месяцев после операции	0,63±0,28**	0,38±0,20
12 месяцев после операции	0,63±0,32**	0,38±0,18

Примечание M – среднее значение некоррегированной остроты зрения, m – среднее отклонение от среднего значения, n - количество наблюдений в группе, * - различия статистически достоверны по отношению к значению на 1 – 2 сутки при $p < 0,05$, ** - статистически значимые различия по отношению к значениям группы сравнения при $p < 0,05$

Необходимость в дополнительной цилиндрической коррекции в основной группе, где разметка оси производилась по новой методике, была зафиксирована в одном случае (2,3%) величиной -1,0 дптр на 1 сутки после операции и сохранялась на протяжении всего периода наблюдения (рис.40).

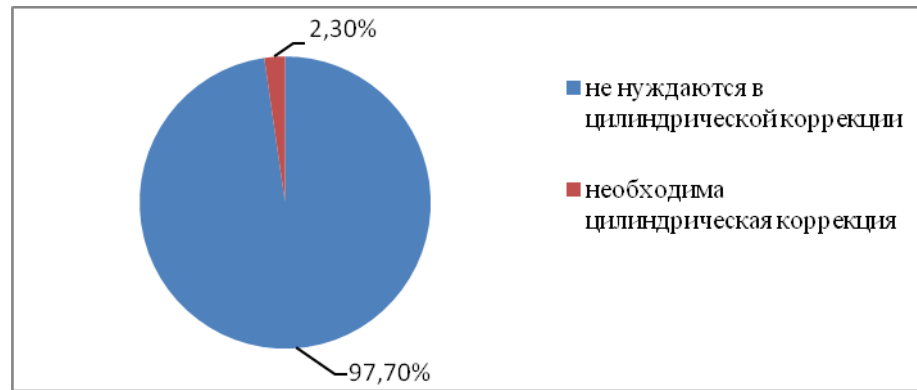


Рисунок 40 - Наличие остаточного астигматизма у пациентов основной группы на протяжении всего срока наблюдения

В группе сравнения, где осевая разметка производилась по традиционной методике в лимбальной зоне, субъективная астигматическая коррекция на 1 – 2 сутки после операции была выявлена на 3 – х глазах (7,3%) размером -0,75 дптр, при осмотре через 1 месяц на 4 - х глазах (9,7%) величиной -1,0 дптр, а через 3 месяца на 6 – ти глазах (14,6%), из них на одном глазу цилиндрическая рефракция была равна -2,0 дптр, на 3 – х глазах -1,5 дптр, на 2 – х глазах -1,0 дптр и более не изменялась (рис.41).

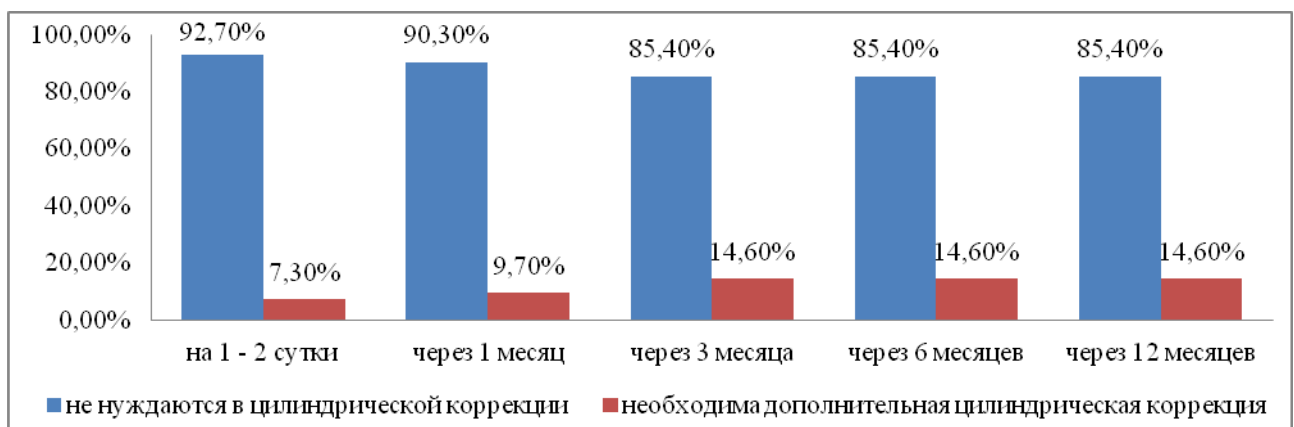


Рисунок 41 - Наличие остаточного астигматизма у пациентов группы сравнения на протяжении всего срока наблюдения

Оценка средних величин выраженности субъективной цилиндрической рефракции в различные сроки наблюдения показало, что в основной группе на 1 – 2 сутки она снизилась в 141 раз по отношению к дооперационным значениям ($p \leq 0,05$) и оставалась стабильной на протяжении всего срока наблюдения. В группе сравнения субъективная астигматическая коррекция на 1 – 2 сутки после операции снизилась в 46 раз по отношению к дооперационным значениям, а далее наблюдалось увеличение статистически значимое по отношению к основной группе ($p < 0,05$). К 1 месяцу после операции она повысилась в 1,7 раза, к 3 месяцу ещё в 2 раза, а далее оставалась неизменной (таблица 13).

Таблица 13 - Средние величины субъективной астигматической коррекции в группах исследования ($M \pm \sigma$), дптр

Сроки наблюдения	Величина субъективной цилиндрической рефракции	
	Основная группа (n = 43)	Группа сравнения (n = 41)
до операции	2,82±0,11*	2,75±0,15*
1 – 2 сутки после операции	0,02±0,15**	0,06±0,20***
1 месяц после операции	0,02±0,15**	0,10±0,30***
3 месяца после операции	0,02±0,15**	0,21±0,52****
6 месяцев после операции	0,02±0,15**	0,21±0,52****
12 месяцев после операции	0,02±0,15**	0,21±0,52****

Примечание М – среднее значение астигматической коррекции, σ – среднее квадратичное отклонение, n – количество наблюдений в группе, * - статистически значимые различия по отношению к значениям через 1, 3, 6, 12 месяцев после операции при $p < 0,05$, ** - статистически значимые различия по отношению к группе сравнения при $p < 0,05$, *** - статистически значимые различия по отношению к другим срокам наблюдения при $p < 0,05$, **** - статистически значимые различия по отношению к срокам наблюдения на 1 – 2 сутки и 1 месяц после операции при $p < 0,05$

Визометрия с максимальной сфероцилиндрической коррекцией на 1 – 2 сутки по отношению к дооперационным значениям увеличилась в основной группе в 4,3 раза, в группе сравнения в 3,2 раза ($p < 0,05$) (таблица 14).

Таблица 14 - Средние значения остроты зрения с максимальной коррекцией в различные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Сроки наблюдения	Группы исследования	
	Основная (n = 43)	Сравнения (n = 41)
до операции	0,15±0,14	0,2±0,11
1 – 2 сутки после операции	0,65±0,24*	0,64±0,27*
1 месяц после операции	0,71±0,24*	0,68±0,24*
3 месяца после операции	0,71±0,24*	0,68±0,24*
6 месяцев после операции	0,71±0,24*	0,68±0,24*
12 месяцев после операции	0,71±0,24*	0,68±0,24*

Примечание М – среднее значение остроты зрения с максимальной коррекцией, σ – среднеквадратичное отклонение, n - количество наблюдений в группе, * - статистически значимые различия по отношению к дооперационным значениям при $p < 0,05$

При сравнении некоррегированной остроты зрения и визометрии с максимальной сфероцилиндрической коррекцией в основной группе разница на 1 – 2 сутки равнялась $\Delta 0,19 \pm 0,01$, через 1 месяц после операции - $\Delta 0,2 \pm 0,11$, через 3 месяца $\Delta 0,18 \pm 0,05$ и более не изменялась; в группе сравнения минимальные расхождения были зарегистрированы на 1 – 2 сутки $\Delta 0,22 \pm 0,01$, а далее наблюдали постепенное увеличение. Так через 1 месяц различия возросли до $\Delta 0,28 \pm 0,05$, через 3 месяца – $\Delta 0,30 \pm 0,03$ и далее оставалось неизменными.

Таким образом, предложенная методика интраоперационной осевой разметки торическим разметчиком – является прецизионным методом, позволяющим точно отметить сильный меридиан роговицы в проекции меток ТИОЛ (средняя величина отклонения положения ТИОЛ от расчетной оси $1,8 \pm 2,1^\circ$), а отсутствие красителя улучшает визуализацию на всех этапах факоэмульсификации. Это позволяет снизить субъективную цилиндрическую рефракцию на 1 – 2 сутки после операции в 3 раза больше, чем при использовании разметчика Toric Axis Marker. Кроме того, предложенный инструмент безопасен,

оставляет маркировочный след достаточный для всего хирургического вмешательства, а отметка капсулорексиса является эффективной мерой профилактики ротации линзы за счёт её надёжной фиксации в капсульном мешке. Так применение торического разметчика позволило снизить число ротаций ТИОЛ на 9% и величину смещения линзы в 2 раза до $2,8 \pm 1,36^\circ$, по сравнению с эмпирически выполненным капсулорексисом. Результатом стабилизации положения ТИОЛ в отдаленные сроки стала положительная динамика некоррегированной остроты зрения.

4.3. Клиническая оценка эффективности интраокулярной коррекции астигматизма

4.3.1. Функциональные результаты хирургического лечения катаракты и роговичного астигматизма

Эффективность сфероцилиндрической коррекции определяли в сравнении со сферической коррекцией глаз контрольной группы наблюдения по результатам остроты зрения на 1 – 2 сутки при выписке, после завершения медикаментозного лечения – 1 месяц и в отдаленном послеоперационном периоде – 3, 6 и 12 месяцев. В обеих группах пациенты получили максимальную остроту зрения (рис.42).

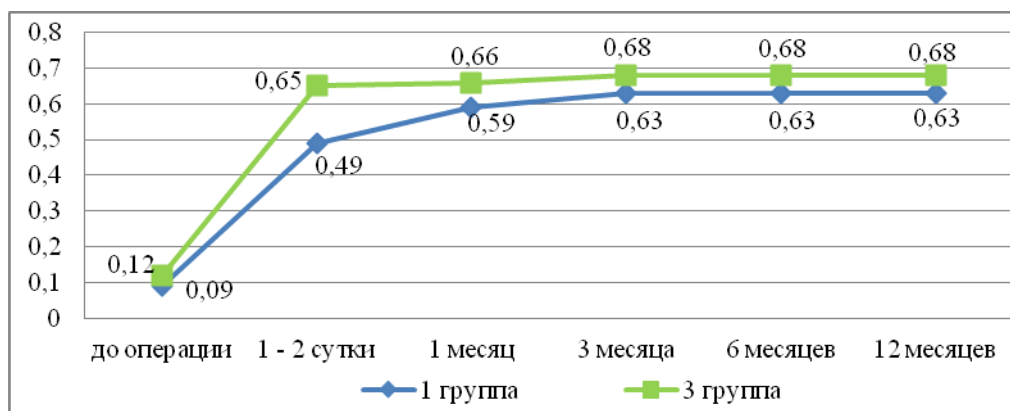


Рисунок 42 – Динамика некоррегированной остроты зрения в различные сроки наблюдения

В основной группе, как и в контрольной, на 1 – 2 сутки после оперативного вмешательства некоррегированная острота зрения увеличилась в 5,4 раза по отношению к дооперационным значениям. Далее наблюдалось незначительное повышение, а к 3 месяцу после операции стабилизация данного показателя. Статистически значимых различий между группами не наблюдалось ($p > 0,05$) (таблица 15).

Таблица 15 – Средние значения остроты зрения без коррекции в различные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$)

Сроки наблюдения	Группы исследования	
	Основная (n = 43)	Контрольная (n = 44)
до операции	0,09±0,05*	0,12±0,1*
1 – 2 сутки после операции	0,49±0,24	0,65±0,28
1 месяц после операции	0,59±0,28	0,66±0,27
3 месяца после операции	0,63±0,24	0,68±0,27
6 месяцев после операции	0,63±0,24	0,68±0,27
12 месяцев после операции	0,63±0,24	0,68±0,27

Примечание М – среднее значение некоррегированной остроты зрения, σ – среднеквадратичное отклонение, n – количество наблюдений в группе, * - различия статистически достоверны по отношению к значению на 1 – 2 сутки, через 1, 3, 6 и 12 месяцев при $p < 0,05$

В 4 - х случаях (9,3%) основной группы, в 3 - х случаях (6,8%) контрольной группы пациентам была необходима дополнительная сферическая коррекция в размере от -0,5 до -3,0 дптр. Данная рефракция была запланирована и заранее согласована с пациентами. В 2 – х случаях (4,6%) основной группы на 1 – 2 сутки улучшение остроты зрения удалось достигнуть с помощью коррекции +0,5 дптр, необходимость в которой отпала при осмотре через месяц. Данный факт мы связали с недостаточной экскурсией зрачка в раннем послеоперационном периоде, которая привела к частичной световой расфокусировке.

Субъективная остаточная астигматическая рефракция была необходима в одном случае (2,3%) величиной -1,0 дптр на протяжении всего периода наблюдения. В контрольной группе на 3 – х глазах (6,8%) при выписке определялась цилиндрическая рефракция -1,0 дптр, которая к 1 месяцу после операции снизилась до -0,25 дптр и оставалась стабильной на протяжении всего срока наблюдения (рис.43).

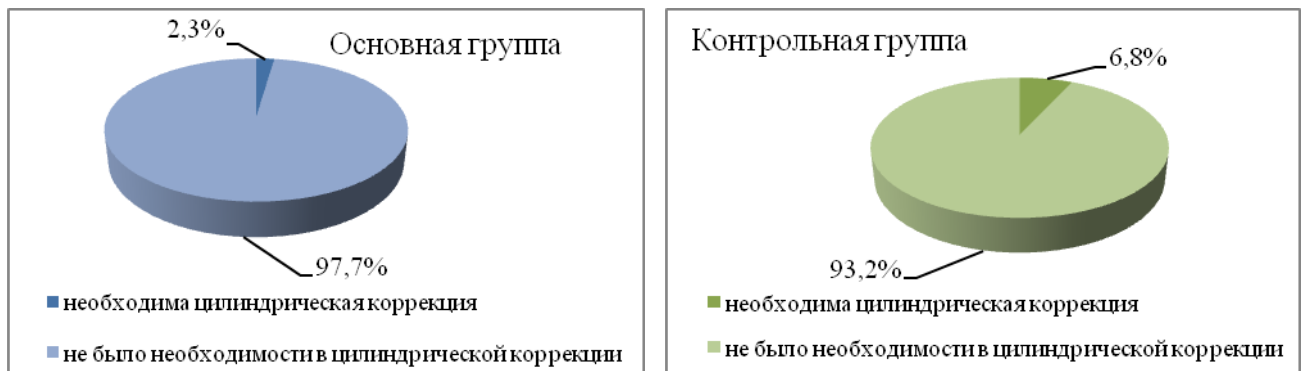


Рисунок 43 – Выраженность остаточного астигматизма на протяжении всего срока наблюдения в группах исследования

Статистически значимые различия между группами наблюдались при сравнении средних величин субъективного остаточного астигматизма в различные сроки наблюдения (таблица 16). На 1 – 2 сутки наиболее высокая цилиндрическая рефракция была зарегистрирована в контрольной группе $0,1 \pm 0,29$ дптр, что в 3,5 раза больше значений основной группы ($p = 0,05$).

Таблица 16 – Средние величины субъективной астигматической коррекции в группах исследования ($M \pm \sigma$), дптр

Сроки наблюдения	Величина субъективной цилиндрической рефракции	
	Основная группа (n = 43)	Контрольная группа (n = 44)
до операции	2,82±0,11*	0,88±0,35*
1 – 2 сутки после операции	0,02±0,15**	0,07±0,26***
1 месяц после операции	0,02±0,15**	0,02±0,06
3 месяца после операции	0,02±0,15**	0,02±0,06
6 месяцев после операции	0,02±0,15**	0,02±0,06
12 месяцев после операции	0,02±0,15**	0,02±0,06

Примечание М – среднее значение астигматической коррекции, σ – среднее квадратичное отклонение, n – количество наблюдений в группе, * - статистически значимые различия по отношению к значениям других сроков наблюдения при $p < 0,05$, ** - статистически значимые различия по отношению к контрольной группе исследования при $p < 0,05$, *** - статистически значимые различия по отношению к значениям данной группы через 1,3,6 и 12 месяцев при $p < 0,05$

Таким образом, в основной группе, где имплантировали сфероцилиндрическую ИОЛ, как и в контрольной группе, где имплантировали сферическую ИОЛ, в 38 случаях пациенты полностью отказались от экстраокулярной коррекции (рис.44).

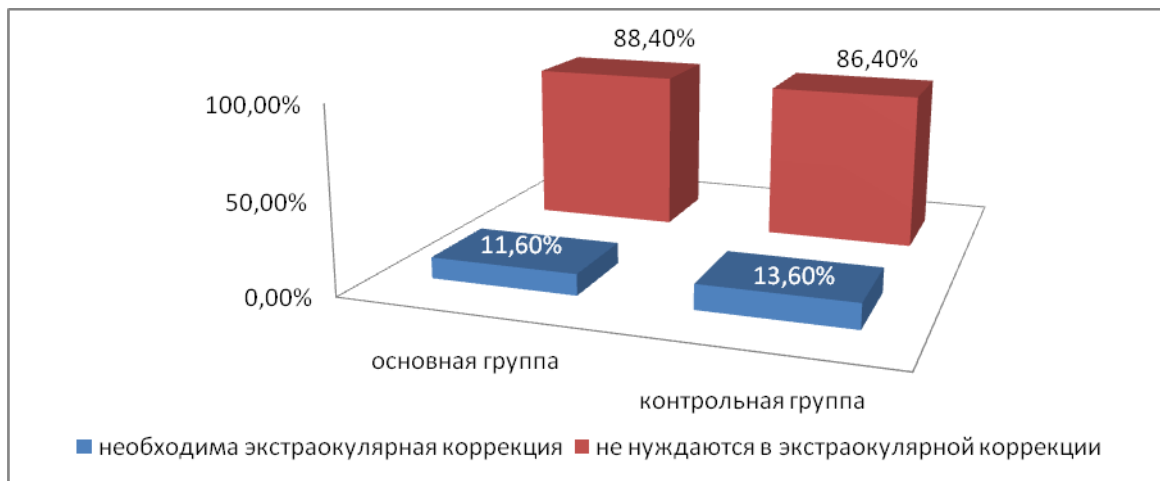


Рисунок 44 – Соотношение пациентов основной и контрольной групп в зависимости от необходимости в послеоперационной экстраокулярной коррекции

Динамику показателей ВГД в группах исследования изучали на 1 – 2 сутки после оперативного вмешательства, через 1 месяц – к моменту окончания медикаментозной терапии и через 3, 6, 12 месяцев.

В основной группе, где была имплантирована сфероцилиндрическая ИОЛ, на 1 – 2 сутки после операции наблюдалось незначительное повышение $\Delta 0,44 \pm 0,32$ мм рт.ст. Далее отмечалась тенденция к постепенному снижению, так через 1, 3, 6 и 12 месяцев оно снизилось ниже исходных значений (рис.45). Разница между показателями ВГД не была статически достоверна ($p > 0,05$).

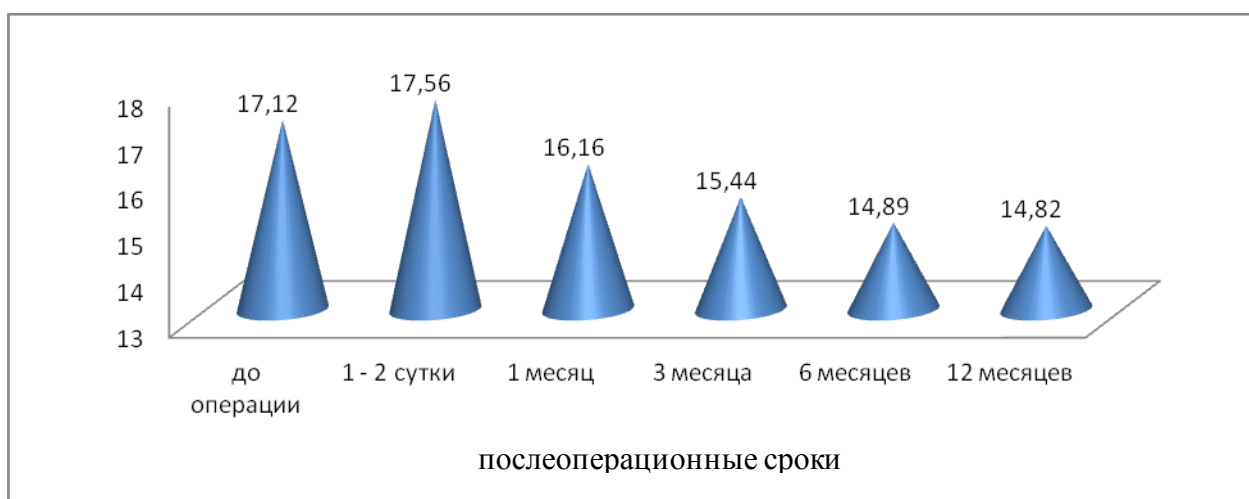


Рисунок 45 – Динамика ВГД у пациентов основной группы в различные сроки наблюдения

В контрольной группе, где была имплантирована сферическая ИОЛ, также сначала отмечалась тенденция к повышению ВГД, на 1 – 2 сутки после хирургического вмешательства, $\Delta 0,2 \pm 0,82$ мм рт.ст., а далее к постепенному снижению: через 1 месяц – $\Delta 1,01 \pm 0,33$ мм рт.ст. 3 месяца – $\Delta 0,62 \pm 0,60$ мм рт.ст., 6 месяцев – $\Delta 0,04 \pm 0,27$ мм рт.ст., 12 месяцев – $\Delta 0,01 \pm 0,18$ мм рт.ст. (рис.46). Разница между значениями ВГД в различные послеоперационные сроки была статистически недостоверна ($p > 0,05$).

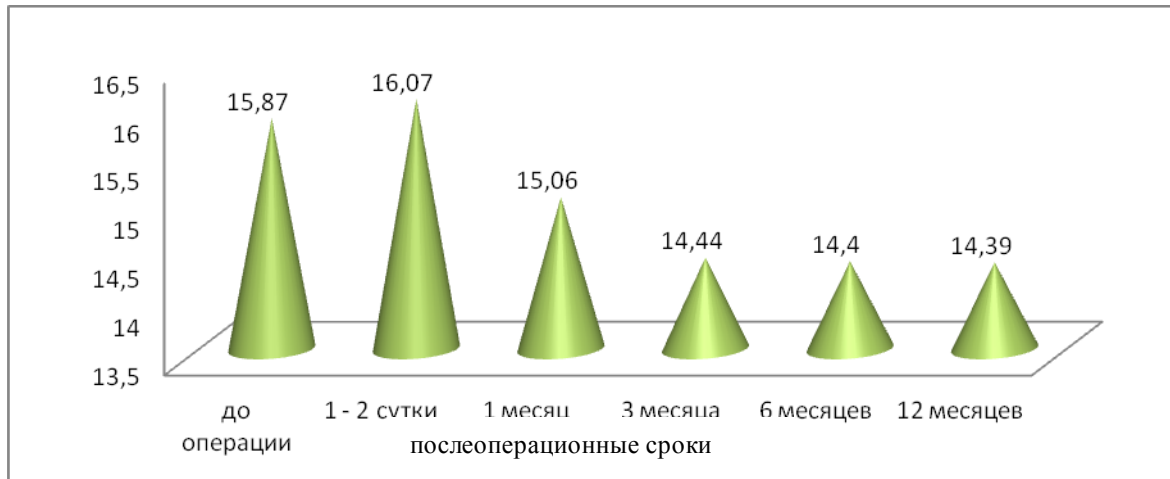


Рисунок 46 – Динамика ВГД в контрольной группе в различные сроки наблюдения

Повышение ВГД на 1 – 2 сутки мы связывали с реакцией цилиарного тела на энергетическое ультразвуковое воздействие, с применением вископротекторов роговицы, в процессе факоэмульсификации, и стероидной терапией в послеоперационном периоде. Снижение ВГД ниже исходных значений могло быть связано с анатомическими изменениями конфигурации угла передней камеры и ретракции корня радужки. При сравнении данных показателей между тремя группами различия были статистически недостоверны. Средние значения показателей ВГД всех групп наблюдения в различные сроки послеоперационного периода отражены в таблице 17.

Таблица 17 – Средние значения ВГД в группах исследования в различные сроки наблюдения ($M \pm \sigma$), мм рт. ст.

Сроки наблюдения	Основная группа (n = 43)	Контрольная группа (n = 44)
до операции	17,12±3,12*	15,87±4,55
1 – 2 сутки после операции	17,56±2,80	16,07±3,73
1 месяц после операции	16,16±3,07	15,06±3,40
3 месяца после операции	15,44±2,68***	14,44±2,80
6 месяцев после перации	14,89±2,56**	14,40±3,07
12 месяцев после операции	14,82±2,51**	14,39±2,89

Примечание М – среднее значение ВГД, σ – среднее квадратичное, n – количество наблюдений в группе, * - статистически значимые различия по отношению к значениям в 6 и 12 месяцев при $p < 0,01$, ** - статистически значимые различия по отношению к значениям на 1 – 2 сутки при $p < 0,05$, *** - статистически значимые различия по отношению к значениям на 1 – 2 сутки при $p < 0,01$

4.3.2. Величина индуцированного астигматизма

Измерение астигматизма, индуцированного хирургическим вмешательством, проводилось путем сравнения послеоперационных данных на 1 – 2 сутки и через 1 месяц относительно предоперационных показателей по данным авторефрактометрии.

В основной группе наибольшее значение индуцированного астигматизма было зафиксировано на 1 – 2 сутки после операции, средняя величина которого была $0,46 \pm 0,12$. К 1 месяцу данная величина уменьшилась в 6,6 раза, в среднем до $0,07 \pm 0,06$ дптр. Разница между данными сроками была статистически значимой ($p < 0,05$). В контрольной группе средняя величина индуцированного астигматизма на 1 – 2 сутки составила $0,47 \pm 0,10$. К первому месяцу данный параметр снизился в 6,7 раза, в среднем до $0,07 \pm 0,05$ ($p < 0,05$). Средние значения индуцированного астигматизма в группах наблюдения отражены в таблице 18.

Таблица 18 – Динамические показатели индуцированного астигматизма в группах исследования ($M \pm \sigma$), дптр

Сроки наблюдения	Группы исследования	
	Основная (n = 43)	Контрольная (n = 44)
Δ на 1 – 2 сутки	$\Delta 0,46 \pm 0,12$	$\Delta 0,47 \pm 0,10$
Δ через 1 месяц	$\Delta 0,07 \pm 0,06^*$	$\Delta 0,07 \pm 0,05^*$

Примечание М – средняя величина индуцированного астигматизма, σ – среднее квадратичное отклонение, n – количество наблюдений в группе, Δ - разница между пред- и послеоперационными значениями, * - статистически значимые различия по отношению к значениям на 1 – 2 сутки при $p < 0,05$

4.3.3. Осложнения хирургического лечения катаракты и роговичного астигматизма

Оперативное вмешательство в обеих группах проходило по намеченному плану без интраоперационных осложнений. В послеоперационном периоде во всех случаях была назначена противовоспалительная терапия, включающая инстилляцию антибиотиков и стероидных препаратов 4 раза в день в течение первой недели, 3 раза в день на второй неделе, 2 раза в день на третьей и 1 раз в день в течение четвертой недели.

Течение раннего послеоперационного периода было ареактивным, доступы адаптированы, отсутствовала наружная фильтрация. Наблюдалась незначительная конъюнктивальная инъекция. Роговица была прозрачная, с зеркальным блеском. Передняя камера углубилась. Радужка структурная, рисунок и цвет неизменен. Зрачок округлый с хорошей реакцией на свет, в пределах медикаментозного мидриаза, рефлекс равномерный, розовый. ИОЛ имела центральную капсульную фиксацию. Изменений в состоянии глазного дна не было выявлено.

В основной группе на 1 глазу (2,3%) отмечали наличие отёка роговицы в области основного доступа и декомпенсацию ВГД, на 2 - х глазах (4,6%) феномен Тиндаля 1 – 2 степени. В контрольной группе на 2 – х глазах (4,5%) отмечался

незначительный отёк роговицы в области основного доступа, на 1 глазу (2,3%)
Феномен Тиндаля 1 – 2 степени и декомпенсация ВГД (таблица 19).

Таблица 19 - Осложнения раннего послеоперационного периода в группах
исследования

Вид реакции	Основная группа (n = 43)		Контрольная группа (n = 44)	
	n	%	n	%
Локальный отёк в области основного доступа	1	2,3	2	4,5
Феномен Тиндаля 1 – 2 степени	2	4,6	1	2,3
Транзиторная гипертензия	1	2,3	1	2,3
Всего	4	9,2	4	9,1

Примечание n – количество наблюдений в группе

Наличие офтальмогипертензии и феномена Тиндаля связывали с реакцией цилиарного тела на ультразвуковое воздействие или с неполным вымыванием вископротектора из передней камеры. Декомпенсация ВГД купирована инстилляциями 1% раствора бринзоламида 2 раза в день, а феномен Тиндаля инъекцией 0,5 мл дексаметазона с 0,1 мл мезатона.

На фоне проведенного консервативного лечения все осложнения были купированы на первые – вторые сутки.

В позднем послеоперационном периоде при осмотре через 1, 3 и 6 месяцев в обеих группах исследования не было выявлено отклонений от стандартного течения послеоперационного периода.

В 12 месяцев 1 пациент (2,9%) контрольной группы при явке на плановый осмотр предъявил жалобы на снижение остроты зрения, появление «пелены»

перед глазом в течение последнего месяца. При осмотре была диагностирована вторичная катаракта (шары Эльшнига – Адамюка) и рекомендована YAG-лазерная дисцизия задней капсулы.

При этом следует отметить, что ни в одном случае использование торического разметчика не привело к развитию эрозии роговицы.

4.3.4. Результаты удовлетворенности пациентов хирургическим вмешательством

Результаты опроса пациентов о степени комфортности в послеоперационном периоде показали, что в основной группе, где имплантировали сфероцилиндрическую ИОЛ, средняя величина удовлетворенности пациентов составила $4,30 \pm 0,74$ баллов, в контрольной группе, где имплантировали сферическую ИОЛ, $4,05 \pm 0,70$ баллов (рис.47).

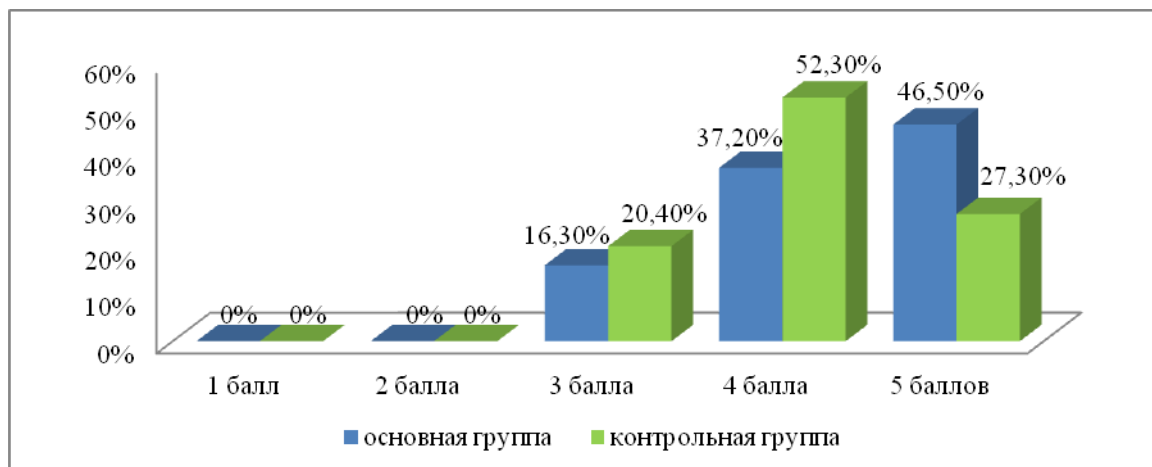


Рисунок 47 – Удовлетворенность пациентов в исследуемых группах (% от общего числа пациентов)

В основной группе преобладала 5 бальная оценка, в контрольной группе 4 бальная. Это связано с тем, что пациенты с врожденной кераторефракционной патологией до операции постоянно применяли экстраокулярную коррекцию, которая была неполной и вызывала абберации.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности, безопасности, предсказуемости и стабильности технологии интраокулярной коррекции астигматизма, что позволяет рекомендовать её для широкого применения в хирургической офтальмологии. Данная технология в 97,7% случаев позволяет полностью коррегировать роговичный астигматизм в ходе микроинвазивной хирургии катаракты, а в 88,4% случаев отказаться от экстраокулярной коррекции, что повышает работоспособность, позволяет получить профессиональную и социальную реабилитацию. Безопасность технологии подтверждается отсутствием интраоперационных и низким процентом (9,2%) послеоперационных осложнений. Стабильность подтверждается неизменными показателями остроты зрения и рефракции в течение всего периода наблюдения (6 - 12 месяцев).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интраокулярная коррекция рефракционных аномалий оптической системы глаза является перспективным и активно развивающимся направлением в офтальмологии [15, 20, 37, 41, 45, 118, 121, 127, 144, 161]. Данная технология заняла свою нишу в структуре рефракционной хирургии благодаря возможности полной одномоментной компенсации роговичного астигматизма непосредственно в ходе оперативного лечения катаракты. Современная конструкция, воплощенная в дизайне линзы, позволяет получить высокий, стабильный, прогнозируемый функциональный результат уже в раннем послеоперационном периоде [11, 36, 40, 73, 88, 108, 136].

Однако, в настоящее время, среди офтальмологов, нет единого мнения относительно ряда вопросов, требующих дальнейшего изучения: достоверности приборов, измеряющих геометрические параметры роговицы, выбора прецизионной методики разметки со стабильным маркировочным следом в ходе хирургического вмешательства и проведение кругового непрерывного капсулорексиса размером 5,0 - 5,5 мм.

Расхождения в данных кератометрических приборов связано с тем, что они основаны на различных принципах работы (отражения и проекции) и производят измерения в различных зонах роговицы. В отражающих топографических системах (кератометрия, кератоскопия) слезная пленка роговицы отражает свет, формируя прямое мнимое изображение на уровне передней капсулы хрусталика[6].

«Золотым стандартом» измерения кривизны роговицы с целью расчета ИОЛ является офтальмометрия (ручной кератометр). Данный метод измеряет переднюю поверхность роговицы в центральной (трехмиллиметровой) зоне, позволяя получить максимальное и минимальное значение. Однако наличие субъективного фактора при проведении исследования снижает ценность метода. В ходе автокератометрии (авторефрактокератометр) измерения и расчеты центральной зоны производятся автоматически, по специальному алгоритму.

Позиции отражающих точек переводятся в диоптрийные величины или миллиметры радиуса кривизны. Ось цилиндра рассчитывается по отклонению рефлексов в сторону от вертикальной или горизонтальной оси [6].

Ряд авторов считают, что необходим более детальный анализ роговицы [46, 47, 74, 139]. Это послужило предпосылками к разработке и внедрению в широкую практику кератоскопии - отражаемым объектом является диск Плачидо, состоящий из множества концентрических колец. В настоящее время в офтальмологической практике используют видеокератоскопию (кератотопограф), при которой отраженное изображение захватывается видеорегистрирующим устройством, подвергается цифровой обработке, а затем компьютерному анализу [6].

В последние годы наметился большой интерес офтальмологов к новому поколению устройств – проекционным топографическим системам, работа которых основана на измерении непосредственно формы спроецированного изображения, чаще всего световой щели. По высоте (элевации) роговичной поверхности над основной плоскостью оценивают показатели радиуса кривизны и оптической силы роговицы [6]. При лазерной интерферометрии (лазерный интерферометр) высота склона роговицы высчитывается из анализа интерференционных паттернов. Принцип щелевой фотографии (шеймпфлюг – камера) основан на сканировании оптического среза роговицы в режиме бокового фокального освещения. Топографическая информация считывается с множества параллельных оптических срезов, что позволяет определять преломляющую силу не только передней, но и задней поверхности роговицы. Данные приборы успешно используются в рефракционной хирургии, однако вопрос об их применении с целью расчетов ИОЛ до сих пор остается спорным [6].

Существующие варианты осевых разметчиков производят маркировку оси имплантации ТИОЛ не в проекции меток линзы [27, 153, 170, 173], не отмечают ориентир капсулорексиса. Кроме того, они используются совместно с красителем, который быстро смывается при орошении роговицы, часто наблюдается передозировка или неравномерное прокрашивание, затрудняющее точное

позиционирование линзы в проекции сильного меридиана роговицы. Именно поэтому все более актуальной становится разметка, не требующая наличия красителя. Ориентация ТИОЛ с помощью видеосистемы требует специального оснащения операционной, что не всем доступно с финансовой точки зрения.

Целью нашего исследования явилась разработка комплекса диагностических и хирургических мероприятий направленных на повышение функциональных результатов микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией торических интраокулярных линз. Для реализации поставленной цели последовательно решались следующие задачи: оценить точность приборов измеряющих геометрические параметры роговицы и выявить наиболее значимую зону измерения для проведения расчетов цилиндрической составляющей оптической системы глаза методом сопоставления полученных данных; разработать метод одномоментной разметки оси имплантации ТИОЛ и ориентира капсулорексиса в центральной зоне роговицы не требующий дополнительной окраски; провести сравнительный анализ точности маркировки нового разработанного нами метода в сравнении с традиционной осевой разметкой в лимбальной зоне роговицы с применением красителя; исследовать ротационную стабильность ТИОЛ в зависимости от дозированного и произвольного выполнения капсулорексиса; оценить эффективность технологии интраокулярной коррекции астигматизма с помощью сфероцилиндрической ИОЛ относительно микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией сферической ИОЛ.

Исследование было разделено на два основных этапа: экспериментальный и клинический.

На первом экспериментальном этапе была впервые предложена и апробирована методика одномоментной разметки оси имплантации ТИОЛ и ориентира капсулорексиса торическим разметчиком, которая локализована в оптической зоне роговицы над маркерами линзы, применяется без красителя, проста в использовании, экономически выгодна. Сконструированный торический разметчик содержит рукоятку и рабочую часть в виде цилиндрического кольца, снабженного диаметрально расположенными клиновидными выступами.

Поверхность выступов, взаимодействующая с роговицей, имеет вогнутую форму с радиусом равным среднему радиусу кривизны роговицы глаза. Нижняя поверхность цилиндрического кольца и клиновидных выступов заострена, за счет чего образуется хорошо видимый в проходящем свете дефект эпителия роговицы, визуализирующийся на протяжении всего оперативного вмешательства. Диаметр кольца лежит в интервале от 5,0 мм до 5,5 мм, так как меньший размер способствует развитию фимоза капсульного мешка, который приводит не только к снижению остроты зрения, но и ограничивает визуализацию периферии глазного дна, затрудняя диагностику и лечение заболеваний сетчатки [112, 182]. Большой диаметр способствует развитию фиброзного процесса и склерозированию капсульного мешка, что приводит к ротации ТИОЛ по часовой стрелке [140]. Выстояние каждого наружного клиновидного выступа относительно центра цилиндрического кольца лежит в интервале от 2,0 мм до 3,0 мм, так как при меньшем размере метки на роговице будут незаметны, а при большем выходить за её пределы, что приведет к деформации ткани конъюнктивы. Апробация инструмента была произведена на примере двух нестандартных клинических случаев: после пересадки роговицы и в условиях узкого зрачка, после перенесенного увеита. В обоих случаях оперативное вмешательство прошло успешно с достижением высоких функциональных результатов. Безопасность инструмента была подтверждена с помощью электронной биомикроскопии на приборе Confoscan фирмы Nidek, Япония и исследования переднего отрезка глаза на когерентном томографе Visante OCT, фирмы Zeiss, Германия (ширина компрессионного следа 0,79 мкм, глубина 36 мкм). Восстановление эпителия происходит в течение первого часа после завершения оперативного вмешательства, что также подтверждено исследованиями на данных приборах.

Таким образом, предложенная новая методика одномоментной разметки оси имплантации и ориентира капсулорексиса торическим разметчиком является безопасной процедурой, с длительно визуализирующимся компрессионным

следом, восстановление эпителия роговицы происходит в течение первого часа после операции.

Клинический раздел включал 108 пациентов (128 глаз) и был разделен на три этапа:

- на первом этапе по данным предоперационного обследования 128 глаз определяли достоверность методов диагностики геометрических параметров роговицы, основанных на различных принципах анализа ее поверхности, и выявляли оптически значимую зону;

- на втором этапе оценивали точность новой методики интраоперационной разметки оси имплантации ТИОЛ. Для этого были сформированы две статистически однородные группы: основная и группа сравнения. Основная группа включала 35 пациентов (43 глаза), которым разметку оси имплантации ТИОЛ проводили по новой, разработанной нами методике с помощью оригинального торического разметчика (патент РФ №127312 от 03.08.2012). Разметку выполняли в центральной зоне роговицы одномоментно с выбором ориентации капсулорексиса без применения красителя. В группу сравнения вошли 32 пациента (41 глаз), которым осевую разметку проводили по традиционной методике в лимбальной зоне роговицы разметчиком Toric Axis Marker (Rhein Medical inc.) с применением красителя. В данные группы включали пациентов с предоперационным регулярным астигматизмом более 1,0 дптр, которым затем имплантировали сфероцилиндрическую ИОЛ Acrysof IQ Toric SN6ATT (Alcon, США);

- на третьем этапе с целью выявления специфических осложнений, связанных с использованием интраокулярной коррекции астигматизма, сравнивали результаты оперативного вмешательства в основной и контрольной группах.

При оценки достоверности измерений приборов наибольшая величина отклонений между измерениями преломляющей силы роговицы отмечалась у АК: в 2,6 раза выше, чем у РК, в 2 раза по отношению к шеймпфлюг - камере в 3 – мм зоне и лазерному интерферометру, в 1,8 раза к средней величине расхождений

видеокератоскопии в 3 – мм и 5 – мм зонах, в 1,5 раза к шеймпфлюг - камере в 5 – мм, 7 – мм зонах и видеокератоскопии в 7 – мм зоне измерения роговицы (р < 0,05) отношению к другим приборам, кроме измерений лазерного интерферометра и шеймпфлюг - камеры в 3 - мм зоне, которые отличались в 1,2 раза (р < 0,05) различия были достоверны (р < 0,05) значения шеймпфлюг - камеры в 5 – мм и 7 – мм зонах по отношению к измерениями видеокератоскопии в 7 – мм зоне (р > 0,05). При сравнении средней величины различий между измерениями оси сильного меридиана роговицы, наибольшая отмечалась у РК, наименьшая у АК. При оценке измерений преломляющей силы роговицы различных приборов относительно данных РК наибольшая величина отклонений была выявлена у видеокератоскопа в 5 – мм зоне, данное значение было в 6 раз выше, чем у шеймпфлюг - камеры во всех зонах измерения (р < 0,05) отношению к лазерному интерферометру (р < 0,05) АК (р < 0,05), и в 3 мм зонах (р < 0,05) отклонений отмечалась у шеймпфлюг - камеры во всех зонах измерения и лазерного интерферометра, статистически значимых различий между данными приборами не было (р > 0,05). Наименьшая величина отклонений оси сильного меридиана роговицы относительно измерений РК отмечалась у шеймпфлюг – камеры во всех зонах измерения. Значительные различия с измерениями РК были зарегистрированы у видеокератоскопа во всех зонах измерения.

Клиническая оценка точности и эффективности применения торического разметчика показала, что локализация разметки в зоне меток ТИОЛ снижает величину отклонения положения линзы относительно расчётной оси до $1,8 \pm 2,1^\circ$, что в 3 раза ниже величины отклонения группы сравнения - $5,02 \pm 3,7^\circ$. Стандартизация капсулорексиса снижает число ротаций линзы на 7% и уменьшает величину девиации ТИОЛ относительно оси имплантации в 2 раза по сравнению с эмпирически выполненным капсулорексисом.

Повышение точности разметки и увеличение ротационной стабильности ТИОЛ отразилось на функциональном результате оперативного вмешательства

следующим образом: в основной группе на 1 – 2 сутки после оперативного вмешательства некоррегированная острота зрения увеличилась в 5,4 раза по отношению к дооперационным значениям и в среднем составила $0,49 \pm 0,24$. Далее наблюдали повышение до $0,59 \pm 0,28$ через 1 месяц и до $0,63 \pm 0,24$ через 3 месяца. При осмотре через 6 месяцев острота зрения без коррекции составила $0,63 \pm 0,28$, а через 12 месяцев $0,63 \pm 0,32$. В группе сравнения на 1 – 2 сутки после операции некоррегированная острота зрения увеличилась в 5,2 раза, среднее значение $0,42 \pm 0,29$. Затем отметили тенденцию к снижению до $0,40 \pm 0,19$ через 1 месяц, $0,38 \pm 0,21$ через 3 месяца, $0,38 \pm 0,20$ через 6 месяцев и $0,38 \pm 0,18$ через 12 месяцев. Различия между группами в некоррегированной остроте зрения через 1, 3, 6 и 12 месяцев были статистически значимы ($p < 0,05$).

Оценка средних величин выраженности субъективной цилиндрической рефракции в различные сроки наблюдения показала, что в основной группе на 1 – 2 сутки она снизилась в 141 раз по отношению к дооперационным значениям ($p < 0,05$) и осталась в группе сравнения субъективная астигматическая коррекция на 1 – 2 сутки после операции снизилась в 46 раз по отношению к дооперационным значениям, а далее наблюдалось увеличение статистически значимое по отношению к основной группе ($p < 0,05$). К 3 месяцу после операции коррекция повысилась в 1,7 раза, к 3 месяцу ещё в 2 раза, далее оставалась неизменной.

Клинические результаты микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией ТИОЛ на глазах с врожденной кераторефракционной патологией и амблиопией были столь же эффективны, как и результаты микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией ИОЛ на глазах с сенильной катаракты. Данное заключение мы сделали по результатам визометрии, показателей ВГД, степени индуцированного астигматизма и уровню удовлетворенности пациентов.

В основной группе, как и в контрольной, на 1 – 2 сутки после оперативного вмешательства некоррегированная острота зрения увеличилась в 5,4 раза по отношению к дооперационным значениям. Далее наблюдалось незначительное

повышение, а к 3 месяцу после операции стабилизация данного показателя. Статистически значимых различий между группами не наблюдали ($p > 0,05$).

Проведенное хирургическое вмешательство позволило в 88,4% случаев основной группы и в 86,4% контрольной группы полностью отказаться от экстраокулярной коррекции.

В обеих группах наибольшее значение индуцированного астигматизма было зафиксировано на 1 – 2 сутки после операции, в основной группе $0,46 \pm 0,12$, в контрольной группе $0,47 \pm 0,10$. К первому месяцу данный параметр снизился в 6,6 раза, в основной группе до $0,07 \pm 0,06$ дптр, в контрольной группе до $0,07 \pm 0,05$ ($p < 0,05$).

Оперативное вмешательство в группах наблюдения проходило по намеченному плану без интраоперационных осложнений. В раннем послеоперационном периоде наблюдались осложнения, которые на фоне проведенного консервативного лечения были купированы на первые – вторые сутки. В основной группе на 1 глазу (2,3%) отмечали наличие отёка роговицы в области основного доступа и декомпенсацию ВГД, на 2 - х глазах (4,6%) феномен Тиндаля 1 – 2 степени. В контрольной группе на 2 – х глазах (4,5%) отмечался незначительный отёк роговицы в области основного доступа, на 1 глазу (2,3%) Феномен Тиндаля 1 – 2 степени и декомпенсация ВГД. В позднем послеоперационном периоде при осмотре через 1, 3 и 6 месяцев в обеих группах не было выявлено отклонений от стандартного течения послеоперационного периода. В 12 месяцев у одного пациента (2,9%) контрольной группы была диагностирована вторичная катаракта (шары Эльшнига – Адамюка) и рекомендована YAG-лазерная дисцизия задней капсулы. При этом следует отметить, что ни в одном случае использование торического разметчика не привело к развитию эрозии роговицы.

Результаты опроса пациентов о степени комфортности в послеоперационном периоде показали, что в основной группе, где имплантировали сфероцилиндрическую ИОЛ, средняя величина удовлетворенности пациентов составила $4,30 \pm 0,74$ баллов, в контрольной группе,

где имплантировали сферическую ИОЛ, $4,05 \pm 0,70$ баллов. В основной группе преобладала 5 бальная оценка (46,5%), в контрольной группе 4 бальная (52,3%). Это связано с тем, что пациенты с врожденной кераторефракционной патологией до операции постоянно применяли экстраокулярную коррекцию, которая была неполной и вызывала абберации.

Таким образом, результаты проведенных клинических исследований, в сопоставлении с данными, изложенными в профессиональной литературе, свидетельствуют о том, что интраокулярная коррекция астигматизма у пациентов, имеющих показания к хирургическому лечению катаракты, является эффективной с высоким прогнозируемым результатом технологией. Предложенная в данной работе методика одномоментной маркировки оси имплантации и ориентира капсулорексиса в оптической зоне роговицы без применения красителя обладает рядом преимуществ, которых нет в других известных методах разметки, а именно:

- проста в использовании;
- локализована в проекции меток ТИОЛ, что значительно повышает точность ориентации линзы в глазу;
- применяется без красителя, что способствует получению длительного маркировочного следа и улучшению визуализации на всех этапах факоэмульсификации;
- одномоментно отмечает ориентир капсулорексиса, что стандартизирует его размер, стабилизируя положение ТИОЛ в капсульном мешке.

ВЫВОДЫ

1. Анализ измерений геометрических параметров роговицы методом сопоставления полученных результатов позволил выявить прецизионность шеймпфлюг – камеры. Данный метод имеет высокую повторяемость измерений преломляющей силы роговицы в 3 – мм зоне (расхождения составили $0,22 \pm 0,16$ дптр), оси сильного меридиана во всех зонах измерения (в 3 – мм зоне $7,54 \pm 6,40^\circ$, в 5 – мм зоне $7,89 \pm 7,08^\circ$, в 7 – мм зоне $8,07 \pm 7,57^\circ$) и минимальные отклонения относительно показателей ручной кератометрии (отклонения в измерениях преломляющей силы роговицы в 3 – мм зоне составили $0,11 \pm 0,13$ дптр, в 5 – мм зоне $0,10 \pm 0,06$ дптр, в 7 – мм зоне $0,11 \pm 0,06$ дптр, оси сильного меридиана в 3 – мм зоне $9,26 \pm 6,89^\circ$, в 5 – мм зоне $9,56 \pm 6,96^\circ$, в 7 – мм зоне $9,40 \pm 6,92^\circ$). Для проведения расчетов цилиндрической составляющей оптической системы глаза значимой является зона измерения в пределах 3 мм, так как имеет минимальную величину расхождений между исследованиями оптической силы роговицы, оси сильного меридиана и относительно данных ручной кератометрии.

2. Разработанный метод одномоментной разметки оси имплантации ТИОЛ и ориентира капсулорексиса с помощью торического разметчика является прецизионным, эффективным и безопасным, оставляет длительный маркировочный след на протяжении всего хирургического вмешательства. Нанесенная разметка за счёт отсутствия красителя позволяет улучшить визуализацию на всех этапах факоэмульсификации и точно расположить ТИОЛ относительно расчетной оси (средняя величина отклонения составляет $1,8 \pm 2,1^\circ$).

3. Применение разработанной методики осевой разметки в центральной зоне роговицы, не требующей дополнительной окраски, в отличие от традиционной маркировки в лимбальной зоне с применением красителя, позволило снизить на 6,7% частоту и в 3 раза уменьшить величину ($p < 0,05$) отклонений цилиндрической оси ТИОЛ от расчетной.

4. Результаты исследования ротационной стабильности ТИОЛ показали, что стандартизация размера капсулорексиса с помощью торического разметчика позволила снизить число ротационных отклонений от оси имплантации на 7% по сравнению с эмпирически выполненным капсулотомическим отверстием. Угол девиации от оси имплантации на глазах с маркировкой торическим разметчиком составил $2,8 \pm 1,36^\circ$, а в группе с применением традиционной методики разметки $6,1 \pm 3,17^\circ$ ($p < 0,05$). Управление вращения ТИОЛ не зависит от формы и размера капсулорексиса и в большинстве случаев происходит по часовой стрелке (в первой основной группе в 95,0% случаев, во второй группе сравнения в 92,7% случаев).

5. Клинические результаты микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией ТИОЛ на глазах с врожденной кераторефракционной патологией и амблиопией были столь же эффективны, как и результаты микроинвазивной хирургии катаракты с имплантацией ИОЛ на глазах с сенильной катаракты (по данным визометрии, показателей ВГД, степени индуцированного астигматизма).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При сочетании катаракты с роговичным астигматизмом целесообразно проведение микроинвазивной энергетической хирургии катаракты с имплантацией ТИОЛ.

2. При расчетах оси имплантации и цилиндрического компонента ТИОЛ следует опираться на измерения шейпфлюг – камеры. В тех случаях, когда измерения в различных оптических зонах роговицы имеют значительные расхождения наиболее целесообразно производить расчет по данным полученным в 3 – х мм зоне.

3. В качестве маркера осевой разметки рекомендуется использование торического разметчика, который одновременно маркирует ось имплантации ТИОЛ и ориентир капсулорексиса в оптической зоне роговицы без применения красителя. Маркировка производится следующим образом: по лимбу устанавливается кольцо Мендеса так чтобы ось 0° - 180° совпадала с горизонтальной осью глаза. Далее после совмещения клиновидных выступов с кольцом в проекции рекомендуемой оси имплантации осуществляется аппланация рабочей части инструмента на поверхность роговицы.

4. Для стандартизации этапа капсулорексиса эффективно производить отметку его ориентира на поверхности роговицы размером 5,0 – 5,5 мм, перед началом операции.

5. При выявлении ротации ТИОЛ после вымывания вискоэластика из капсульного мешка рекомендуется её разворот по часовой стрелке до совмещения меток на поверхности линзы с осью разметки.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АК – автокератометрия;
- ВГД – внутриглазное давление;
- ДЗН – диск зрительного нерва
- дптр – диоптрии;
- ИОЛ – интраокулярная линза;
- ЛАЗИК – лазерный *in situ* кератомилёз;
- ЛЭК – лазерная экстракция катаракты;
- мкм - микрометры
- мл / мин – миллилитров в минуту;
- мм – миллиметры;
- мм рт. ст. – миллиметров ртутного столба;
- РК – ручная кератометрия;
- РЛН – релаксирующие лимбальные насечки;
- ТИОЛ – торическая интраокулярная линза;
- ФРК – фоторефрактивная кератэктомия;
- ФЭК – факоэмульсификация катаракты;
- ГА – Гейдж (Gauge) калибр инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов С.Э. Эффективность аркуатной кератотомии для коррекции различных видов астигматизма после экстракции катаракты / С.Э. Аветисов, В.Р. Мамиконян, А.А. Касьянов // Офтальмология. – 2004. - Т.1 -№1. - С. 30 - 33.
2. Аветисов С.Э. Зависимость астигматизма от разреза и техники герметизации раны при операциях экстракции катаракты / С.Э. Аветисов // Вестник офтальмологии – 1980. - № 5. – С. 43 – 46.
3. Агафонов С. Г. Изменение задней поверхности роговицы после LASIK / С.Г. Агафонов, Е. Н. Пантелеев // Актуальные проблемы офтальмологии: Всероссийская научн. конф. молодых ученых, 6-я: Сб. науч. ст. - М.,2011. – С. 20 – 22.
4. Алиев А–Г.Д. Исследования оптических причин неполной коррегируемости астигматизма / А-Г. Д Алиев // Офтальмология. – 1980. - №1. – С. 34 – 38.
5. Анисимова С.Ю., Шилова Т.Ю., Анисимов С.И., Трубилин В.Н. и др. Метод интраокулярной коррекции астигматизма линзами ACRYSOF TORIC: учебно-методическое пособие. – М. 2009, 18 с.
6. Балашевич Л.И., Качанов А.Б. Клиническая корнеотопография и aberрометрия // Медицина, М. 2008, 167 с.
7. Беликова Е.И. Технология хирургической реабилитации пациентов с пресбиопией: дисс. ... док-ра мед.наук / Е.И. Беликова – М., 2013. – 296 с.
8. Беляев В.С. Операции на роговой оболочке и склере // Медицина, М. 1981, 144 с.
9. Бубнова И.А. Возможности коррекции астигматизма методом LASIK в хирургии катаракты: автореф. дис. ... канд. мед. наук / И. А. Бубнова – М., 2006. - 22 с.
10. Бухний М., Ботт С. Выравнивание торических линз с использованием предоперационных изображений // Патент РФ №2489121 от 13.08.2007.

11. Гимранова Ж. В. Оценка функциональных результатов после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торических интраокулярных линз Acrysof Toric / Ж. В. Гимранова, С. А. Самотеев, А. Г. Казаков, А. В. Воробьева // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии 2011: Научно – практ. конф. с международным участием, 12-я: Сб. науч. ст. – М., 2011. - С. 69 – 73.
12. Егорова Э.В. Оценка состояния капсульного мешка и положения ИОЛ после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ методом ультразвуковой биомикроскопии / Э. В. Егорова, Е. Г. Полянская, Т. А. Морозова, Д. Г. Узунян // Офтальмохирургия. – 2011. - №2. – С. 54 – 58.
13. Иошин И.Э. Результаты биоптической коррекции астигматизма (ЛАСИК + факоэмульсификация) у пациентов с катарактой / И. Э. Иошин, Ю. И. Кишкин, А. А. Оздербаева, А. Л. Пахомова и др. // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2011. - Том 11. - №1. – С. 18 – 23.
14. Карамян А.А. Сравнительные результаты различных вариантов операции LASIK для коррекции высокого астигматизма / А. А. Карамян, А. В. Дога, Д. З. Гаджиева // Федоровские чтения - 2002: Научно-практ. конф., 2-я: Сб. науч. ст. - М., 2002.- С. 154-157.
15. Ковеленова И.В. Клинический опыт имплантации торических асферических ИОЛ / И. В. Ковеленова, С. В. Безик, С. В. Пикуш // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2011: Научно – практ. конф. с международным участием, 12-я: Сб. науч. ст. – М., 2011. – С. 125 – 127.
16. Колесников А.В. Торические ИОЛ Acrysof Torik – эффективность одноэтапной хирургии катаракты и роговичного астигматизма / А. В. Колесников, О. В. Шевякова // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2012: Научно – практ. конф. с международным участием, 13-я: Сб. науч. ст. – М., 2012. – С. 84 – 87.

17. Копаева В.Г. Глазные болезни. Основы офтальмологии // Медицина, М. 2012, 552 с.
18. Кохан В.А. Разметчик // Патент РФ № 94502 от 09.02.2010.
19. Куренков В.В. Современные возможности исследования задней поверхности роговицы с помощью трехмерного топографического сканера Pentacam. Выявление корреляции общей преломляющей силы роговицы с преломляющей силой ее задней поверхности / Куренков В.В., Е.Ю. Косьянова // Офтальмология.– 2005.– Т. 2.– № 3.– С. 17 - 23.
20. Малютина И.С. Рефракционная хирургия катаракты: собственные результаты имплантации торических ИОЛ / И.С. Малютина, Р.Р. Должич, И.В. Бубнов, Е.Г. Харченко, и др. // Съезд офтальмологов России, 9-й: Сб. научн. ст. – М., 2010. – С. 214.
21. Ободов А.В. Оптимизированная методика разметки горизонтальной оси при имплантации торических ИОЛ у детей младшего возраста (клинический случай) / А.В. Ободов, М.И. Шляхтов, А.А. Ободов // Актуальные проблемы офтальмологии: Всероссийской научн. конф. молодых ученых, 7-я: Сб. науч. ст. – М., 2012. – С. 153 – 154.
22. Радзиховский Б.Л. Астигматизм человеческого глаза // Медицина, М. 1969, 196 с.
23. Розенблюм Ю.З. Адаптация к аметропиям и принципы их коррекции: автореф. дис. ... док. мед. наук / Ю.З. Розенблюм. – М., 1976 - 30 с.
24. Сергиенко Н. М. Клиническая рефракция человеческого глаза / Н.М. Сергиенко // Здоровье. – 1975. – С. 30 – 36.
25. Тахчиди Х.П. Передний капсулорексис: история появления, способы выполнения и дозирования (обзор литературы) / Х.П. Тахчиди, В.В. Агафонова, А.А. Верзин, Т.Н. Сиденко // Офтальмохирургия. – 2010. - № 5. – С. 47 – 51.
26. Тахчиди Х.П., Копаева В.Г., Беликов А.В., Копаев С.Ю. Лазерная офтальмологическая многофункциональная система // Патент РФ №2477110

- от 10. 03. 2013.
27. Тахчиди Х.П., Соболев Н.П., Албакова Х.М., Латыпов И.А. Интраоперационный разметчик роговицы // Патент РФ №108295 от 23.03.2011.
 28. Тахчиди Х.П., Соболев Н.П., Албакова Х.М., Латыпов И.А. Предоперационный разметчик горизонтальной оси роговицы // Патент РФ №108962 от 23.03.2011.
 29. Темиров Н.Э. Новый способ разметки горизонтальной оси глаза перед имплантацией торической ИОЛ с помощью горизонтально стабилизированного Nd: YAG – лазера / Н.Э. Темиров, П.Б. Вакарев // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2013: Научно – практ. конф. с международным участием, 14-я: Сб. науч. ст. – М., 2013. – С. 165 – 167.
 30. Федоров С.Н. Имплантация искусственного хрусталика // Медицина, М. 1977, 206 с.
 31. Федоров С.Н. Хирургическая коррекция сложного миопического астигматизма методом передней кератотомии / С.Н. Федоров, В.В. Дурнев // Офтальмология. – 1979. - №4. – С. 210 – 213.
 32. Федяшев Г.А. Оценка ротационной стабильности торических линз «Acrysof Toric» после факоэмульсификации возрастной катаракты / Г.А. Федяшев, В.В. Егоров, А.В. Егорова // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2010: Научно – практ. конф. с международным участием, 11-я: Сб. науч. ст. - М., 2010. - С. 208 – 212.
 33. Фокин В.П., Солодкова Е.Г. Способ имплантации торических интраокулярных линз // Патент РФ №2500368 от 09.11.2012.
 34. Хуснитдинов И.И. Наш опыт имплантации торических интраокулярных линз Rayner T-flex / И.И. Хуснитдинов, М.М. Бикбов, М.Ш. Абсалямов // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии –

- 2010: Научно – практ. конф. с международным участием, 11-я: Сб. науч. ст. – М., 2010. – С. 225 – 227.
35. Чупров А.Д. Результаты имплантации торических интраокулярных линз «Райнер» / А.Д. Чупров, А.А. Замыров, Ю.В. Кудрявцева // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2011: Научно – практ. конф. с международным участием, 12-я: Сб. науч. ст. – М., 2011. - С. 262 – 264.
36. Шантурова М.А. Имплантация торических ИОЛ - эффективный, предсказуемый способ коррекции роговичного астигматизма / М.А. Шантурова, Н.Я. Сенченко // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2011. – №6. – С. 113 – 115.
37. Шилова Т.Ю. Коррекция астигматизма торическими линзами Acrysof Toric® после факоэмульсификации катаракты / Т.Ю. Шилова, С.Ю. Анисимова, С.И. Анисимов // Федоровские чтения – 2009: Научно – практ. конф. с международным участием, 8-я: Сб. науч. ст. – М., 2009. – С. 303.
38. Шоттер Л. Попытка исправления аномалий рефракции путем диатермокоагуляции периферической части роговицы // В кн.: Тр. По медицине №12 Тартуского гос. ин-та. - Вып. 179. – 1965. - С. 216 – 217.
39. Agrawal O. An innovative and simplified technique of axis marking for toric IOL implantation / O. Agrawal // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. – P.
40. Agresta B. Visual acuity improvements after implantation of toric intraocular lenses in cataract patients with astigmatism: A systematic review / B. Agresta, M.C. Knorz, C. Donatti, D. Jackson // BMC Ophthalmol. – 2012. – Vol. 15. - №12 (1) – P. 41.
41. Ahmed I.I. Visual function and patient experience after bilateral implantation of toric intraocular lenses / I.I. Ahmed, G. Rocha, A.R. Slomovic, H. Climenhaga, et al. // J Cataract Refract Surg. – 2010. – Vol. 36. - № 4. – P. 609 - 616.
42. Ahmed I. K. Pentacam: what every cataract surgeon needs ti know / I.K. Ahmed

- // Cataract Refract. Surg. Today. – 2007. - №1. – P. 25 – 26.
43. Akahoshi T. Electronic toric marker / T. Akahoshi // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. – P.
 44. Alberdi T. Rotational stability and visual quality in eyes with Rayner toric intraocular lens implantation / T. Alberdi, B. Macias-Murelaga, L. Bascaran, N. Goni, et al. // J Refract Surg. – 2012. – Vol. 28. - № 10. – P. 696 - 701.
 45. Ale J.B. Refractive and visual outcome of toric intraocular lens implantation following cataract surgery / J.B. Ale, J. Power, K. Zohs, F. Cunningham // Nepal J Ophthalmoljgy. – 2012. – Vol. 4. - № 7. - P. 37 - 44.
 46. Ale Magar J.B. Comparison of the corneal curvatures obtained from three different keratometers / J.B. Ale Magar // Nepal J Ophthalmol. – 2013. – Vol. 5. – № 9. – P. 9 - 15.
 47. Ale Magar J.B. Comparison of automated and partial coherence keratometry and resulting choice of toric IOL / J.B. Ale Magar, F. Cunningham, G. Brian // Optom Vis Sci. – 2013. – Vol. 90. - № 4. – P. 385 - 391.
 48. Alio J.L. Microincision cataract surgery with toric intraocular lens implantation for correcting moderate and high astigmatism: pilot study / J.L. Alio, M.C. Agdeppa, V.C. Pongo, B. El Kady // J Cataract Refract Surg. – 2010. - Vol. 36. - №1. - P. 44 - 52.
 49. Alio J.L. Vector analysis of astigmatic changes after cataract surgery with toric intraocular lens implantation / J.L. Alio, D.P. Pinero, J. Tomas, A. Aleson // J Cataract Refract Surg. – 2011. – Vol. 37. - № 6. - P. 1038 - 1049.
 50. Aryan U. The effect of capsulorhexis size on development of posterior capsule opacification: small (4.5 to 5.0 mm) versus large (6.0 to 7.0 mm) / U. Aryan, A.H. Bilge, K. Karadayi, T. Akin // Eur. J. Ophthalmol. - 2003. - Vol. 13. - № 6. - P. 541 - 545.
 51. Asar R. F. Butterfly radial keratotomy for myopic astigmatism / R.F. Asar // In: Refractive modulation of the cornea. Denison: LAL Publishing. - 1981. - P. 159 – 162.
 52. Balding G. Surgery for high degree of monocular astigmatism / G. Balding // The

- Eye, Ear, Nose and Throat Monthly. - 1949. - № 28. - P. 276 – 283.
53. Bascaran L. Efficacy and stability of AT TORBI 709 M toric IOL / L. Bascaran, J. Mendicute, B. Macias-Murelaga, N. Arbelaitz, et al. // J Refract Surg. – 2013. – Vol. 29. - №3. – P. 194 - 199.
 54. Bauer N.J. Astigmatism management in cataract surgery with the AcrySof toric intraocular lens / N.J. Bauer, N.E. Vries, C.A. Webers, F. Hendrikse, et al. // J Cataract Refract Surg. - 2008. - Vol. 34. - № 9. – P. 1483 - 1488.
 55. Belin Michael W. Reading the Pentacam,s Maps / W. Belin Michael // Cataract Refract. Surg. Today. – 2007. - №1. – P. 16 - 18.
 56. Bores L. American experience with myopia procedure of Fyodorov / L. Bores // In: Keratorefractation. Denison: LAL Publishing. – 1980. - P. 175 – 181.
 57. Buckhurst P.J. Rotational and centration stability of an aspheric intraocular lens with a simulated toric design / P.J. Buckhurst, J.S. Wolffsohn, S.A. Naroo, L.N. Davies // J Cataract Refract Surg. – 2010. – Vol. 36. - № 9. – P. 1523 - 1528.
 58. Burratto L. Posterior capsule rupture / L. Burratto // In: Burratto L., ed. Phacoemulsification: Principles and Techniques. Thorofare, NJ, Slack, 1998. – P. 233 – 250.
 59. Carey P.J. Assessment of toric intraocular lens alignment by a refractive power/corneal analyzer system and slitlamp observation / P.J. Carey, A. Leccisotti, V.E. McGilligan, E.A. Goodall, et al. // J Cataract Refract Surg. – 2010. – Vol. 36. - № 2. – P. 222 - 229.
 60. Carifi G. Oval capsulorhexis and its advantages / G. Carifi // J Cataract Refract. Surg. – 2012. – Vol. 38. - № 1. – P. 184 – 185.
 61. Cervantes - Coste G. High-cylinder acrylic toric intraocular lenses: a case series of eyes with cataracts and large amounts of corneal astigmatism / G. Cervantes – Coste, L. Garcia-Ramirez, E. Mendoza-Schuster, C. Velasco-Barona // J Refract Surg. – 2012. - Vol. 28. - № 4. – P. 302 - 304.
 62. Cha D. New Axis-marking Method for a Toric Intraocular Lens: Mapping Method / D. Cha, S.Y. Kang, S.-H. Kim, J.-S. Song, et al. // J Refract Surg. – 2011. – Vol. 27. - №5. – P. 375 – 379.

63. Chang D.F. Comparative rotational stability of single-piece open-loop acrylic and plate-haptic silicone toric intraocular lenses / D.F. Chang // *J Cataract Refract Surg.* – 2008. – Vol. 34. - № 11. - P. 1842 - 1847.
64. Chang M. Which keratometer is most reliable for correcting astigmatism with toric intraocular lenses? / M. Chang, S.Y. Kang, H.M. Kim // *Korean J Ophthalmol.* – 2012. – Vol. 26. – № 1. – P. 10 - 14.
65. 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.
66. Corbett M.C., Rosen E.S., O'Brart D.P.S. Corneal topography: Principles and applications. BMJ Book, 1999. – 230 p.
67. Correia R.J. Visual performance after toric IOL implantation in patients with corneal astigmatism / R.J. Correia, H. Moreira, S.U. Netto, G.R. Pantaleao // *Arq Bras Oftalmol.* – 2009. – Vol. 72. - № 5. – P. 636 - 640.
68. Cucera A. Intra- and interindividual comparison of corneal refraction measured by IOL-Master vs. corneal topography / A. Cucera, G.K. Lang, H.J. Buchwald // *Klin Monbl Augenheilkd.* – 2008. – Vol. 225. - № 11. – P. 957 - 962.
69. Dardzhikova A. Early experience with the AcrySof toric IOL for the correction of astigmatism in cataract surgery / A. Dardzhikova, C.R. Shah, H.V. Gimbel // *Can J Ophthalmol.* – 2009. – Vol. 44. – № 3. – P. 269 - 273.
70. David J. Apple. Sir Harold Ridley and His Fight For Sight: He Changed the World So That We May Better See It // Thorofare, NJ: SLACK Incorporated; 2007 – P. 316.
71. Debois A. Refractive precision and objective quality of vision after toric lens implantation in cataract surgery / A. Debois, Y. Nochez, C. Bezo, D. Bellicaud, et al. // *J Fr Ophtalmol.* – 2012. – Vol. 35. - № 8. – P. 580 - 586.
72. Devgan U. Axis marking technique optimizes toric IOL centration / U. Devgan // *Ocular Surgery News Europe Edition.* – 2011.– Vol. 22.– № 2.– P. 22.

73. Dong F. Clinical observation of visual quality after implantation of toric intraocular lens / F. Dong, G.Q. Zhao, Q. Wang, Y.N. Ma, et al. // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. – 2011. – Vol. 47. - № 10. – P. 908 - 912.
74. Engren A.L. Anterior chamber depth, intraocular lens position, and refractive outcomes after cataract surgery / A.L. Engren, A. Behndig // *J Cataract Refract Surg*. – 2013. - Vol. 39. - № 4. – P. 572 - 577.
75. Ernest P. Effects of preoperative corneal astigmatism orientation on results with a low-cylinder-power toric intraocular lens / P. Ernest, R. Potvin // *J Cataract Refract Surg*. – 2011. – Vol. 37. - № 4. – P. 727 - 732.
76. Falzon K. Correction of undesirable pseudophakic refractive error with the sulcoflex intraocular lens / K. Falzon, O.G. Stewart // *J Refract Surg*. – 2012. – Vol. 28. - № 9. – P. 614 - 619.
77. Felipe A. Modulation transfer function of a toric intraocular lens: evaluation of the changes produced by rotation and tilt / A. Felipe, J.M. Artigas, A. Díez-Ajenjo, C. García-Domene, et al. // *J Refract Surg*. – 2012. – Vol. 28. - № 5. – P. 335 - 340.
78. Felipe A. Residual astigmatism produced by toric intraocular lens rotation / A. Felipe, J.M. Artigas, A. Díez-Ajenjo, C. García-Domene, et al. // *J Cataract Refract Surg*. – 2011. – Vol. 37. - № 10. – P. 1895 - 1901.
79. Ferreira T.B. Comparison of the visual outcomes and OPD-scan results of AMO Tecnis toric and Alcon Acrysof IQ toric intraocular lenses / T.B. Ferreira, A. Almeida // *J Refract Surg*. - 2012. - Vol. 28. - № 8. - P. 551 - 555.
80. Gaskin J.C.F. Pentacam Keratometric Values Unreliable for IOL Power Calculation After Refractive Surgery / J.C.F. Gaskin, C. Chou, N.J. Charles // *J Refract Surg*. – 2013. - Vol. 29. - № 1. – P. 10.
81. Gayton J.L. Clinical outcomes of complex and uncomplicated cataractous eyes after lens replacement with the AcrySof toric IOL / J.L. Gayton, R.A. Seabolt // *J Refract Surg*. - 2011. - Vol. 27. - № 1. – P. 56 - 62.
82. Gills J. Surgical correction of astigmatism with wedge resection using a Terry

- keratometer / J. Gills// In Keratorefraction. Denison: LAL Publishing, 1980 - P. 27 – 29.
83. Goggin M. Toric Intraocular lens outcome using the manufacturer's prediction of corneal plane equivalent intraocular lens cylinder power / M. Goggin, S. Moore, A. Esterman // Arch Ophthalmol. - 2011. – Vol. 129. - № 8. – P. 1004 - 1008.
 84. Gonen T. Comparison of keratometric data obtained by automated keratometer, Dicon CT 200, Allegro Topolyzer, and Pentacam / T. Gonen, C.B. Cosar, B. Sener, K.H. Keskinbora // J Refract Surg. – 2012. – Vol. 28. - № 8. – P. 557 - 561.
 85. Graether J.M. Simplified system of marking the cornea for a toric intraocular lens / J.M. Graether // J Cataract Refract Surg. – 2009. – Vol. 35. - № 9. – P. 1498 - 1500.
 86. Gundersen K.G. Prospective study of toric IOL outcomes based on the Lenstar LS 900® dual zone automated keratometer / K.G. Gundersen, R. Potvin // BMC Ophthalmol. – 2012. – Vol. 12 – P. 21.
 87. Handzel D. Eye – tracker – assisted intraoperative alignment of toric IOL / D. Handzel, R. Remmel, H. Kaymak, D. Breyer // Congress of the ESCRS, 29th: Abstracts. – Vienna, 2011. – P.
 88. Hill W. Expected effects of surgically induced astigmatism on AcrySof toric intraocular lens results / W. Hill // J Cataract Refract Surg. – 2008. – Vol. 34 - № 3. – P. 364 - 367.
 89. Hill W. Simulation of toric intraocular lens results: manual keratometry versus dual-zone automated keratometry from an integrated biometer / W. Hill, R. Osher, D. Cooke, K. Solomon, et al. // J Cataract Refract Surg. – 2011. - № 37. - P. 2181 - 2187.
 90. Hirschall N. Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens a pilot study / N. Hirschall, S. Maedel, M. Weber, O. Findl // Am J Ophthalmol. - 2014. – Vol. 157. - № 2. – P. 405 - 411.

91. Hirschall N. Using augmented reality to allow intraoperative toric IOL alignment / N. Hirschall, S. Tatzreiter, O. Findl // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. – P.
92. Hoffmann P.C. Results of higher power toric intraocular lens implantation / P.C. Hoffmann, S. Auel, W.W. Hütz // J Cataract Refract Surg. – 2011. - Vol. 37. – № 8. – P. 1411 - 1418.
93. Holladay J.T. Pentacam produces true net power / J.T. Holladay // http://pentacam.com/downloads/studien/oculus_advertorial_51505.pdf.
94. Holland E. The AcrySof Toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism: a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study / E. Holland, S. Lane, J.D. Horn, P. Ernest, et al. // Ophthalmology. – 2010. - Vol. 117. – №11. – P. 2104 - 2111.
95. 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.
96. Jong T. Shape of the anterior cornea: comparison of height data from 4 corneal topographers / T. Jong, M.T. Sheehan, M. Dubbelman, S.A. Koopmans, et al. // J Cataract Refract Surg. - 2013. – Vol. 39. - № 10. - P. 1570 - 1580.
97. Karunaratne N. Comparison of the Pentacam equivalent keratometry reading and IOL Master keratometry measurement in intraocular lens power calculations / N. Karunaratne // Clin Experiment Ophthalmol. – 2013. – Vol. 41. - № 9. - P. 825 - 834.
98. Kawamorita T. Repeatability and reproducibility of corneal curvature measurements using the Pentacam and Keratron topography systems / T. Kawamorita, N. Nakayama, H. Uozato // Refract Surg. – 2009. – Vol. 25. - № 6. – P. 539 - 544.
99. Kim M.H., Chung T.Y., Chung E.S. Long-term efficacy and rotational stability of AcrySof toric intraocular lens implantation in cataract surgery // Korean J Ophthalmol. – 2010. – Vol. 24. - № 4. – P. 207 - 212.

100. Kim S.M. Refractive Predictability of Partial Coherence Interferometry and Factors that can Affect It / S.M. Kim, J. Choi, S. Choi // Korean J Ophthalmol. – 2009. – Vol. 23. – № 1. – P. 6 – 12.
101. Kim S.W. Use of the Pentacam true net corneal power for intraocular lens calculation in eyes after refractive corneal surgery / S.W. Kim, E.K. Kim, B.J. Cho, et al. // J Refract Surg. – 2009. – Vol. 25. - № 3. – P. 285 - 289.
102. Kimura W. Measuring the anterior capsule opening after cataract surgery to assess capsule shrinkage / W. Kimura, S. Yamanishi, T. Kimura, T. Sawada, et al. // J. Cataract Refract. Surg. - 1998. - Vol. 24. - № 9. - P. 1235 - 1238.
103. Kobayakawa S. New degree gauge of marking the cornea for a toric IOL / S. Kobayakawa, T. Tochikubo // Congress of the ESCRS, 29th: Abstracts. – Vienna, 2011. – P.
104. Koch D.D., Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism / D.D. Koch, S.F. Ali, M.P. Weikert, M. Shirayama, et al. // J Cataract Refract Surg. – 2012. – Vol. 38. – P. 2080 - 2087.
105. Kohnen T. Astigmatism measurements for cataract and refractive surgery / T. Kohnen // J Refract Surg. – 2012. – Vol. 38. – № 12. – P. 2065.
106. Kondratenko Y. Method of cornea marking for toric IOL implantation / Y. Kondratenko, T. Khomenko, A. Novytsky // Congress of the ESCRS, 28th: Abstracts. – Paris, 2010. - P.111.
107. Koshy J.J. Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens / J.J. Koshy, Y. Nishi, N. Hirnschall, A. Crnej, et al. // J Cataract Refract Surg. – 2010. - Vol. 36. – № 10. – P. 1665 - 1670.
108. Lane S.S. Comparison of clinical and patient-reported outcomes with bilateral AcrySof toric or spherical control intraocular lenses / S.S. Lane, P. Ernest, K.M. Miller, K.S. Hileman, et al. // J Refract Surg. – 2009. – Vol. 25. - № 10. – P. 899 - 901.
109. Lans L. J. Experimentelle untersuchungen uber entstehung von astigmatismus durch nicht – perforierende corneawunden – Albrecht v. Graefes / L.J. Lans // Arch. Ophthal. – 1898. - Bd.45. - P. 117 – 152.

110. Lee B.W. Agreement Between Pentacam and IOL Master in Patients Undergoing Toric IOL Implantation / B.W. Lee, A. Galor, J. Feuer William, B. Pouyeh, et al. // *J Refract Surg.* – 2013. – Vol. 29. - № 2. – P. 114 - 120.
111. Lee H. Univariate and bivariate polar value analysis of corneal astigmatism measurements obtained with 6 instruments / H. Lee, J.L. Chung, E.K. Kim, B. Sgrignoli, et al. // *J Cataract Refract Surgery.* – 2012. - № 38. - P. 1608 – 1615.
112. Lee J.E. Optic capture in the anterior capsulorhexis during combined cataract and vitreoretinal surgery / J.E. Lee, J.H. Ahn, W.S. Kim, S.Y. Jea // *J Cataract Refract Surg.* – 2010. – Vol. 36. – P. 1449 – 1452.
113. Li J. Short-term observation of Acrysof Toric intraocular lens for correction of preoperative astigmatism in patients having cataract surgery / J. Li, Y.E. Zhao, J.H. Li, F. Huang, et al. // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* – 2010. – Vol. 46. - № 6. – P. 513 - 517.
114. Lichtinger A. Correction of astigmatism after cataract surgery using the light adjustable lens: a 1-year follow-up pilot study / A. Lichtinger, C.A. Sandstedt, D.M. Schwartz, A.S. Chayet // *J Refractive Surg.* – 2011. - Vol. 27. - № 9. – P. 639 - 642.
115. Martín-Serrano Canalejas M.J. Agreement of three keratometers in phakic patients / M.J. Martín-Serrano Canalejas, J.M. Tenías // *Enferm Clin.* – 2012. – Vol. 22. - № 1. – P. 41 - 45.
116. Mazzini C. Visual and refractive outcomes after cataract surgery with implantation of a new toric intraocular lens / C. Mazzini // *Case Rep Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 27. - № 4 (2) – P. 48 - 56.
117. Mendicute J. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients / J. Mendicute, C. Irigoyen, J. Aramberri, A. Ondarra, et al. // *J Cataract Refract Surg.* – 2008. – Vol. 34. - № 4. - P. 601 - 607.
118. Mendicute J. Toric intraocular lens versus opposite clear corneal incisions to correct astigmatism in eyes having cataract surgery / J. Mendicute, C. Irigoyen,

- M. Ruiz, I. Illarramendi, et al. // J Cataract Refract Surg. – 2009. – Vol. 35. - № 3. – P. 451 - 458.
119. Meulen I.J. Contributions of the capsulorrhexis to straylight / I.J. Meulen, L.A. Engelbrecht, T.C. Van Riet, R. Lapid-Gortzak, et al. // Arch Ophthalmol. – 2009. – Vol. 127. - № 10. – P. 1290 - 1295.
120. Michelson Marc A. Corneal elevation, slope, and curvature / A. Michelson Marc // Cataract Refract. Surg. Today. – 2007, January. – P. 21 – 23.
121. Mingo-Botín D. Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery / D. Mingo-Botín, F.J. Muñoz-Negrete, H.R. Won Kim, R. Morcillo-Laiz, et al. // J Cataract Refract Surgery. – 2010. – Vol. 36. - № 10. – P. 1700 - 1708.
122. Modis L. Jr. Keratometry evaluations with the Pentacam high resolution in comparison with the automated keratometry and conventional corneal topography/ L. Jr. Modis, E. Szalai, B. Kolozsvari, G. Nemeth, et al. // Cornea. – 2012. – Vol. 31. - № 1. – P. 36 - 41.
123. Musat O. Refractive stability of artificial lens in Acrysof Toric / O. Musat, U. Ochinciuc, T. Gutu, T.R. Cristescu, et al. // Oftalmologia. – 2012. – Vol. 56. - № 1. – P. 90 - 93.
124. Nagata M. Accurate continuous circular capsulorhexis is important to prevent posterior capsular opacification / M. Nagata, H. Matsushima, T. Senoo // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. – P. 119.
125. Norouzi H. Laser in situ keratomileusis for correction of induced astigmatism from cataract surgery / H. Norouzi, M. Rahmati-Kamel // J Refract Surg. - 2003. - Vol. 19. - P. 416 - 424.
126. Nuijts R. Assessment of errors in marker based toric IOL workflow using an eye – tracking navigation system / R. Nuijts, N. Visser // Congress of the ESCRS, 28th: Abstracts. – Paris, 2010. - P.

127. Olaru G. Toric intraocular lens implantation in cataract patients - 6 months results/ G. Olaru, M. Gavris, I. Horge, N. Marian et al. // *Oftalmologia*. – 2008. – Vol. 52. - № 4. – P. 100 - 104.
128. Osher R. New technology for toric lens alignment: an update / R. Osher // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts . – Milan, 2012. – P.
129. Ouchi M. AcrySof IQ toric IOL implantation combined with limbal relaxing incision during cataract surgery for eyes with astigmatism >2.50 D / M. Ouchi, S. Kinoshita // *J Refract Surg*. – 2011. – Vol. 27 - № 9 – P. 643 - 647.
130. Perez M. Analyzing and tracking preoperative and intraoperative astigmatism / M. Perez // *J Fr Ophtalmol*. – 2012. – Vol. 35. - № 3. – P. 196 - 201.
131. Pershin K.B. Fine tuning excimer laser correction after intraocular lens implantation and corneal transplantation / K.B. Pershin, N.F. Pashinova // *J Refract Surg*. - 2000. - Vol. 16. - P. 257 - 260.
132. Poll J.T., Correction of astigmatism during cataract surgery: toric intraocular lens compared to peripheral corneal relaxing incisions / J.T. Poll, L. Wang, D.D. Koch, M.P. Weikert // *J Refract Surg*. - 2011. - Vol. 27. - № 3. – P. 165 - 171.
133. Popp N. Evaluation of 4 corneal astigmatic marking methods / N. Popp, N. Hirschall, S. Maedel, O. Findl // *J Cataract Refract Surg*. – 2012. – Vol. 38. – P. 2094 – 2099.
134. Popp N. Evaluation of three different cornea marking devices / N. Popp, N. Hirschall, S. Tatzreiter, Y. Chen, et al. // Congress of the ESCRS, 29th: Abstracts. – Vienna, 2011. – P.131
135. Potvin R. Prospective multicenter study of toric IOL outcomes when dual zone automated keratometry is used for astigmatism planning / R. Potvin, K.G. Gundersen, S. Masket, R.H. Osher, et al. // *J Refract Surg*. – 2013. – Vol. 29. - № 12. – P. 804 - 809.
136. Pouyeh B. Surgical and refractive outcomes of cataract surgery with toric intraocular lens implantation at a resident-teaching institution / B. Pouyeh, A. Galor, A.K. Junk, J. Pelletier, et al. // *J Cataract Refract Surgery*. – 2011. – Vol. 37. - № 9 – P. 1623 - 1628.

137. Raviv T. The perfectly sized capsulorhexis / T. Raviv // *J Cataract Refract. Surg.* - 2009. - June. – P. 37 - 41.
138. Read S.A. Corneal topography with Scheimpflug imaging and videokeratography: comparative study of normal eyes / S.A. Read, M.J. Collins, D.R. Iskander, B.A. Davis // *Cataract Refract Surg.* – 2009. – Vol. 35. – № 6. – P. 1072 - 1081.
139. Reuland M.S. Corneal radii and anterior chamber depth measurements using the IOLmaster versus the Pentacam / M.S. Reuland, A.J. Reuland, Y. Nishi, G.U. Auffarth // *J Refract Surg.* – 2007. – Vol. 23. - № 4. – P. 368 - 373.
140. Rozema J.J. Changes in rotation after implantation of a bag-in-the-lens intraocular lens / J.J. Rozema, L. Gobin, K. Verbruggen, M.J. Tassignon // *J Cataract Refract Surg.* – 2009. – Vol. 35. – № 8. – P. 1385 - 1388.
141. Ruíz-Mesa R. Refractive lens exchange with foldable toric intraocular lens / R. Ruíz-Mesa, D. Carrasco-Sánchez, S.B. Díaz-Alvarez, M.A. Ruíz-Mateos, et al. // *Am J Ophthalmol.* - 2009. – Vol. 147. - № 6. – P. 990 - 996.
142. Saad E. Scheimpflug corneal power measurements for intraocular lens power calculation in cataract surgery / E. Saad, M.C. Shamma, H.J. Shamma // *Am J Ophthalmol.* – 2013. – Vol. 156. - № 3. – P. 460 - 467.
143. Salgado- Gomez E. Traitement de la myopie axiale degenerative par la resection sclerale / E. Salgado- Gomez // *Ann. d'Oculist.* – 1956. - Vol. 189. - № 2. - P. 217 – 226.
144. Sasaki H. Effects of the toric intraocular lens on correction of preexisting corneal astigmatism / H. Sasaki, M. Yoshida, S. Manabe, K. Yoshimura, et al. // *J Ophthalmology.* – 2012. – Vol. 56. - № 5. – P. 445 - 452.
145. Sato T. Posterior haft – incision of cornea for astigmatism / T. Sato // *Am. J. Ophthal.* – 1953. - Vol. 36. - № 4. - P. 462 – 466.
146. Sato T. Posterior incision of cornea / T. Sato // *Am. J. Ophthal.* – 1950. - Vol. 33. - № 6. - P. 943 – 948.

147. Savini G. Accuracy of Scheimpflug corneal power measurements for intraocular lens power calculation / G. Savini, P. Barboni, M. Carbonelli, K.J. Hoffer // *J Cataract Refract Surg.* – 2009. – Vol. 35. - № 7. – P. 1193 - 1197.
148. Savini G. Agreement between Pentacam and videokeratography in corneal power assessment / G. Savini, P. Barboni, M. Carbonelli, K.J. Hoffer // *J Refract Surg.* – 2009. – Vol. 25. - № 6. – P. 534 - 538.
149. Savini G. Comparison of methods to measure corneal power for intraocular lens power calculation using a rotating Scheimpflug camera / G. Savini, P. Barboni, M. Carbonelli, K.J. Hoffer // *J Cataract Refract Surg.* – 2013. – Vol. 39. - № 4. – P. 598 - 604.
150. 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.
151. Shamma H.J. Scheimpflug photography keratometry readings for routine intraocular lens power calculation / H.J. Shamma, K.J. Hoffer, M.C. Shamma // *J Cataract Refract Surg.* – 2009. – Vol. 35. - № 2. – P. 330 - 334.
152. Shepard D. RK Techniques in Pseudophakes Cited / D. Shepard // *IOL ocular surgery new.* – 1983. - Vol. 1. - № 16. - P. 1 – 3.
153. Shimoda G. Refractive results on 418 eyes following implantation of toric lens using manual marker / G. Shimoda, T. Shimoda, G. Shimoda, P. Junqueira, et al. // *Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts.* – Milan, 2012. – P.
154. Shirayama M. Comparison of accuracy of intraocular lens calculations using automated keratometry, a Placido-based corneal topographer, and a combined Placido-based and dual Scheimpflug corneal topographer / M. Shirayama, L. Wang, D.D. Koch, M.P. Weikert // *Cornea.* – 2010. – Vol. 29. - № 10. – P. 1136 - 1138.

155. Shirayama M. Comparison of corneal powers obtained from 4 different devices / M.C. Shirayama, L. Wang, M.P. Weikert, D.D. Koch // *Am J Ophthalmol.* – 2009. – Vol. 148. - № 4. – P. 528 - 535.
156. Shroff N. Comparison of two different methods of pre – operative marking for toric IOL implantation: bubble marker versus pendulum marker / N. Shroff, R. Dutta, A. Koul, G. Singh // *Congress of the ESCRS, 29th: Abstracts.* – Vienna, 2011. – P.
157. Singh K. Oval capsulorhexis for phacoemulsification in posterior polar cataract with preexisting posterior capsule rupture / K. Singh, V. Mittal, H. Kaur // *J Cataract Refract Surg.* – 2011. – Vol. 37. – P. 1183 – 1188.
158. Smejkal V. Rohavkovy astigmatismus a jizva / V. Smejkal // *Ceskoslovenska oftalmologie.* – 1966. - Vol. 22. - № 3. - P. 192 – 195.
159. Srivannaboon S. Comparison of corneal astigmatism and axis location in cataract patients measured by total corneal power, automated keratometry, and simulated keratometry / S. Srivannaboon, C. Chirapapaisan, P. Chonpimai // *J Cataract Refract Surg.* – 2012. – Vol. 38. – № 12. – P. 2088 - 2093.
160. Stefan C. Refractive stability of artificial crystallins--acrysof toric / C. Stefan, M. Zemba, O. Muşat, A. Pop, et al. // *Oftalmologia.* – 2010. – Vol. 54. - № 4. – P. 120 - 123.
161. Sun X. Y. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes / X.Y. Sun, D. Vicary, P. Montgomery, M. Griffiths // *Ophthalmology.* – 2000. – Vol. 107. - № 9. – P. 1776 – 1781.
162. Swiątek B. Results of the AcrySof Toric intraocular lenses implantation / B. Swiątek, K. Michalska-Malecka, M. Dorecka, D. Romaniuk, et al. // *Med Sci Monit.* – 2012. – Vol. 18. – № 1. – P. 11 - 14.
163. Symes R.J. Scheimpflug keratometry versus conventional automated keratometry in routine cataract surgery / R.J. Symes, M.J. Say, P.G. Ursell // *J Cataract Refract Surg.* - 2010. – Vol. 36. - №7. – P. 1107 – 1114.

164. Tak H. Comparison of sequential 2 stage vs single stage 5 mm capsulorhexis in intumescent cataracts / H. Tak // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. - P. 124.
165. Tang Q. Accuracy of Scheimpflug Holladay equivalent keratometry readings after corneal refractive surgery / Q. Tang, K.J. Hoffer, M.D. Olson, K.M. Miller // J Cataract Refract Surg. - 2009. – Vol. 35. – P. 1198 - 1203.
166. Tassignon M.J. Ring-shaped caliper for better anterior capsulorhexis sizing and centration / M.J. Tassignon, J.J. Rozema, L. Gobin // J Cataract Refract. Surg. - 2006. - Vol. 32. - № 8. - P. 1253 - 1255.
167. Tian F. Clinical study of foldable toric intraocular lens implantation for corneal astigmatism correction / F. Tian, H. Zhang, J. Sun, S.C. Bu, et al. // Zhonghua Yan Ke Za Zhi. - 2009. - Vol. 45. - № 9. – P. 814 - 817.
168. Tran D. Intraoperative power selection and axis orientation of toric IOL using a real time wavefront aberrometer / D. Tran, S. Tran // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. – P.165.
169. Troutman R. C. Control of corneal astigmatism in cataract and corneal surgery / R.C. Troutman // Trans. Pacific Coast Oto – Ophthal. Soc. – 1970. - Vol. 51. - P. 217 - 231.
170. Tsinopoulos I.T., Intra-operative assessment of toric intra-ocular lens implantation / I.T. Tsinopoulos, C. Symeonidis, K.T. Tsaousis, D. Tsakpinis, et al. // Indian J Ophthalmol. – 2011. – Vol. 59. – № 1. – P. 60 – 62.
171. Tsinopoulos I.T. Acrylic toric intraocular lens implantation: a single center experience concerning clinical outcomes and postoperative rotation / I.T. Tsinopoulos, K.T. Tsaousis, D. Tsakpinis, N.G. Ziakas, et al. // Clin Ophthalmol. – 2010. – Vol. 24. – №4. – P. 137 - 142.
172. Vickovic I.P. Toric intraocular lens implantation for astigmatism correction in cataract surgery / I.P. Vickovic, V.L. Loncar, Z. Mandic, R. Ivekovic, et al. // Acta Clin Croat. – 2012. – Vol. 51. – № 2. – P. 293 - 297.

173. Visser N. Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery / N. Visser, T. Berendschot, N.J.C. Bauer, J.J.O. Kersting, et al. // *J Cataract Refract Surg.* – 2011. – Vol. 37. – P. 1394 - 1402.
174. Visser N. Vector analysis of corneal and refractive astigmatism changes following toric pseudophakic and toric phakic IOL implantation / N. Visser, T.T. Berendschot, N.J. Bauer, R.M. Nuijts // *Invest Ophthalmol Vis Sci.* – 2012. – Vol. 6. - № 53. - P. 1865 - 1873.
175. Visser N. Cataract surgery with toric intraocular lens implantation in patients with high corneal astigmatism / N. Visser, R. Ruíz-Mesa, F. Pastor, N.J. Bauer, et al. // *J Cataract Refract Surg.* – 2011. – Vol. 37. – № 8. – P. 1403 - 1410.
176. Viteri E. Using the Pentacam calculation / E. Viteri // http://pentacam.com/downloads/studien/issue_3_2008english.pdf.
177. 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.
178. Weinand F. et al. Rotation stability of a single – piece hydrophobic acrylic intraocular lens: new method for high – precision rotation control / F. Weinand, et al. // *J Cataract Refract. Surg.* – 2007. – Vol. 33. - № 5. – P. 800 – 803.
179. Woodhams Trevor J. Pentacam for the refractive IOL surgeon / J. Woodhams Trevor // *Cataract Refract. Surg. Today.*– 2007, January. – P.23 – 25.
180. Xu L. Comparison of clear corneal on-axis and temporal incisions for Acrysof Toric intraocular lens implantation / L. Xu, D.Y. Zheng, L.X. Luo, Y. Lin, et al. // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* – 2010. – Vol. 46. - № 3. – P. 243 – 248.
181. Yong Park C. Predicting postoperative astigmatism using Scheimpflug keratometry (Pentacam) and automated keratometry (IOLMaster) / C. Yong Park, J.R. Do, R.S. Chuck // *Curr Eye Res.* – 2012. – Vol. 37. – № 12. – P. 1091 - 1098.

182. Zambarakji H.J. Capsulorhexis phymosis following uncomplicated phacoemulsification surgery / H.J. Zambarakji, S. Rauz, A. Reynolds, N. Joshi, et al. // Eye. - 1997. - 11 (Pt. 5). - P. 635 - 638.
183. Zarranz-Ventura J. Acrysof toric intraocular lens implantation in cataract surgery / J. Zarranz-Ventura, J. Moreno-Montañés, Y. Caire, J. González-Jáuregui, et al. // Arch Soc Esp Oftalmol. - 2010. – Vol. 85. - № 8. – P. 274 - 277.
184. Zhao L. Comparative results of corneal curvature measurements with three different keratometers after radial keratotomy / L. Zhao, L. Zhang, Y.L. Wang, W. Wang, Y. Yan // Chin Med J (Engl). – 2011. – Vol. 124. - № 24. – P. 4260 - 4263.