

Санкт-Петербургский государственный университет
Медицинский факультет
Кафедра оториноларингологии и офтальмологии

Допускается к защите
Заведующий кафедрой
д.м.н., проф. Накатис Я.А.
« » _____

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

НА ТЕМУ: Изучение влияния параметров преломляющих сред и угла
Каппа на точность расчёта интраокулярных линз

Выполнил студент
*Кейер Фёдор
Николаевич
603 группы*

Научный руководитель
*к.м.н., доц. Пирогов Юрий
Иванович*

Санкт-Петербург
2016 год

Оглавление

Оглавление.....	2
Перечень условных обозначений и символов:.....	4
Введение.....	5
Глава 1. Обзор литературы.....	9
1.1 Виды ИОЛ.....	9
1.2 Формулы расчёта оптической силы ИОЛ.....	12
1.3 Угол Каппа.....	19
1.4 Ошибки при расчете силы ИОЛ.....	20
Глава 2. Материалы и методы исследования.....	22
Глава 3. Результаты собственных исследований.....	27
3.1. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза в группах, выделенных по величине ошибки расчёта ИОЛ.....	27
3.2. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по оптической силе роговицы.....	35
3.3. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине горизонтального диаметра роговицы.....	41
3.4. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине ПЗО.....	48
3.5. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине угла Каппа.....	55
3.6 Результаты сравнительной оценки частоты ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по значениям квадрантов угла Каппа.....	62

3.7. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине суммы значений ГПК и толщины хрусталика.....	64
3.8. Сравнение точности расчёта ИОЛ по формуле SRK/T и по формуле SRK/T в модификации (с применением поправок).....	72
Заключение.....	73
Выводы.....	76
Список литературы.....	77

Перечень условных обозначений и символов:

Rave - авторефкератометрия

ГПК – глубина передней камеры

Дптр (Д), (D) – диоптрия

ИОЛ – интраокулярная линза

ПЗО – длина передне-задней оси глаза

ТХ – толщина хрусталика

ФЭК – факоэмульсификация катаракты

W-t-W (white-to-white) – горизонтальный диаметр роговицы

Введение

Актуальность проблемы

Катаракта — заболевание глаза, частичное или полное помутнение вещества, или капсулы хрусталика, приводящее к снижению остроты зрения, вплоть до его утраты [60].

Эпидемиология:

Катаракта — наиболее частая причина обратимой слепоты как в развитых, так и в развивающихся странах. По данным Всемирной Организации Здравоохранения из 45 миллионов незрячих и 135 миллионов слабовидящих больные катарактой составляют 16% (более 25 миллионов больных). В развитых странах распространенность катаракты среди людей старше 50 лет составляет примерно 15%, в развивающихся странах распространенность помутнений хрусталика достигает почти 40%. Общий показатель распространенности катаракты в Российской Федерации составляет 3,36% для городского населения и 3,63% - для сельского, распространенность катаракты в РФ по критерию обращаемости составляет 1201,5 на 100 тыс. населения, а абсолютное число людей, страдающих этим заболеванием, превышает 1,7 млн. Причём старческая катаракта отмечается почти в 90% всех случаев. Это заболевание диагностируют у 60-90% людей, достигших 60-летнего возраста, а 14% лиц старше 60 лет имеют инвалидность вследствие помутнения хрусталика [56,57].

По данным ВОЗ пациенты с катарактой составляют до трети лиц, госпитализируемых в глазные стационары, на их долю приходится 42% всех операций, выполняемых офтальмохирургами, но, несмотря на все усилия офтальмологов, число больных катарактой возрастает, и к 2025 году может достигать до 40 млн. больных. В нозологической структуре первичной инвалидности вследствие глазной заболеваемости больные

катарактой занимают третье место (18,9%) после больных с последствиями травм органа зрения (22,8%) и глаукомой (21,6%) [61].

Как видно из приведённой выше статистики лечение катаракты является актуальной проблемой для врачей-офтальмологов всего мира. На сегодняшний день консервативное лечение катаракты считается малоэффективным и применяется преимущественно на начальных стадиях заболевания для предотвращения быстрого помутнения всего вещества хрусталика. Оперативное лечение показано, если катаракта вызывает снижение зрения до 0,4 и ниже. У людей трудоспособного возраста катаракту возможно оперировать на более ранних сроках [60].

На современном этапе развития в офтальмологии достигнуты большие успехи в микрохирургии катаракты и интраокулярной коррекции афакии [41]. Согласно стандартам ВОЗ, операция по удалению катаракты признана единственной полностью реабилитирующей операцией [47]. Самый современный метод на сегодняшний день, который широко применяется в мировой практике – метод ультразвуковой факоэмульсификации катаракты (ФЭК). Благодаря улучшению техники операции и совершенствованию интраокулярных линз (ИОЛ) произошло существенное снижение риска возникновения интраоперационных и послеоперационных осложнений [42]. Современный уровень развития офтальмологии позволяет также добиваться высокой точности совпадения результата операции с желаемой рефракцией [39]. С этой целью создаются новые формулы расчёта оптической силы интраокулярных линз, новые модели ИОЛ, обращается внимание на влияние различных характеристик глазного яблока на точность расчёта ИОЛ, используются малотравматичные технологии, преимуществом которых является малая величина разреза, его самогерметизация, внутрикапсулярная фиксация интраокулярных линз, сокращение сроков реабилитации пациентов и возможность выполнения операции как в стационарных, так и в амбулаторных условиях.

Тем не менее, неправильный расчёт оптической силы ИОЛ может

значительно ухудшить результат первоклассно проведённой операции и привести к неудовлетворительным результатам в плане получения максимальной остроты зрения пациента. Особенно сложным является расчет ИОЛ у пациентов после ранее перенесенных кераторефракционных операций (РК, ЛАСИК, ФРК) [21,34]. Стандарты Британской Национальной службы Здравоохранения (British National Health Service) от 2009 года указывают, что отклонение полученной рефракции от рефракции цели после факоэмульсификации на глазах с интактной роговицей должно быть $\pm 0,5$ D в 55% и $\pm 1,0$ D в 85% случаев.

Точность подбора ИОЛ зависит от нескольких факторов:

1. Точности диагностики биометрических параметров глаза до операции, таких как: переднезадняя ось глаза (ПЗО), глубина передней камеры глаза, толщина хрусталика, горизонтальный диаметр роговицы, диаметр зрачка, угол Каппа и др.;
2. Точности формул для расчёта оптической силы ИОЛ;
3. Точности контроля качества и силы ИОЛ производителем [3].

Несмотря на достижения современной офтальмологии (в том числе развитие методов расчёта силы интраокулярных линз), требуется дальнейшее повышение точности определения оптической силы ИОЛ. Это является актуальной задачей для офтальмологов всего мира, решение которой продолжает обсуждаться в современных исследованиях [49,59].

В данной работе затрагивается тема, до сих пор мало освещённая в офтальмологии: влияние угла Каппа на точность расчёта ИОЛ.

Цель работы:

Выяснить степень влияния различных биометрических параметров глаза, в том числе угла Каппа на точность расчёта интраокулярной линзы при факоэмульсификации катаракты.

Задачи:

- 1) Исследовать степень взаимосвязи оптических и биометрических параметров глаза с величиной угла Каппа.

- 2) Изучить влияние биометрических параметров глаза, в том числе угла Каппа на ошибку расчёта по формуле SRK/T в модификации.
- 3) Сравнить точность расчета силы интраокулярных линз, выполняемой по формуле SRK/T и по формуле SRK/T в модификации.

Практическая значимость

Определение влияния биометрических параметров глаза, в том числе угла Каппа на ошибку расчёта интраокулярных линз при факоэмульсификации у больных катарактой, учёт которых позволит в дальнейшем повысить точность подбора ИОЛ и получить желаемый послеоперационный рефракционный результат.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Виды ИОЛ

1. Первым успешно провёл операцию по замене хрусталика интраокулярной линзой Сэр Гарольд Ридли 29 ноября 1949 года (Ophthalmol, J. "Sir Harold Ridley's vision"). С этого момента начался процесс усовершенствования методики замены хрусталика и улучшения качества имплантируемых линз. В 1950-е годы большинство переднекамерных ИОЛ, предложенных Sir H. Ridley, J Barraquer и другими авторами вызывали рецессию угла передней

камеры, атрофию радужки и развитие синдрома Эллингсона (глаукома, увеит, гифема) вследствие контакта жёстких опорных элементов с задней поверхностью роговицы и механического давления гаптических элементов линзы на структуры передней камеры [65]. Интраокулярные линзы не находили широкого применения до 1970-х годов, пока развитие хирургических методов и моделей ИОЛ не достигло необходимого уровня. С появлением метода факоэмульсификации в 1967 году, разработанного Чарльзом Келманом [5] возросли возможности катарактальной хирургии, а в след за ними и требования к функциональным результатам, срокам реабилитации пациентов [39]. Для достижения этого с целью получения максимальной остроты зрения и комфорта пациента подбор интраокулярной линзы имеет важное значение. Развитие инновационных технологий в офтальмохирургии привело к появлению высококачественных интраокулярных линз, отвечающих требованиям сегодняшнего дня [48].

Все современные линзы имеют свои плюсы и минусы, «единой лучшей линзы» не существует. Хирурги должны иметь в своём распоряжении достаточное количество видов ИОЛ не только для рутинных операций, но и для преодоления непредвиденных ситуаций. При выборе ИОЛ нужно руководствоваться следующими их характеристиками:

1. **Размер разреза.** Обычно при факоэмульсификации он составляет 2,2-2,5 мм, но может быть уменьшен до 1,8 мм.);
2. **Место фиксации.** Интраокулярные линзы могут быть фиксированы к капсуле хрусталика, ресничной борозде, к склере, к радужке. Могут быть поддерживаемыми углом передней камеры;
3. **Общая форма** (моноблочные линзы, многокомпонентные с 2, 3, 4, 6 фиксирующими элементами);
4. **Общая длина.** Современные линзы имеют размер 10-13мм;
5. **Цвет оптики:** прозрачные линзы и линзы с фильтрами;
6. **Конструкция оптики:** сферические, асферические линзы, монофокальные, мультифокальные, торические, аккомодационные;

7. **Способ введения:** инъеклируемые и неинъеклируемые;
8. **Диаметр оптической части линзы:** 5-7 мм;
9. **Материал для изготовления ИОЛ:** ригидный (полиметилметакрилат), гибкий (силикон), складываемый (гидрофобный, гидрофильный акрил), колламер;

10. **Функциональные способности.** Стандартные линзы - монофокальные и фиксированные в глазу, но существуют модификации, дающие дополнительную функциональность.

10.1. Для коррекции пресбиопии используют бифокальные/мультифокальные линзы, позволяющие фокусировать зрение на объектах на разных расстояниях. Отрицательной чертой таких линз является риск появления дисфотопсии. Также для коррекции пресбиопии могут использоваться линзы с подвижной гаптической частью, позволяющей менять фокусное расстояние – аккомодационные линзы. Такие линзы не приводят к появлению дисфотопсий, но их механизм действия не совершенен [28]. Аккомодирующие линзы обладают худшими характеристиками по фокусировке на близкое расстояние по сравнению с мультифокальными линзами, но считается, что такие линзы лучше на средних и дальних расстояниях [7]. Тем не менее, аккомодирующие ИОЛ не обеспечивают такого диапазона фокусировки, как мультифокальные, что может привести к необходимости дополнительного использования очков для чтения [22].

10.2. Для коррекции роговичного астигматизма могут использоваться торические ИОЛ, обладающие большей силой преломления в определённых областях [37].

10.3. Хрусталик человека с возрастом желтеет, отфильтровывая лучи синей части спектра, тем самым защищая сетчатку глаза от неблагоприятного влияния синего света [23]. При замене помутневшего хрусталика на прозрачную ИОЛ у пожилого человека повышается уровень попадающего на сетчатку синего света, что приводит к риску развития возрастной дегенерации макулы [8]. Современные линзы с жёлтым

фильтром по пропусканию света соответствуют возрастной норме человека зрелого возраста, что обеспечивает имитацию природного механизма защиты сетчатки от неблагоприятного влияния коротковолновой части синего света [26,38].

10.4. Также одной из проблем, решаемых офтальмохирургом при замене хрусталика, является присутствие сферических аберраций, обусловленных тем, что лучи, проходящие через центральную зону оптической системы глаза преломляются меньше, чем лучи, проходящие через его периферию. Сферические аберрации могут являться одной из причин снижения контрастной чувствительности. Для исправления этой ситуации и улучшения контрастной чувствительности глаза предназначены асферические интраокулярные линзы, имеющие специальную вытянутую форму передней поверхности, генерирующую первичные отрицательные сферические аберрации, которые в свою очередь нейтрализуют положительные аберрации роговицы. Некоторые авторы оспаривают положительное влияние на контрастную чувствительность и сферические аберрации асферических линз [27,24].

Имплантация интраокулярной линзы является оптимальным методом коррекции афакии. В большинстве случаев соответствующая модель ИОЛ помещается в капсульный мешок [9]. При подборе интраокулярной линзы и определении целевой рефракции хирург должен учитывать и индивидуальные пожелания и потребности пациента [6]. Ассортимент моделей ИОЛ, имеющийся на сегодняшний день, может удовлетворить практически любого больного.

1.2 Формулы расчёта оптической силы ИОЛ

Анатомо-оптические параметры глаза очень переменчивы, это в полной мере касается хрусталика. Для получения ориентировочных данных о положении и величине изображения на сетчатке глаза, используется модель Гульштранда, созданная в 1909 г., включающая ряд усредненных

параметров, среди которых – хрусталик, сила которого составляет 19,11D [63]. В 1947 году Е.Ж.Трон указал, что средняя оптическая сила хрусталика равна 20,38 дптр, а крайние значения составляют 12,9 и 33,8 дптр. При имплантации ИОЛ с оптической силой 20 D в некотором проценте случаев возможно достижение эметропии глаза, но есть шанс отклонения от идеального зрения в сторону гиперметропии и миопии до 6 D и более [51]. С распространением техники замены хрусталика на ИОЛ точный расчёт оптической силы интраокулярной линзы становится одним из важнейших факторов, влияющих на максимальную остроту зрения после имплантации.

В течение всей истории развития методов расчёта интраокулярной линзы, начавшейся с классической работы Федорова С.Н., Ивашиной А.И. [64] продолжается обсуждение вопросов неудовлетворительной точности определения оптической силы ИОЛ и поиск оптимального пути решения этой проблемы.

За всю историю развития технологий катарактальной хирургии с 60-х гг. XX в. было создано несколько поколений формул расчёта оптической силы интраокулярных линз. По классификации Holladay выделяется 3 основные поколения этих формул:

1. «Точные оптические» и линейные регрессионные (Федоров-Колинко, Binkhorst, Colebrander и др.);
2. Оптические формулы с уточняющими параметрами (Binkhorst-II, Hoffer и др.) и нелинейные регрессионные формулы (SRK II, Donzis-Kastl-Gordon и др.);
3. Формулы с вычислением персонифицированного фактора для конкретного типа линзы (Holladay, SRK/T и др.) [66].

Формулы первого поколения (Федоров- Колинко, Binkhorst, Colebrander и др.) были названы «точными оптическими», так как они были выведены из

условия фокусировки параксиальных лучей на сетчатке в соответствии с законами геометрической оптики.

Эти формулы могут быть математически представлены в следующем виде [10]:

$$P = [N / (L - C)] - [NK / (N - KC)]$$

Где, P — необходимая оптическая сила линзы для достижения послеоперационной эметропии; N — показатель преломления стекловидного тела и водянистой влаги; L — осевая длина глаза (мм); C — предполагаемая послеоперационная глубина передней камеры глаза (мм); K — оптическая сила роговицы (диоптрии).

Расчёт был основан на Гауссовском параксиальном приближении, которое приводит к ошибкам в индивидуальном случае [29,33]. Также «Точные оптические» формулы первого поколения не привели к исчезновению рефракционных ошибок в связи с отсутствием обратной связи между полученным рефракционным результатом и формулой. Они были основаны, главным образом на параметре осевой длины глаза (ПЗО). С появлением заднекамерных ИОЛ возникла необходимость учета глубины передней камеры (ГПК). Это привело к необходимости создания «регрессионных» формул, таких как SRK I, SRK II, Donzis-Kastl-Gordon, Gills и др. [35].

Регрессионные формулы выведены на основании регрессионного анализа большого количества имплантаций ИОЛ, вычисленной методом наименьших квадратов зависимости послеоперационной рефракции, полученной при имплантации ИОЛ определенной оптической силы, от дооперационных клинических данных, используемых для расчета. Авторы регрессионных формул ввели константу «А» для каждого вида

выпускаемых линз, характеризующую положение линзы в глазу, определённую по клиническим данным. Величина А-константы одной и той же модели ИОЛ в зависимости от точки фиксации линзы будет различной [4,50,55]. Также величина А-константы изменяется при изменении профиля гаптической части линзы, при различной форме оптической части ИОЛ [18]. В дальнейшем было предложено снабжать каждую серийно производимую ИОЛ персональной А-константой, определяемой опытным путем при достаточном числе имплантаций. Сейчас А-константа является обязательной характеристикой ИОЛ и применяется практически во всех современных формулах для расчета оптической силы ИОЛ [30,32]. В последние годы были предложены различные методики индивидуализации А-константы в зависимости от применяемой хирургом технологии экстракции катаракты [16,40,53].

Большим недостатком ретроспективных формул является их справедливость только для варианта того же ряда, из которого выведена данная формула.

Проанализировав большое количество случаев, была выведена формула, обеспечивающая эмметропию, при установке ИОЛ. Эта формула была выведена Sanders, Retzlaff, Kraff в 1980 году и известна, как формула SRK:

$$P = A - (2.5 \times AL) - (0.9 \times K)$$

P – требуемая сила ИОЛ (диоптрии); AL – аксиальная длина (мм), K – среднее арифметическое показание кератометрии (диоптрии); A – константа, для каждого типа ИОЛ своя (производитель указывает это значение)

Формула SRK - линейное уравнение, полученное путем умножения данных для прямой линии. Однако, оптическая система глаза не является линейной

и итогом этого является наличие ошибок в послеоперационном периоде (особенно, в очень длинных или коротких глазах). Для повышения точности эта формула была изменена с учётом параметра ПЗО [32]. Авторы выделили группы в зависимости от длины ПЗО: короткие глаза (менее 22 мм), средние глаза (от 22,1 до 24,4 мм) и длинные глаза (24,5 мм и более). Для коротких и длинных глаз были введены линейные поправки к формуле SRK. Таким образом, появилась формула SRK-II, относящаяся к формулам второго поколения, в которой А-константа определена для разных величин ПЗО:

$$P = A_1 - 0.9 K - 2.5L$$

A1 связана с А-константой следующим образом:

$$A1 = A + 3; \text{ для } L < 20\text{мм},$$

$$A1 = A + 2; \text{ для } 20\text{мм} < L < 21\text{мм},$$

$$A1 = A + 1; \text{ для } 21\text{мм} < L < 22\text{мм},$$

$$A1 = A; \text{ для } 22\text{мм} < L < 24,5\text{мм},$$

$$A1 = A - 0,5; \text{ для } 24,5 \text{ мм} < L$$

Недостаточная точность расчёта оптической силы ИОЛ при использовании данных формул привело к появлению новых, «смешанных» формул, выведенных на базе «точных оптических» формул с расчётом некоторых коэффициентов по эмпирическим данным (Holladay, SRK/T и др.).

В 1988 году *Jack T. Holladay* продолжил исследования в области точности расчётных формул и предложил формулу, в которой точность зависела не только от ПЗО и ГПК, но и от радиуса кривизны роговицы и положения ИОЛ, что положило начало третьего поколения формул. Вместо одного значения ГПК вводится два – первое от вершины роговицы до

плоскости радужки и второе — SF (surgery factor) — «фактор хирурга» расстояние между плоскостью радужки и ИОЛ. В 1990 году *Retzlaff* модернизировал формулу SRK-II и ввёл в неё SF, а также поправку на толщину сетчатки, получив смешанную формулу SRK/T [13].

Так как фактор хирурга SF определяется по клиническим данным и применяется в качестве атрибута данного типа ИОЛ, как и A-константа, то формально каждую из этих двух величин можно вычислить, зная другую по формуле $SF = A \times 0,5663 - 65,6$ [18,19]. В 1993 Hoffer K.J. ввел персонафицированное значение *persACD* – положение конкретного типа ИОЛ относительно вершины роговицы. Эта величина также является атрибутом конкретного типа ИОЛ и ее можно вычислить, зная SF, по эмпирической формуле $\text{persACD} = (SF + 3,595) / 0,9704$ [66].

В 15 летней фундаментальной работе Holladay J.T., опубликованной в 1997 году было проанализировано влияние конструктивных особенностей ИОЛ на ошибку расчёта оптической силы, а также была поставлена задача необходимости стандартизации биометрии и кератометрии [20]. Было установлено, что кроме методических и случайных ошибок кератометрии и биометрии, имеет место неопределенность параметров ИОЛ, также влияющая на ошибку расчета (Holladay J.T.1997.). Был приведен список из более чем 800 зарегистрированных моделей ИОЛ со значениями констант A, ACD и SF, которые во многих случаях указываются производителями этих линз по параметрам аналогичных линз, а не по клиническим данным. В своей работе, опубликованной в 2000 году Бессарабов А.Н. и Пантелеев Е.Н. указывают, что даже те константы, которые были определены по клиническим данным существенно зависят от условий формирования этих данных - метода экстракции катаракты, способа фиксации ИОЛ, то есть фактически не являются константами. (Бессарабов А.Н., Пантелеев Е.Н. 2000.)

В 1993 году Hoffer предложил собственную формулу расчета оптической силы ИОЛ Hoffer Q [17] использующую эмпирические поправки, рассчитанные в том числе через А-константу данного типа ИОЛ. Формула Hoffer Q предназначена, главным образом для расчета оптической силы ИОЛ с ПЗО менее 23,5 мм [16], так как менее точна по сравнению с другими современными формулами в глазах с ПЗО более 23,5 мм [25]. По этой причине формула Hoffer Q широкого распространения не получила [19,55].

Haigis предложил новую смешанную формулу расчета оптической силы ИОЛ, согласно которой положение ИОЛ в артифакичном глазу рассчитывается по регрессионной формуле, в которую введены величины персонифицированной глубины артифакичной передней камеры (persACD), ПЗО глаза, глубины дооперационной факичной передней камеры и эмпирические коэффициенты. Величина persACD рассчитывается через А-константу, заимствованную из формулы SRK. Формула Haigis предназначена для расчета оптической силы ИОЛ при любых величинах ПЗО глаза, но данные о точности этой формулы весьма противоречивы [52].

Наиболее популярной для расчёта оптической силы ИОЛ является формула SRK/T. Однако данные литературы противоречивы в отношении выбора оптимальной формулы для «коротких» и «длинных» глаз. У пациентов с умеренно длинной и длинной ПЗО глаза формула SRK/T обеспечивает более точный расчет по сравнению с другими современными формулами вследствие использования специальной эмпирической поправки к величине ПЗО при ее значении более 24,4 мм [4,40]. В то же время формула SRK/T менее точна по сравнению с формулами Holladay и Hoffer Q при ПЗО менее 21-22 мм [17,18]. Вполне допустимой является рефракционная ошибка результатов интраокулярной коррекции афакии в 1

диоптрию. Следовательно, чем больше пациентов с рефракционной ошибкой до 1 дптр окажется в изучаемых группах, тем более точной является формула, применяемая для расчетов. Неудовлетворительным считается результат с превышением фактической послеоперационной рефракции более двух диоптрий от расчетной. Эти показатели являются критериями оценки точности рефракционных формул.

Таким образом несмотря на существование множеств формул расчёта ИОЛ, рефракционные ошибки являются одной из проблем катарактальной хирургии. Ведётся поиск новых формул расчёта, универсальных для глаз с широким диапазоном биометрических показателей. Также точность расчёта страдает из-за погрешностей существующих методов биометрии и малой доступности её современных вариантов.

1.3 Угол Каппа

Хирургия катаракты, являясь частью рефракционной хирургии, безусловно требует учёта всех индивидуальных особенностей глаза. Одной из таких особенностей является в частности угол Каппа.

Угол Каппа — угол, образованный между зрачковой и зрительными осями глаза (*Рис.1*). Зрачковая ось - линия, перпендикулярная передней поверхности роговицы и проходящая через центр зрачка. Зрительная ось — линия, идущая от объекта фиксации через узловую точку на задней поверхности хрусталика к фовеоле. Фовеола или центральная ямка — небольшое углубление, находящееся на дне желтого пятна, это участок сетчатки наиболее чувствительный к свету, отвечающий за ясное центральное зрение. Как правило это образование расположено с височной стороны от заднего полюса. Таким образом, глаза находятся в состоянии небольшой абдукции для достижения бифовеальной фиксации, что приводит к сдвигу рефлекса назально от центра роговицы на обоих глазах.

Это состояние называют положительным углом каппа. Отрицательный угол каппа возникает в случае, когда фовеола расположена назально относительно заднего полюса.

Угол Каппа может быть измерен при помощи аппарата Orbscan. Величина угла Каппа не имеет чёткой зависимости от половой принадлежности и уменьшается с возрастом [12]. Наибольший угол Каппа наблюдается среди людей с эметропией, у пациентов с гиперметропией он больше, чем у пациентов с миопией и миопическим астигматизмом [12,58]. Также установлена зависимость, согласно которой угол Каппа достоверно меньше у пациентов с большой оптической силой роговицы и длиной глаза более 24,5 мм, что связано с вытягиванием переднего и заднего отрезка глаза [46].

Вследствие того, что при большом значении угла Каппа центр зрачка не является наилучшим местом прохождения световых лучей до жёлтого пятна, по мнению *Agarwal A.*, точное измерение данного параметра особенно важно для рефракционных хирургов, особенно при замене хрусталика пациентам с астигматизмом, использовании мультифокальных и мультифокально-торических ИОЛ. В глазах с малым углом Каппа зрительная ось проходит через центральную часть линзы, а с большим — попадает на ребро одного из колец, вызывая снижение контрастной чувствительности, феномены сияния и бликов [6].

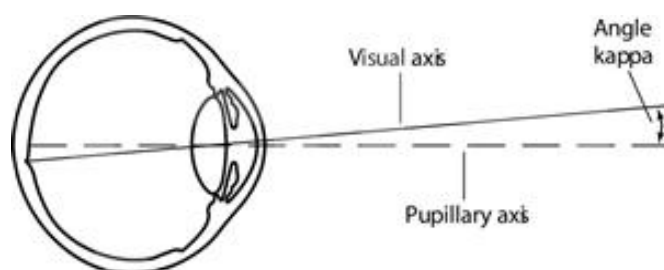


Рис. 1. Угол Каппа

1.4 Ошибки при расчете силы ИОЛ.

В зависимости от модели ИОЛ рефракционная ошибка может колебаться в пределах 3 D. На сегодняшний день существуют следующие критерии оценки точности рефракционных формул: допустимой рефракционной ошибкой результатов интраокулярной коррекции афакии является ошибка в 1 D., превышение фактической послеоперационной рефракции более 2 D от расчётной является неудовлетворительным результатом [14,15,51]. Эти данные связаны с результатами пессимистического сложения погрешностей измерений современных ЭХО-биометра и офтальмометра равных 0.94D [44,45]. Возможные источники ошибок при расчёте силы ИОЛ следующие [67]:

- Высокая зависимость результата имплантации ИОЛ от оперирующего хирурга.
- Ошибка в измерении аксиальной длины глаза. При измерении ультразвуковым методом, необходимо знать и учитывать скорость распространения ультразвуковых волн в глазу. Неточность измерения ПЗО глаза может повлиять на результат на 0,5-1,25D [2,17,51].
- Ошибка в определении положения ИОЛ. Невозможность дооперационного точного определения положения ИОЛ приводит к вынужденному расчёту по статистическим данным. Положение линзы в глазу зависит от параметров переднего сегмента глаза и может вызвать разницу в рефракционной силе на 0,5-1,0D. Поэтому были предложены формулы расчета эффективного положения линзы на основе анализа глубины факической передней камеры и толщины хрусталика [43,52].
- Ошибка в определении рефракции роговицы.

- Линзы от различных производителей с одинаковыми параметрами (дизайн оптической и гаптической частей, материал) нередко имеют значительную разницу в А-константе.
- Отсутствие стабильности кривизны роговицы после операций.
- Ошибка в выборе формулы для расчета оптической силы ИОЛ.
- Наличие предварительных рефракционных процедур [11].

Глава 2. Материалы и методы исследования

Данное исследование проводилось на базе Медицинского центра «Адмиралтейские верфи» в офтальмологическом отделении.

Клиническое исследование проведено на основе анализов результатов внутрикапсульной имплантации ИОЛ после факоэмульсификации 266 глаз. Возраст пациентов: от 25 до 96 лет ($72,35 \pm 9,89$ года). Срок послеоперационного наблюдения составлял от 5 дней до 1141 дня (в среднем $111,1 \pm 96,21$ дней). Все пациенты были разделены на группы соответственно задачам исследования.

В пред- и послеоперационном периоде всем пациентам проводили офтальмологическое обследование, включающее рефрактометрию, офтальмометрию, тонометрию, визометрию, биомикроскопию, исследование на аппарате Orbscan.

Операция факоэмульсификации проводилась по методике, предложенной К.Б. Першиным [62] в модификации, одним хирургом, с помощью хирургической установки («Accurus-800») под операционным микроскопом ZEISS-210.

Для имплантации с целью коррекции зрения при афакии использовались следующие модели акриловых заднекамерных ИОЛ производства компании «Alcon»: Acrysof Multipeace MA60AC, AcrySof Natural SN60AT,

AcrySof ReSTOR SN60D3, AcrySof IQ SN60WF, AcrySof Toric SN60T, AcrySof Toric ReSTOR SND1T.

Методы и аппаратура для проведения всех до и послеоперационных исследований всех пациентов были одинаковыми:

1. Для получения данных кератометрии использовали авторефкератотопограф «Торсон-KR 8100 PA».
2. Для определения диаметра зрачка, угла Каппа, толщины роговицы, W-t-W параметра, ГПК использовали прибор Orbscan (Technolas Perfect Vision). Исследование зрачка проводилось при фотопических условиях.
3. Для определения ПЗО, ГПК, толщины хрусталика использовали А-В scan «UD-6000 Tomey» и IOL-Master (Carl Zeiss).

Послеоперационное лечение проводилось амбулаторно и включало в себя противовоспалительную и антибактериальную терапию.

В программе Microsoft Office Excel была создана база данных, в которой было отражено пред- и послеоперационное состояние пациентов, особенности выполненных операций, данные рефракции и биометрических показателей.

Расчёт оптической силы ИОЛ производился по формуле SRK/T в модификации с применением поправок. Целевую рефракцию сравнивали с коррекцией, полученной с помощью линз, получая «ошибку расчёта».

Результаты расчёта оптической силы ИОЛ по формуле SRK/T в модификации сравнивали с таковыми, полученными в 2014 году, когда расчет осуществляли по формуле SRK/T (91 пациент, 112 глаз). Возраст больных был от 34 до 91 года ($72,9 \pm 10,8$). Срок послеоперационного наблюдения составлял от 1,5 месяцев до 1 года (в среднем 50,6 дней).

Сравнительный анализ ошибок расчёта оптической силы ИОЛ проводился в зависимости от биометрических результатов: диаметра зрачка, угла Каппа, измерений ПЗО глаза, ГПК, толщины роговицы и хрусталика, преломляющей силы и горизонтального диаметра роговицы.

В зависимости от ошибки расчёта было выделено 5 групп:

1. Группа: ошибка расчёта от -3,125 до -1,25 D (9 наблюдений)
2. Группа: ошибка расчёта от -1,0 до -0,375 D (28 наблюдений)
3. Группа: ошибка расчёта от -0,25 до +0,25 D (143 наблюдения)
4. Группа: ошибка расчёта от +0,325 до +1,0 D (71 наблюдение)
5. Группа: ошибка расчёта от +1,125 до +2,5 D (15 наблюдений).

Для анализа зависимости результатов операции от оптических параметров глаз группы формировали следующим образом:

В зависимости от оптической силы роговицы было выделено 3 группы:

1. Группа: оптическая сила роговицы менее 42D (24 наблюдения)
2. Группа: оптическая сила роговицы 42-45D (175 наблюдений)
3. Группа: оптическая сила роговицы более 45D (63 наблюдения).

В зависимости от величины горизонтального диаметра роговицы было выделено 3 группы:

1. Группа: W-t-W менее 11,5 мм (94 наблюдения)
2. Группа: W-t-W 11,5-11,9 мм (125 наблюдений)
3. Группа: W-t-W более 11,9 мм (37 наблюдений).

В зависимости от величины ПЗО было выделено 3 группы:

1. Группа: ПЗО менее 22,5 мм (94 наблюдения)
2. Группа: ПЗО 22,5-24,5 мм (125 наблюдений)
3. Группа: ПЗО более 24,5 мм (37 наблюдений).

В зависимости от величины угла Каппа было выделено 3 группы:

1. Группа: угол Каппа менее $3,01^\circ$ (27 наблюдения)
2. Группа: угол Каппа $3,01-7,41^\circ$ (195 наблюдений)
3. Группа: угол Каппа более $7,41^\circ$ (34 наблюдений).

В зависимости от расположения зрительной оси глаза было выделено 2 группы и 4 подгруппы:

1. Группа – правый глаз
 - 1.1. Зрительная ось глаза располагается в нетипичных квадрантах – в I, II и IV квадрантах ($271^0:180^0$) (19 наблюдений)
 - 1.2. Зрительная ось располагается в типичном квадранте – в III квадранте ($181^0: 270^0$) (91 наблюдение)
2. Группа – левый глаз
 - 2.1. Зрительная ось глаза располагается в нетипичных квадрантах – в I, II и III квадрантах ($0^0:270^0$) (11 наблюдений)
 - 2.2. Зрительная ось глаза располагается в типичном квадранте – в IV квадранте ($271^0: 359^0$) (89 наблюдений).

В зависимости от суммы значений ГПК и толщины хрусталика (ГПК+ТХ) было выделено 3 группы:

1. Группа: ГПК+ТХ менее 7,41 мм (49 наблюдений)
2. Группа: ГПК+ТХ 7,41-8,18 мм (154 наблюдения)
3. Группа: ГПК+ТХ более 8,18 мм (58 наблюдений).

Число наблюдений во всех группах было достаточным для проведения статистического анализа. Статистическая обработка результатов

проводилась при помощи программ Microsoft Office Excel 2007, GraphPad Prism 6, 2 IBM SPSS Statistics 21, Statistica 10.

Результаты обработки данных представлены в виде таблиц с описательными статистиками. Для выборок с количественными данными в качестве описательных статистик приводились среднее значение и стандартное отклонение ($M \pm SD$). Для выборок с качественными значениями приводились численные данные.

Нормальность распределения в выборках определялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Сравнение выборок проводилось с помощью критерия Мана-Уитни (для сравнения двух независимых, ненормально распределенных выборок). Для оценки тесноты связи использовался коэффициент корреляции Спирмена. Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Глава 3. Результаты собственных исследований.

3.1. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза в группах, выделенных по величине ошибки расчёта ИОЛ.

Средние значения биометрических показателей в исследуемых группах представлены в таблице 1 и 2.

Сравнение значений оптической силы роговицы, измеренной с помощью Авторефрактометра до операции в исследуемых группах (см. табл. 1).

По результатам статистической обработки данных не было выявлено статистически значимого различия между группами (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений оптической силы роговицы, измеренной с помощью IOL-Master до операции в исследуемых группах (см. табл. 1).

По результатам статистической обработки данных не было выявлено статистически значимого различия между группами (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений оптической силы роговицы, измеренной с помощью Orbscan до операции в исследуемых группах (см. табл. 1).

При анализе результатов исследования отмечается статистически значимое отличие оптической силы роговицы в группе с максимальной миопической ошибкой (группа I) от оптической силы роговицы в группах с минимальной ошибкой и малой гиперметропической ошибкой (Группы III и IV) (значимость $p < 0,05$).

Сравнение значений оптической силы роговицы, измеренной с помощью Orbscan после операции в исследуемых группах (см. табл. 1).

По результатам статистической обработки данных не было выявлено статистически значимого различия между группами (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений оптической силы роговицы, измеренной с помощью Авторефрактометра после операции в исследуемых группах (см. табл. 1).

По результатам статистической обработки данных не было выявлено статистически значимого различия между группами (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений горизонтального диаметра роговицы – показателя W-t-W- в исследуемых группах (см. табл. 1).

При оценке значений горизонтального диаметра роговицы обращает на себя внимание увеличение параметра W-t-W в группах с максимальной миопической (I Группа) и гиперметропической (V Группа) ошибок относительно группы с наименьшей ошибкой (III Группа). Статистически значимая разница средних значений горизонтального размера роговицы во всех группах не определяется (значимость $p > 0,05$ во всех группах)

Сравнение значений толщины роговицы в исследуемых группах (см. табл. 1).

При сравнении значений толщины роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений величины угла Каппа в исследуемых группах (см. табл. 1).

Величина угла Каппа растёт по мере увеличения миопической ошибки. Максимальная величина угла Каппа в группе с наибольшей

гиперметропической ошибкой (V Группа). Однако при сравнении значений величины угла Каппа в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений диаметра зрачка в исследуемых группах (см. табл. 1).

По результатам анализа выявлено статистически значимое различие в диаметре зрачка в II, III, IV и V Группам (значимость $p < 0,05$). Таким образом у пациентов с максимальной гиперметропической ошибкой диаметр зрачка статистически значимо больше, чем в группе с минимальной ошибкой.

Таблица 1.

Средние значения показателей кератометрии, W-t-W, пахиметрии, угла Каппа, диаметра зрачка и стандартного отклонения в исследуемых группах ($M \pm SD$).

	I группа	II группа	III группа	IV группа	V группа
Ошибка, D	-3,125-1,25	-1-0,375	±0,25	+0,325+1	+1,125+2,5
Количество наблюдений	9	28	143	71	15
	3,38%	10,53%	53,76%	26,69%	5,64%
Кератометрия, D (Автореф)	43,08±2,37	43,74±2,42	43,99±1,47	43,74±1,62	43,7±1,75
Кератометрия, D (IOL-master)	43,95±2,63	43,78±2,55	44,21±1,48	44,29±3,3	43,91±1,89
Кератометрия до операции, D (Orbscan)	42,97±2,83*	44,49±2,73	44,65±1,84*	44,24±1,58*	44,12±1,80
Кератометрия после операции, D (Orbscan)	42,55±2,29	44,11±3,09	44,46±1,79	44,13±1,68	43,68±2,25
Кератометрия после операции, D (Автореф)	43,44±2,52	43,5±2,7	43,93±1,61	43,7±1,59	43,16±2,48
Пахиметрия, нм (Orbscan)	571,0±40,3	547,8±54,5	565,6±39,31	564,4±38,81	566,5±41,0
Угол Каппа, °	5,63±2,44	5,57±2,54	5,55±1,85	5,25±1,74	6,13±1,69
Диаметр Зрачка, мм	3,26±0,71	3,16±0,48*	3,22±0,6*	3,27±0,64*	3,44±0,38*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение значений толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 2).

По результатам анализа толщина хрусталика в группе с малой миопической ошибкой (II группа) статистически достоверно отличается от толщины хрусталика в I, III и IV группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах). Максимальная толщина хрусталика определяется в I группе, однако статистически значимого различия толщины хрусталика в группах с максимальной миопической (I группа), минимальной (III группа) и максимальной гиперметропической ошибкой (III группа) выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 2).

По результатам анализа величина ГПК в группе с малой гиперметропической ошибкой (IV группа) статистически отличается от величины ГПК во II и V группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах). Максимальная величина ГПК определяется в V группе, однако статистически значимого различия от ГПК в I и III группах выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 2).

При исследовании ГПК с помощью IOL-master максимальная величина ГПК соответствует группе с максимальной гиперметропической ошибкой (V группа), как и при исследовании с помощью A-scan, а минимальная величина определяется в группе с максимальной миопической ошибкой (I группа). Однако при анализе статистически значимых различий глубины передней камеры между исследуемыми группами выявлено не было.

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan до операции в исследуемых группах (см. табл. 2).

При сравнении значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan после операции в исследуемых группах (см. табл. 2).

При сравнении значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan в исследуемых группах отмечается статистически значимо меньшее значение ГПК в группе с максимальной миопической ошибкой относительно ГПК в группе с минимальной ошибкой (значимость $p < 0,05$).

Анализ разницы значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan после операции и до операции (см. табл. 2).

После операции фактоэмulsionификации закономерно увеличивается глубина передней камеры во всех исследуемых группах. При анализе таблицы статистически значимого различия значений разницы после- и дооперационной ГПК между исследуемыми группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 2).

Максимальное значение ГПК+ТХ наблюдается в группе с максимальной миопической ошибкой (I группа). Есть статистически значимое различие значений ГПК+ТХ между I и II группами (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между другими исследуемыми группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ПЗО, измеренного с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 2).

Минимальное значение ПЗО отмечается в группе с наименьшей ошибкой (III группа). По мере увеличения гиперметропической и миопической ошибки прямо пропорционально увеличивается и значение ПЗО. Отмечается статистически значимое различие между значениями

ПЗО в III группе и значениями ПЗО в I, II и V группах (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между I и IV группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ПЗО, измеренного с помощью А-scan в исследуемых группах (см. табл. 2).

Данные, полученные с помощью А-scan полностью соотносятся с данными, полученными при использовании IOL-master. Как и при исследовании с помощью IOL-master наименьшее ПЗО, измеренное с помощью А-scan определяется в группе с наименьшей ошибкой (I группа). По мере увеличения гиперметропической и миопической ошибки прямо пропорционально увеличивается и значение ПЗО. Отмечается статистически значимое различие между значениями ПЗО в III группе и значениями ПЗО в I, II и V группах (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между I и IV группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$).

Таблица 2. Средние значения показателей глубины передней камеры глаза, толщины хрусталика, суммы значений глубины передней камеры и толщины хрусталика, ПЗО и стандартного отклонения в исследуемых группах ($M \pm SD$).

	I группа	II группа	III группа	IV группа	V группа
Ошибка, D	-3,125-1,25	-1-0,375	±0,25	+0,325+1	+1,125+2,5
Количество наблюдений	9	28	143	71	15
	3,38%	10,53%	53,76%	26,69%	5,64%
Хрусталик, мм (А-scan)	4,85±0,58*	4,41±0,40*	4,63±0,59*	4,71±0,64*	4,41±0,73
ГПК, мм (А-scan)	3,19±0,28	3,29±0,40*	3,18±0,47	3,09±0,43*	3,39±0,53*
ГПК+ТХ, мм (А-scan)	8,04±0,38*	7,70±0,33*	7,81±0,67	7,79±0,69	7,80±0,56
ГПК (IOL-master)	3,06±0,38	3,31±0,45	3,12±0,42	3,09±0,39	3,44±0,59
ГПК (Orbscan до операции)	3,25±0,56	3,3±0,42	3,19±0,49	3,12±0,45	3,3±0,55
ГПК (Orbscan после операции)	4,19±0,46*	4,49±0,08	4,51±0,73*	4,43±0,35	4,39±0,49
Разница ГПК после операции и до	0,83±1,03	1,25±0,38	1,32±0,85	1,30±0,49	1,04±0,61
ПЗО (IOL-master)	24,94±1,07*	25,15±1,92*	23,45±0,94*	23,83±1,93	25,94±3,02*
ПЗО (А-scan)	24,7±1,29*	24,36±1,46*	23,48±0,99*	23,65±1,57	24,21±0,96*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

3.2. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по оптической силе роговицы.

Средние значения биометрических показателей в исследуемых группах представлены в таблице 3, 4 и 5.

Таблица 3

Средние значения показателей W-t-W, пахиметрии, угла Каппа, диаметра зрачка и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

Rave, D	1 группа Менее 42D	2 группа 42-45	3 группа Более 45D
Количество наблюдений	24	175	63
	9,16%	66,79%	24,05%
WtW Orbscan, мм	11,75±0,44*	11,63±0,36*	11,32±0,43*
Пахиметрия, нм (Orbscan)	552,4±61,19	565,9±36,68	562,2±44,88
Угол Каппа, °	4,543±1,82*	5,558±1,86*	5,822±2,01*
Диаметр Зрачка, мм	3,27±0,76	3,295±0,59	3,142±0,57
Ошибка расчёта, D	-0.16±0.90	0.19±0.66	0.04±0.71

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение значений горизонтального диаметра роговицы – показателя W-t-W в исследуемых группах (см. табл. 3).

Из таблицы следует, что максимальная величина диаметра роговицы соответствует глазам с наименьшей оптической силой роговицы. Соответственно наименьшая величина диаметра роговицы свойственна

глазам с наибольшей оптической силой роговицы. При анализе определяется статистически значимая разница диаметра роговицы в I, II и III исследуемых группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины роговицы в исследуемых группах (см. табл. 3).

При сравнении значений толщины роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение величины угла Каппа в исследуемых группах (см. табл. 3).

При сравнении величины угла Каппа в исследуемых группах выявлено, что в группе с наименьшей оптической силой роговицы (I группа) величина угла Каппа статистически значимо меньше величины в II и III группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение диаметра зрачка в исследуемых группах (см. табл. 3).

При сравнении значений диаметра зрачка в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах (см. табл. 3).

При анализе результатов исследования выявлено, что средняя величина ошибки расчёта в группе с наименьшей оптической силой роговицы (группа I) статистически достоверно меньше, чем в группе со средней оптической силой роговицы (группа II) (значимость $p < 0,05$).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 4).

По результатам исследования величина ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением оптической силы роговицы. Однако статистически значимого различия выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 4).

При сравнении значений ГПК в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan в исследуемых группах (см. табл. 4).

При сравнении значений ГПК в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 4).

При сравнении значений толщины хрусталика в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 4).

При сравнении значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ПЗО, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 4).

Из анализа результатов исследования следует, что большой ПЗО глаза типичен в группе с малой оптической силой роговицы, а малый ПЗО – в группе с большой силой роговицы, что соответствует конституциональным нормам. Отмечается статистическая значимость разницы значений ПЗО во всех трёх группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ПЗО, измеренной с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 4).

Как и при измерении с помощью IOL-master отмечается статистически достоверное уменьшение ПЗО при увеличении оптической силы в исследуемых группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Таблица 4

Средние значения показателей глубины передней камеры глаза, толщины хрусталика, суммы значений глубины передней камеры и толщины хрусталика, ПЗО и стандартного отклонения в исследуемых группах ($M \pm SD$).

Rave, D	1 группа Менее 42D	2 группа 42-45	3 группа Более 45D
Количество наблюдений	24	175	63
	9,16%	66,79%	24,05%
ГПК А-scan, мм	3,153±0,37	3,187±0,48	3,196±0,41
ГПК IOL-master, мм	3,132±0,42	3,169±0,45	3,107±0,37
ГПК Orbscan, мм	3,224±0,44	3,186±0,52	3,208±0,39
Хрусталик, мм (А-scan)	4,684±0,61	4,599±0,60	4,661±0,57
ГПК+ТХ, мм (А-scan)	7.837±0.42	7.786±0.67	7.857±0,63
ПЗО (IOL-master), мм	25,68±4,32*	24,01±1,61*	23,03±1,23*
ПЗО (А-scan), мм	24,98±1,41*	23,77±1,10*	23,07±1,28*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Таблица 5

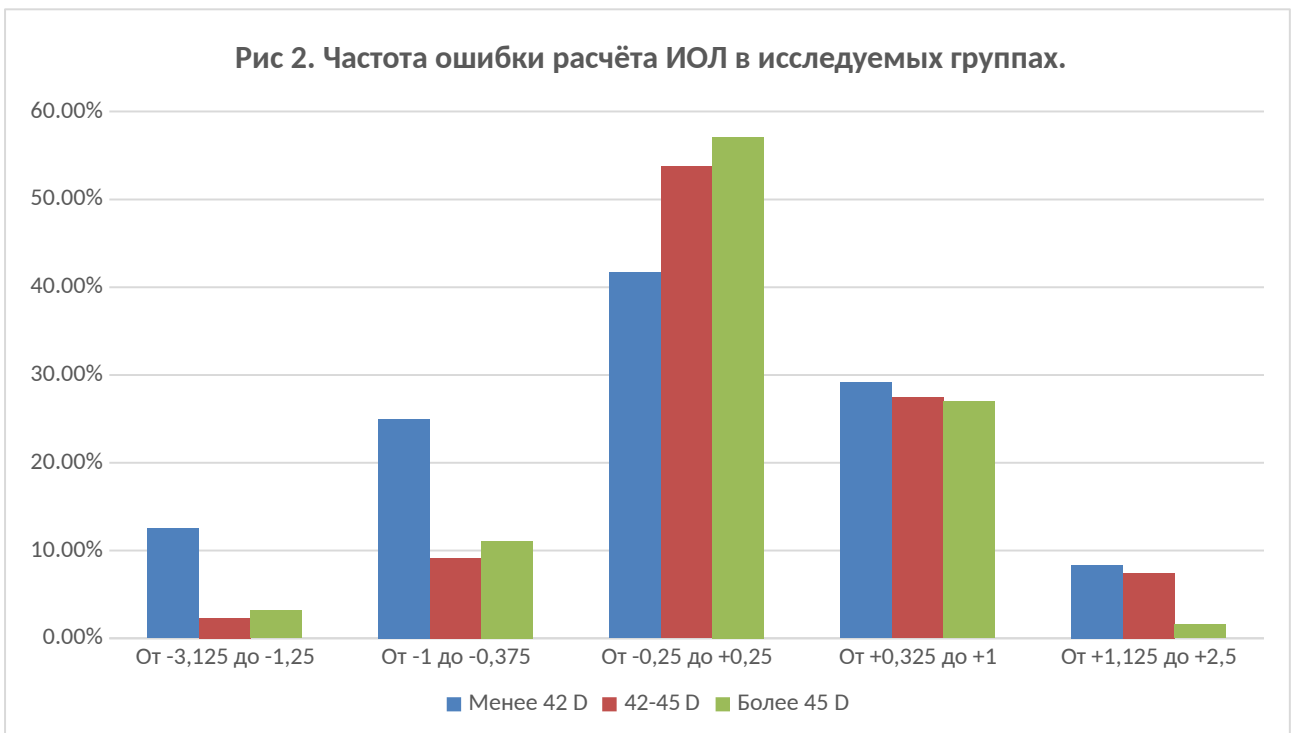
Частота ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах.

Rave, D	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 42D	42-45	Более 45D
Количество наблюдений	24	175	63
	9,16%	66,79%	24,05%
От -3,125 до -1,25	3 (12,5%)*	4 (2,29%)*	2 (3,17%)
От -1 до -0,375	6 (25%)*	16 (9,14%)*	7 (11,11%)
От -0,25 до +0,25	10 (41,66%)	94 (53,71%)	36 (57,14%)
От +0,325 до +1	7 (29,16%)	48 (27,43%)	17 (26,98%)
От +1,125 до +2,5	2 (8,33%)	13 (7,43%)	1 (1,59%)

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение частоты ошибки ИОЛ в исследуемых группах .

При анализе Таблицы 5 было выявлено, что частота миопической ошибки статистически достоверно больше в группе с наименьшей преломляющей силой роговицы (I группа), по сравнению с группой со средним оптической силой роговицы (II группа) (значимость $p < 0,05$) (рис. 2).



3.3. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине горизонтального диаметра роговицы.

Средние значения биометрических показателей в исследуемых группах представлены в таблице 6, 7 и 8.

Таблица 6

Средние значения показателей кератометрии, пахиметрии, угла Каппа, диаметра зрачка и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

W-t-W, мм	1 группа Менее 11,5	2 группа 11,5-11,9	3 группа Более 11,9
Количество наблюдений	94	125	37
	36,72%	48,83%	14,45%
Rave, D (Автореф.)	44,75±1,50*	43,52±1,30*	42,63±1,85*
Пахиметрия, нм (Orbscan)	566,4±48,07	561,3±36,82	564,2±36,62
Угол Каппа, °	5,612±1,90	5,462±1,94	5,404±1,88
Диаметр Зрачка, мм	3,144±0,5*	3,26±0,58	3,444±0,67*
Ошибка расчёта, D	0,9±0,67	0,14±0,66	0,20±0,79

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение значений оптической силы роговицы в исследуемых группах (см. табл. 6).

Как и по результатам анализа Таблицы 3 следует, что при увеличении горизонтального диаметра роговицы прямо пропорционально уменьшается оптическая сила роговицы (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины роговицы в исследуемых группах (см. табл. 6).

При сравнении значений толщины роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений величины угла Каппа в исследуемых группах (см. табл. 6).

При анализе таблицы обращает на себя внимание, что величина угла Каппа уменьшается с увеличением горизонтального диаметра роговицы. Однако по результатам статистической обработки данных не было выявлено статистически значимого различия между группами (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение величины диаметра зрачка в исследуемых группах (см. табл. 6).

Диаметр зрачка в группе с наименьшим горизонтальным диаметром роговицы (I группа) статистически достоверно меньше по сравнению с группой наибольшего горизонтального диаметра (III группа) (значимость $p < 0,05$).

Сравнение средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах (см. табл. 6).

При сравнении средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах обращает на себя внимания то, что наименьшее среднее значение ошибки соответствует группе со средним значением горизонтального диаметра роговицы. Однако при анализе таблицы статистически значимых различий между группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Таблица 7

Средние значения показателей глубины передней камеры глаза, толщины хрусталика, ПЗО и стандартного отклонения в исследуемых группах ($M \pm SD$).

W-t-W, мм	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 11,5	11,5-11,9	Более 11,9
Количество наблюдений	94	125	37
	36,72%	48,83%	14,45%
ГПК А-scan, мм	3,057±0,43	3,222±0,42	3,37±0,57
ГПК IOL-master, мм	3,036±0,41*	3,192±0,43*	3,272±0,46*
ГПК Orbscan, мм	3,075±0,48*	3,212±0,43*	3,409±0,58*
Хрусталик, мм (А-scan)	4,597±0,62	4,642±0,61	4,576±0,55
ГПК+ТХ, мм (А-scan)	7,654±0,62*	7,865±0,61*	7,949±0,76
ПЗО, мм (IOL-master)	23,17±1,33*	24,15±1,74*	24,87±3,55*
ПЗО, мм (А-scan)	23,15±1,23*	23,88±1,2*	24,30±1,03*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью А-scan в исследуемых группах (см. табл. 7).

По результатам исследования величина ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением величины горизонтального диаметра роговицы. Однако статистически значимого различия выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 7).

При анализе таблицы обращает на себя внимание прямо пропорциональное увеличение значения ГПК при увеличении горизонтального диаметра роговицы. ГПК в группе с наименьшим

горизонтальным диаметром роговицы (I группа) статистически значимо меньше ГПК в остальных группах (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между II группой и III группой найдено не было (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan в исследуемых группах (см. табл. 7).

При сравнении значений ГПК в исследуемых группах отмечается статистически значимое прямо пропорциональное увеличение значения ГПК при увеличении горизонтального диаметра роговицы (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 7).

При сравнении значений толщины хрусталика в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 7).

При сравнении значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах отмечается увеличение значения этой суммы при увеличении горизонтального диаметра роговицы. Статистически значимые различия наблюдаются между группой I и II (значимость $p < 0,05$).

Сравнение значений ПЗО, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 7).

Из анализа результатов исследования следует, что ПЗО глаза прямо пропорционально увеличивается при увеличении горизонтального диаметра роговицы. Отмечается статистическая значимость разницы значений ПЗО во всех трёх группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ПЗО, измеренной с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 7).

Как и при измерении с помощью IOL-master отмечается статистически достоверное увеличение ПЗО при увеличении горизонтального диаметра роговицы в исследуемых группах (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Таблица 8

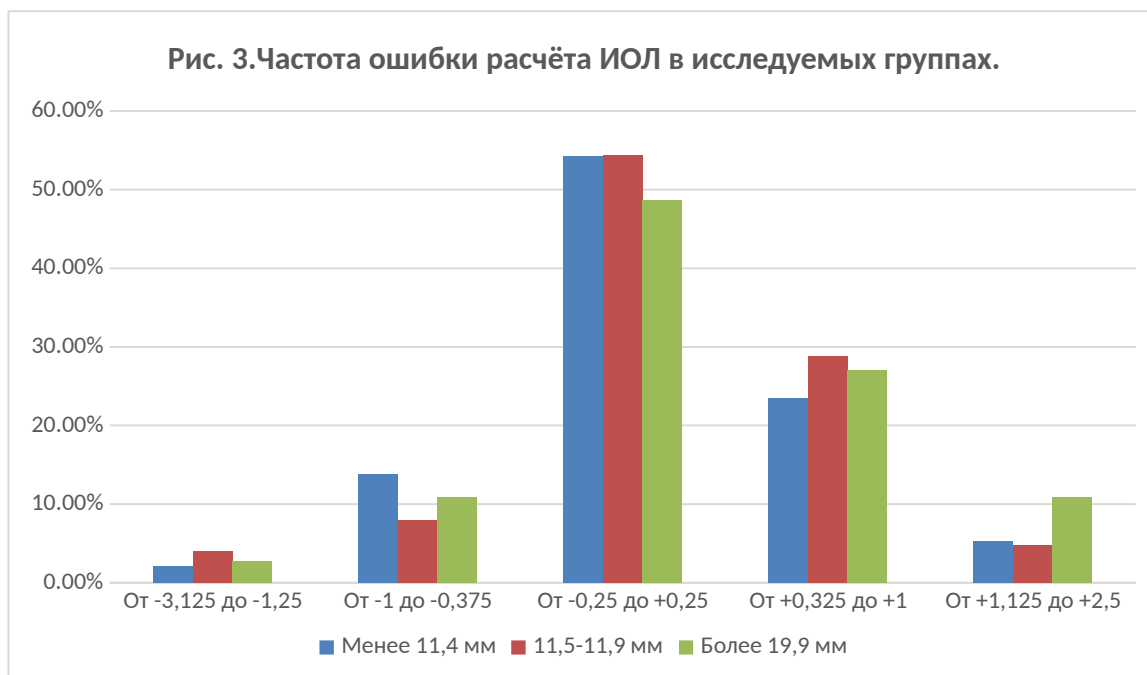
Частота ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах.

W-t-W, мм	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 11,5	11,5-11,9	Более 11,9
Количество наблюдений	94	125	37
	36,72%	48,83%	14,45%
От -3,125 до -1,25	2 (2,13%)	5 (4%)	1 (2,7%)
От -1 до -0,375	13 (13,83%)	10 (8%)	4 (10,81%)
От -0,25 до +0,25	51 (54,26%)	68 (54,4%)	18 (48,65%)
От +0,325 до +1	23 (23,47%)	36 (28,8%)	10 (27,03%)
От +1,125 до +2,5	5 (5,32%)	6 (4,8%)	4 (10,81%)

Сравнение частоты ошибки ИОЛ в исследуемых группах.

При анализе Таблицы 8 статистически достоверных различий между исследуемыми группами выявлено не было. В рамках данного исследования нельзя заключить, что величина горизонтального диаметра роговицы статистически достоверно влияет на ошибку при расчёте ИОЛ.

(рис. 3)



3.4. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине ПЗО.

Средние значения биометрических показателей в исследуемых группах представлены в таблице 9, 10 и 11.

Таблица 9

Средние значения показателей кератометрии, пахиметрии, W-t-W, угла Каппа, диаметра зрачка и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

	1 группа	2 группа	3 группа
ПЗО IOL-master, мм	Менее 22,5	22,5-24,5	Более 24,5
Количество наблюдений	35	146	56
	17,94%	60,58%	24,48%
Кератометрия Автореф.	45,44±1,17*	43,73±1,38*	43,29±2,21*
Пахиметрия, нм (Orbscan)	557,7±37,04	564,4±42,29	560,1±38,87
Угол Каппа, °	5,115±1,62	5,511±1,75	5,470±2,34
Диаметр Зрачка	3,138±0,5*	3,25±0,58*	3,444±0,67*
W-t-W, мм	11,25±0,46*	11,57±0,34*	11,71±0,46*
Ошибка расчёта, D	0.24±0.4	0.08±0.53	0.08±1.13

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение значений преломляющей силы роговицы в исследуемых группах (см. табл. 9).

При анализе данных определяется прямо пропорциональное уменьшение оптической силы роговицы при увеличении длины ПЗО. Статистически значимы различия между I группой и II, III группами (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия значений преломляющей силы между группами II и III не определяется (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений толщины роговицы в исследуемых группах (см. табл. 9).

При сравнении значений толщины роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений угла Каппа в исследуемых группах (см. табл. 9).

При сравнении значений угла Каппа в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений диаметра зрачка в исследуемых группах (см. табл. 9).

При анализе данных определяется прямо пропорциональное увеличение диаметра зрачка при увеличении длины ПЗО. Статистически значимы различия между III группой и I, II группами (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия значений преломляющей силы между группами I и II не определяется (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений горизонтального диаметра роговицы в исследуемых группах (см. табл. 9).

При анализе данных определяется прямо пропорциональное увеличение горизонтального диаметра роговицы при увеличении длины ПЗО. Статистически значимы различия между I группой и II, III группами (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия значений преломляющей силы между группами II и III не определяется (значимость $p > 0,05$).

Сравнение средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах (см. табл. 9).

При сравнении средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах обращает на себя внимания то, что наибольшее среднее значение ошибки соответствует группе с наименьшим значением ПЗО. Однако при анализе таблицы статистически значимых различий между группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 10).

По результатам исследования отмечается, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением значения ПЗО. Выявлено статистическое различие всех трёх групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 10).

По результатам исследования отмечается, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением значения ПЗО. Выявлено статистическое различие всех трёх групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью Orbiscan в исследуемых группах (см. табл. 10).

По результатам исследования отмечается, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением значения ПЗО. Выявлено статистическое различие всех трёх групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 10).

При сравнении значений толщины хрусталика в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 10).

При сравнении значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах отмечается увеличение значения этой суммы при увеличении значения ПЗО. Статистически значимые различия наблюдаются между группами I и III, II и III (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между группами I и II выявлено не было (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ПЗО, измеренной с помощью А-scan в исследуемых группах (см. табл. 10).

Значения ПЗО, полученные с помощью А-scan и IOL-master в высокой степени коррелируют между собой (коэф.корреляции=0,74; $p<0.05$).

Таблица 10.

Средние значения показателей глубины передней камеры глаза, толщины хрусталика, ПЗО и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

ПЗО IOL-master, мм	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 22,5	22,5-24,5	Более 24,5
Количество наблюдений	35	146	56
	17,94%	60,58%	24,48%
ГПК А-scan, мм	2,913±0,41*	3,145±0,46*	3,509±0,47*
ГПК IOL-master, мм	2,87±0,37*	3,08±0,38*	3,516±0,37*
ГПК Orbscan, мм	3,02±0,43*	3,117±0,44*	3,482±0,49*
Хрусталик, мм (А-scan)	4,774±0,5	4,620±0,59	4,639±0,67
ГПК+ТХ, мм (А-scan)	7,687±0,48*	7,764±0,61*	8,148±0,70*
ПЗО (А-scan)	22,07±0,47*	23,49±0,63*	25,47±1,10*

* Имеются статистически значимые различия, $p<0,05$

Таблица 11

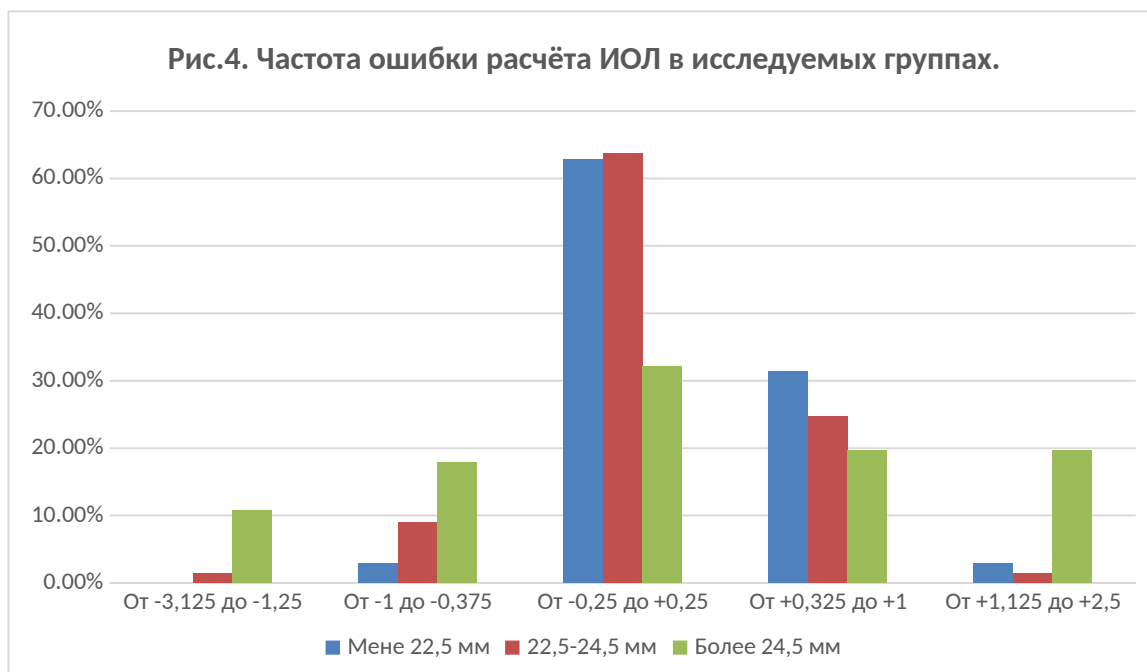
Частота ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах.

ПЗО IOL-master, мм	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 22,5	22,5-24,5	Более 24,5
Количество наблюдений	35	146	56
	17,94%	60,58%	24,48%
От -3,125 до -1,25	0	2 (1,37%)*	6 (10,71%)*
От -1 до -0,375	1 (2,86%)*	13 (8,9%)*	10 (17,86%)*
От -0,25 до +0,25	22 (62,85%)*	93 (63,7%)*	18 (32,14%)*
От +0,325 до +1	11(31,43%)	36 (24,66%)	11 (19,64%)
От +1,125 до +2,5	1 (2,86%)*	2 (1,37%)*	11 (19,64%)*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение частоты ошибки ИОЛ в исследуемых группах (см. табл. 11).

При сравнении частоты ошибки расчёта ИОЛ в группах, разделённых по величине ПЗО можно сделать вывод, что при расчёте ИОЛ на глазах с большим значением ПЗО статистически достоверно большая частота максимальной гиперметропической ошибки, максимальной и малой миопической ошибки (значимость $p < 0,05$) (рис.4).



3.5. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине угла Каппа.

Средние значения биометрических показателей в исследуемых группах представлены в таблице 12, 13 и 14.

Сравнение значений преломляющей силы роговицы в исследуемых группах (см. табл. 12).

При сравнении значений оптической силы роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины роговицы в исследуемых группах (см. табл. 12).

При анализе данных таблицы обращает на себя внимание увеличение значений толщины роговицы при увеличении угла Каппа. Однако при сравнении значений толщины роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений диаметра зрачка в исследуемых группах (см. табл. 12).

При анализе данных определяется прямо пропорциональное увеличение диаметра зрачка при увеличении угла Каппа. Статистически значимы различия между I и III группами (значимость $p < 0,05$).

Сравнение значений горизонтального диаметра роговицы в исследуемых группах (см. табл. 12).

При сравнении значений горизонтального диаметра роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах (см. табл. 12).

При сравнении средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах значимых различий между группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Таблица 12.

Средние значения показателей кератометрии, пахиметрии, W-t-W, угла Каппа, диаметра зрачка и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

Угол Каппа, °	1 группа Менее 3.01°	2 группа 3.01°-7.41°	3 группа Более 7.41°
Количество наблюдений	27	195	34
	10.55%	76.17%	13.28%
Кератометрия Автореф.	43,33±2,42	43,91±1,47	43,83±1,77
Пахиметрия, нм (Orbiscan)	555,1±44,75	563,1±41,79	573,4±33,25
Диаметр Зрачка	3,10±0,58*	3,23±0,55	3,44±0,67*
W-t-W, мм	11,64±0,39	11,56±0,42	11,56±0,40
Ошибка расчёта, D	-0,07±0,72	0,16±0,63	0,08±0,9

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Таблица 13

Средние значения показателей глубины передней камеры глаза, толщины хрусталика, ПЗО и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

	1 группа	2 группа	3 группа
Угол Каппа, °	Менее 3.01°	3.01°-7.41°	Более 7.41°
Количество наблюдений	27	195	34
	10.55%	76.17%	13.28%
ГПК А-scan, мм	3,07±0,43*	3,16±0,43*	3,40±0,58*
ГПК IOL-master, мм	3,07±0,38*	3,13±0,45*	3,32±0,30*
ГПК Orbscan, мм	3,15±0,42	3,17±0,47	3,33±0,58
Хрусталик, мм (А-scan)	4,62±0,67	4,63±0,58	4,52±0,70
ГПК+ТХ, мм (А-scan)	7,69±0,66	7,79±0,59	7,92±0,90
ПЗО (IOL-master)	24,80±4,14	23,65±1,44*	24,57±2,30*
ПЗО (А-scan)	24,11±1,43	23,57±1,24*	23,98±1,10*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью А-scan в исследуемых группах (см. табл. 13).

По результатам исследования отмечается, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением угла Каппа. Выявлено статистическое отличие III группы от I и II групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах). Статистически значимого различия между I и II группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 13).

По результатам исследования отмечается, как и при измерении значений ГПК с помощью A-scan, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением угла Каппа. Выявлено статистическое отличие III группы от I и II групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах). Статистически значимого различия между I и II группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью Orbiscan в исследуемых группах (см. табл. 13).

По результатам исследования отмечается, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением угла Каппа. Однако статистически значимого различия между исследуемыми группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 13).

При сравнении значений толщины хрусталика в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 13).

При сравнении значений суммы величин ГПК и толщины хрусталика в исследуемых группах отмечается увеличение значения этой суммы при увеличении угла Каппа. Однако статистически значимого различия между исследуемыми группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ПЗО, измеренного с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 13).

По результатам исследования отмечается, что есть статистически значимое отличие значений ПЗО III исследуемой группы от II группы (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между I и II исследуемыми группами не было обнаружено (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ПЗО, измеренного с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 13).

По результатам исследования отмечается, что, как и при измерении ПЗО с помощью IOL-master, есть статистически значимое отличие значений ПЗО III исследуемой группы от II группы (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между I и II исследуемыми группами не было обнаружено (значимость $p > 0,05$).

Таблица 13

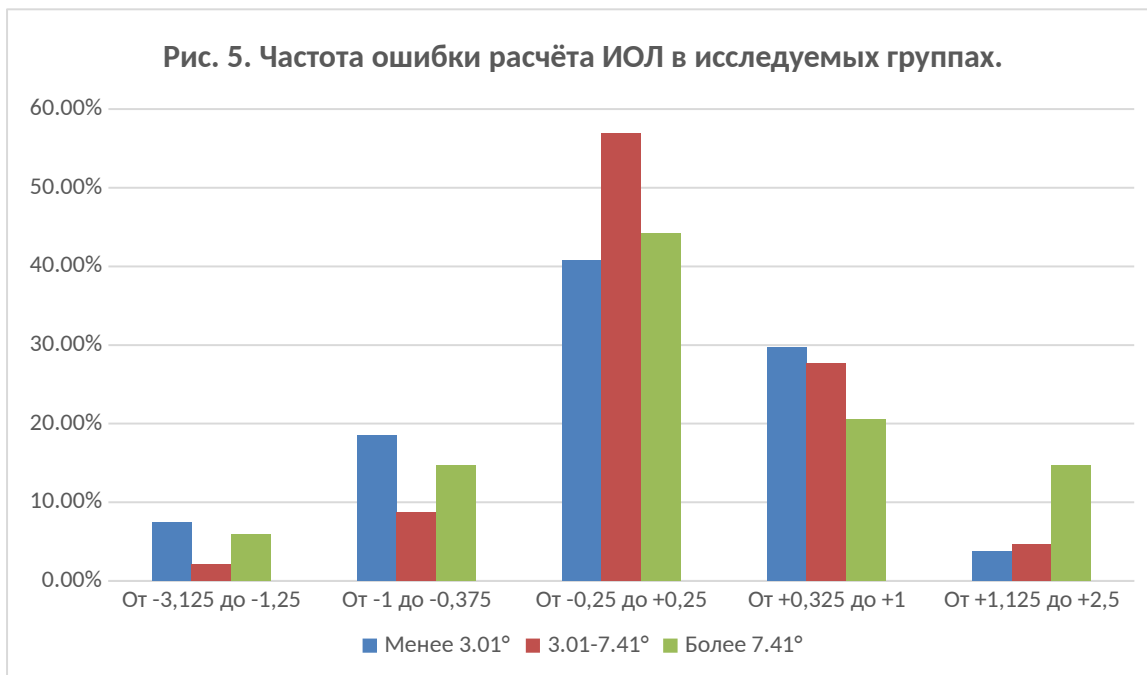
Частота ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах.

Угол Каппа, °	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 3.01°	3.01°-7.41°	Более 7.41°
Количество наблюдений	27	195	34
	24,22%	26,56%	24,61%
От -3,125 до -1,25	2 (7.40%)	4 (2.05%)	2 (5.88%)
От -1 до -0,375	5 (18.52%)	17 (8.72%)	5 (14.71%)
От -0,25 до +0,25	11 (40.74%)	111 (56.92%)	15 (44.12%)
От +0,325 до +1	8 (29.63%)	54 (27.69%)	7 (20.59%)
От +1,125 до +2,5	1 (3.70%)	9 (4.62%)*	5 (14.71%)*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение частоты ошибки ИОЛ в исследуемых группах (см. табл. 14).

При сравнении частоты ошибки расчёта интраокулярной линзы в исследуемых группах, распределённых по величине угла Каппа можно сделать вывод, что частота максимальной гиперметропической ошибки в группе с наибольшим углом Каппа статистически значимо больше, чем в группах со средним и наименьшим углом Каппа (значимость $p < 0.05$) (рис.5).



3.6 Результаты сравнительной оценки частоты ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по значениям квадрантов угла Каппа.

При данном исследовании все наблюдения были разделены на две группы: правый глаз и левый глаз. В каждой группе были выделены 4 подгруппы наблюдений по положению зрительной оси в квадрантах роговицы.

Типичным расположением зрительной оси для правого глаза является III квадрант, а для левого – IV квадрант. Ошибка в группах сравнивалась между типичным и нетипичным расположением зрительной оси. Значения ошибки расчёта в исследуемых группах представлены в таблице 15 и 16.

Таблица 15

Ошибка расчёта ИОЛ в группах, распределённых по расположению оптической оси правого глаза

Группы по квадранту	Группа 1 (271 ⁰ :180 ⁰)	Группа 2 (181 ⁰ : 270 ⁰)
Количество наблюдений	19	91
От -3,125 до -1,25	0	3 (3,3%)
От -1 до -0,375	3 (15,79%)	9 (9,89%)
От -0,25 до +0,25	9 (47,37%)	48 (52,75%)
От +0,325 до +1	7 (36,84%)	26 (28,57%)
От +1,125 до +2,5	0	5 (5,49%)

Сравнение частоты ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах

При сравнении частоты ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Таблица 16

Ошибка расчёта ИОЛ в группах, распределённых по расположению оптической оси левого глаза

Группы по квадранту	Группа 1 (0° : 270°)	Группа 2 (271° : 359°)
Количество наблюдений	11	89
От -3,125 до -1,25	1 (9,09%)	2 (2,25%)
От -1 до -0,375	0	12(13,48%)
От -0,25 до +0,25	9 (81,81%)	49(55,06%)
От +0,325 до +1	0	21(23,6%)
От +1,125 до +2,5	1 (9,09%)	5(5,62%)

Сравнение частоты ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах

При сравнении частоты ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

3.7. Результаты сравнительной оценки биометрических параметров глаза и величины ошибки расчёта ИОЛ в группах, выделенных по величине суммы значений ГПК и толщины хрусталика.

Средние значения биометрических показателей в исследуемых группах представлены в таблице 17, 18 и 19.

Таблица 17

Средние значения показателей кератометрии, пахиметрии, W-t-W, угла Каппа, диаметра зрачка и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

ГПК+ТХ, мм	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 7,41мм	7,41-8,18мм	Более 8.18мм
Количество наблюдений	49	154	58
	18.77%	59%	22.22%
Кератометрия Автореф.	43,78±1,59	43,93±1,73	43,77±1,61
Пахиметрия, нм (Orbscan)	566,1±39,51	564,4±44,41	561,4±34,54
Угол Каппа	5,22±2,04	5,63±1,85	5,50±1,95
W-t-W, мм	11,51±0,38*	11,51±0,41*	11,75±0,40*
Диаметр Зрачка	3,26±0,66	3,20±0,55	3,39±0,71
Ошибка расчёта, D	0.15±0.55	0.13±0.66	-0.01±0.86

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение значений преломляющей силы роговицы в исследуемых группах (см. табл. 17).

При сравнении значений оптической силы роговицы в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины роговицы в исследуемых группах (см. табл. 17).

При сравнении значений толщины роговицы в исследуемых группах отмечается уменьшение значения толщины роговицы при увеличении значения ГПК+ТХ. Однако при анализе не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений диаметра зрачка в исследуемых группах (см. табл. 17).

При сравнении значений диаметра зрачка в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений угла Каппа в исследуемых группах (см. табл. 17).

При сравнении значений угла Каппа в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия между исследуемыми группами (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений горизонтального диаметра роговицы в исследуемых группах (см. табл. 17).

При сравнении значений горизонтального диаметра роговицы в исследуемых группах было отмечено статистически значимо большее значение горизонтального диаметра роговицы в группе с максимальным значением ГПК+ТХ (III группа) относительно групп I и II (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах (см. табл. 17).

При сравнении средних значений ошибки расчёта в исследуемых группах значимых различий между группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 18).

По результатам исследования отмечается, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением ГПК+ТХ. Выявлено статистическое различие всех трёх групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 18).

По результатам исследования отмечается, как и при измерении значений ГПК с помощью A-scan, что значение ГПК прямо пропорционально увеличивается с увеличением ГПК+ТХ. Выявлено статистическое различие I и III групп (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между I и II группами, а также между II и III группами выявлено не было (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ГПК, измеренной с помощью Orbscan в исследуемых группах (см. табл. 18).

При сравнении значений ГПК, измеренной с помощью Orbscana в исследуемых группах не было выявлено статистически значимого различия (значимость $p > 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений толщины хрусталика в исследуемых группах (см. табл. 18).

По результатам исследования отмечается, что толщина хрусталика прямо пропорционально увеличивается с увеличением ГПК+ТХ. Выявлено статистическое различие всех трёх групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Сравнение значений ПЗО, измеренного с помощью IOL-master в исследуемых группах (см. табл. 18).

По результатам исследования отмечается, что значение ПЗО прямо пропорционально увеличивается с увеличением ГПК+ТХ. При анализе было выявлено статистически значимое отличие значений ПЗО III исследуемой группы от I и II групп (значимость $p < 0,05$). Статистически значимого различия между I и II исследуемыми группами не было обнаружено (значимость $p > 0,05$).

Сравнение значений ПЗО, измеренного с помощью A-scan в исследуемых группах (см. табл. 18).

По результатам исследования отмечается, что, как и при измерении ПЗО с помощью IOL-master, значение ПЗО прямо пропорционально увеличивается с увеличением ГПК+ТХ. Выявлено статистическое различие всех трёх групп (значимость $p < 0,05$ во всех группах).

Таблица 18

Средние значения показателей глубины передней камеры глаза, толщины хрусталика, ПЗО и стандартного отклонения в исследуемых группах (M±SD).

ГПК+ТХ, мм	1 группа Менее 7,41мм	2 группа 7,41-8,18мм	3 группа Более 8.18мм
Количество наблюдений	49	154	58
	18.77%	59%	22.22%
ГПК А-scan, мм	2,99±0,46*	3,16±0,40*	3,40±0,48*
ГПК IOL-master, мм	3,00±0,44*	3,15±0,43	3,23±0,40*
ГПК Orbscan, мм	3,21±0,58	3,15±0,45	3,29±0,48
Хрусталик, мм (А-scan)	3,95±0,57*	4,65±0,43*	5,13±0,45*
ПЗО (IOL-master), мм	23,73±3,34*	23,75±1,68*	24,17±1,32*
ПЗО (А-scan), мм	23,18±0,95*	23,65±1,27*	24,22±1,33*

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Таблица 19

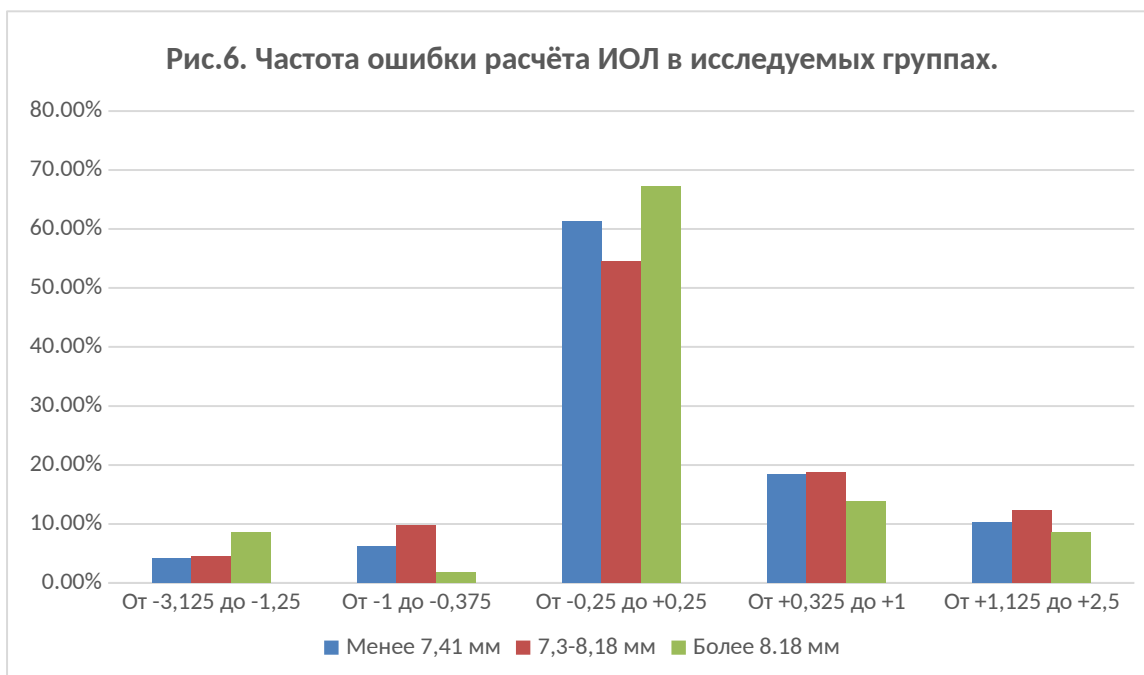
Частота ошибки расчёта ИОЛ в исследуемых группах.

ГПК+ТХ, мм	1 группа	2 группа	3 группа
	Менее 7,41мм	7,41-8,18мм	Более 8.18мм
Количество наблюдений	49	154	58
	18.77%	59%	22.22%
От -3,125 до -1.0	2 (4.08%)	7 (4.54%)	5 (8.62%)
От -0.875 до -0,5	3 (6.12%)	15 (9.74%)*	1 (1.72%)*
От -0,4 до +0,475	30 (61.22%)	84 (54.54%)	39 (67.24%)
От +0.5 до +0.875	9 (18.37%)	29 (18.83%)	8 (13.79%)
От +1.0 до +2,5	5 (10.20%)	19 (12.34%)	5 (8.62%)

* Имеются статистически значимые различия, $p < 0,05$

Сравнение частоты ошибки ИОЛ в исследуемых группах.

При сравнении частоты ошибки расчёта интраокулярной линзы в исследуемых группах, распределённых по величине суммы значений ГПК и толщины хрусталика можно сделать вывод, что частота малой миопической ошибки в группе с наибольшим ГПК+ТХ статистически значимо меньше, чем в группе со средним значением ГПК+ТХ (Рис. 6).



3.8. Сравнение точности расчёта ИОЛ по формуле SRK/T и по формуле SRK/T в модификации (с применением поправок).

В 2014 году было проведено научное исследование точности расчёта силы интраокулярной линзы по формуле SRK/T на основании 112 наблюдений, по результатам которого было установлено, что удовлетворительный результат (ошибка расчёта в пределах $\pm 1D$) с применением данной формулы достигает 87.5% случаев.

Расчёт ИОЛ по формуле SRK/T в модификации (с применением поправок) позволяет добиться удовлетворительного результата полученной рефракции (ошибка расчёта в пределах $\pm 1D$) в 91% случаев, что на 3,5% случаев точнее расчёта по формуле SRK/T.

В ходе исследования были сделаны следующие наблюдения и выявлены следующие закономерности:

1. Наименьшее среднее значение оптической силы роговицы ($42.97 \pm 2,83D$) характерно для группы с максимальной миопической ошибкой (от $-3,125$ до $-1,25D$). Наибольшее среднее значение оптической силы роговицы ($44,65 \pm 1,84D$) характерно для группы с наименьшей ошибкой расчёта ($\pm 0,25D$). Также в группах, распределённых по показателю кератометрии, миопическая ошибка (от $-3,125$ до $-0.375D$) достоверно чаще выявлялась при наименьшей оптической силе роговицы (менее $42D$). Эти результаты, возможно, обусловлены наличием поправок к формуле SRK/T, при которой наоборот, максимальная миопическая ошибка характерна для глаз с высокой оптической силой роговицы (более $44 D$).
2. Наибольшее среднее значение диаметра зрачка ($3,44 \pm 0,38\text{мм}$) характерно для группы с максимальной гиперметропической ошибкой ($+1,125$ до $+2,5D$). Наименьшее среднее значение диаметра зрачка ($3,16 \pm 0,48\text{мм}$) характерно для группы с малой миопической ошибкой (от -1.0 до $-0.375D$). Установлено, что при увеличении среднего значения диаметра зрачка несколько возрастает значение гиперметропической ошибки.
3. Наибольшее среднее значение толщины хрусталика ($4,85 \pm 0,58\text{мм}$) характерно для группы с максимальной миопической ошибкой расчёта (от $-3,125$ до $-1,25D$).
4. Наибольшее среднее значение глубины передней камеры ($3,39 \pm 0,53\text{мм}$) характерно для группы с максимальной гиперметропической ошибкой расчёта ($+1,125$ до $+2,5D$).
5. Наибольшее среднее значение суммы глубины передней камеры и толщины хрусталика ($8,04 \pm 0,38\text{мм}$) характерно для группы с максимальной миопической ошибкой (от $-3,125$ до $-1,25D$).

6. После операции ФЭК наибольшее среднее значение глубины передней камеры ($4,51 \pm 0,73$ мм) наблюдается в группе с наименьшей ошибкой расчёта ($\pm 0,25$ D).
7. Наименьшее среднее значение ПЗО глаза ($23,45 \pm 0,94$ мм) определяется в группе с минимальной ошибкой ($\pm 0,25$ D). По мере увеличения миопической и в гиперметропической ошибки увеличивается среднее значение ПЗО. В группах с максимальной миопической ошибкой (от $-3,125$ до $-1,25$ D) и максимальной гиперметропической ошибкой ($+1,125$ до $+2,5$ D) размер ПЗО глаза превышает 24.5 мм. Данный вывод подтверждается результатами исследования (глава 3.4), при котором пациенты были распределены по величине ПЗО глаза.
8. Оптическая сила роговицы обратно пропорциональна величине горизонтального диаметра роговицы, величине ПЗО, что соответствует конституциональным параметрам глаз различного размера.
9. Оптическая сила роговицы прямо пропорциональна величине угла Каппа.
10. Были подтверждены факты, обусловленные конституционными параметрами, утверждающие, что горизонтальный диаметр роговицы прямо пропорционален диаметру зрачка, глубине передней камеры, сумме значений глубины передней камеры и хрусталика и величине ПЗО глаза.
11. В ходе данного исследования не выявлено закономерностей распределения ошибки расчёта ИОЛ в зависимости от значений горизонтального диаметра роговицы.
12. Величина угла Каппа прямо пропорциональна величине диаметра зрачка и размеру ГПК.
13. В группе с углом Каппа более $7,41^\circ$ размер ПЗО достоверно больше, чем в группе с углом Каппа, равным $3,01^\circ$ - $7,41^\circ$.
14. Впервые была установлена взаимосвязь угла Каппа с ошибкой расчёта. При расчёте ИОЛ на глазах с углом Каппа более $7,41^\circ$

- достоверно чаще возникает максимальная гиперметропическая ошибка (от +1,125 до +2,5D). Эти результаты могут быть использованы для предоперационной поправки к формуле SRK/T.
15. В ходе данного исследования не выявлено закономерностей распределения ошибки расчёта ИОЛ в зависимости от расположения оптической оси глаза.
 16. В группе со значением ГПК+ТХ более 8,18мм горизонтальный диаметр роговицы достоверно больше ($11,75 \pm 0,40$ мм), чем в группах со значением ГПК+ТХ менее 8,18 мм ($11,51 \pm 0,41$).
 17. В ходе данного исследования не выявлено закономерностей распределения ошибки расчёта ИОЛ в зависимости от суммы значений ГПК и толщины хрусталика, что противоречит результатам, полученным в главе 3.1. Исследование влияние данного биометрического параметра на точность расчёта ИОЛ требует дальнейшего изучения.
 18. Точность расчета силы интраокулярных линз, выполняемого по формуле SRK/T в модификации, в пределах $\pm 1D$ оказалась равной 91% что превысило аналогичный результат формулы SRK/T на 3,5%.

Выводы

1. Установлена прямо пропорциональная связь величины угла Каппа с диаметром зрачка, глубиной передней камеры глаза, длиной передне-задней оси глаза.
2. У больных с оптической силой роговицы менее 42D частота миопической ошибки (от -3,125 до -0.375D) оказалась достоверно выше, чем в группах с оптической силой роговицы более 42D.

3. У пациентов с длиной ПЗО более 24,5 мм достоверно чаще, чем при длине ПЗО менее 24,5 мм, возникает как миопическая ошибка (от -3,125 до -0,375D), так и гиперметропическая ошибка (от +0,375 до +2,5D).
4. При расчёте ИОЛ на глазах с углом Каппа более 7.41° , а также с диаметром зрачка более 3,4 мм достоверно чаще возникает максимальная гиперметропическая ошибка (от +1,125 до +2,5D).
5. Точность расчета силы интраокулярных линз, выполняемого по формуле SRK/T в модификации, в пределах $\pm 1D$ оказалась равной 91% что превысило аналогичный результат, полученный по формуле SRK/T на 3,5%.

Подпись автора дипломной работы

/Кейер Ф.Н.

Список литературы

1. Agarwal A., Kumar D.A., Jacob S. Angle kappa may play important role in success of multifocal IOLs. // Ocular Surgery News U.S. Edition. – 2010. – May. – P. 12-13;
2. Aoshima S., Nagata T., Watanabe I. Simulation of night myopia in pseudophakic eyes. // Nihon Ganka Gakkai Zasshi. – 2000. – V. 104. – P. 324-327;
3. Bonnie Henderson, Roberto Pineda, Christine Ament, Sherleen Chen, Jae Kim, ESSENTIALS OF CATARACT SURGERY; 1st; 1556428022; Slack Incorporated ; 01/01/2007.;

4. Buehl W., Stojanac D., Sacu S. et al. Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth // Am. J. Ophthalmol. -2006.-V. 141.-P. 7-12;
5. C. D. Kelman, "Phacoemulsification and Aspiration. A New Technique of Cataract Removal. A Preliminary Report," Am. J. Ophthalmol. 64:23–35 (1967).;
6. Colvard M. Achieving Excellence in Cataract Surgery A Step-by-Step Approach Edited by D. Michael Colvard, MD, FACS, - 2009. – P. 10-13;
7. Cumming J., Colvard D., Dell S., et al. Clinical evaluation of the Crystalens AT-45 accommodating intraocular lens Results of the U.S. Food and Drug Administration clinical trial. J Cataract Refract Surg 2006; 32:812-25.;
8. Cuthbertson FM, Peirson SN, Wulff K, Foster R, Downes SM. Blue light–filtering intraocular lenses: Review of potential benefits and side effects. J Cataract Refract Surg 2010; in press.;
9. Dick H. B, Augustin A. J. Lens implant selection with absence of capsular support. Curr Opin Ophthalmol. – 2001; 12:47-57.;
10. Garg A., Fry L. L., Gutiérrez-Carmona F. J., Tabin G., Pandey S. K. Clinical practice in small incision cataract surgery (phaco manual). – 2004. London and New York: Taylor & Francis Group. – P. 981.;
11. Happe W., Wiechens B., Haigis W., Behrendt S., Duncker G. Intraoperative skiascopy for determining the refractive value of an implantable intraocular lens. // Klin Monbl. Augenheilkd. – 1997. – V. 210. – P. 207-212;
12. Hashemi H., KhabazKhoob M., Yazdani K., Mehravaran S., Jafarzadehpur E., Fotouhi A. Distribution of angle Kappa measurements with Orbscan II in a population-based survey. // J. Refract. Surg. – 2010. – V. 26. – P. 966-971;
13. Henderson B., MD, Pineda R., II, MD, Ament C., MD, Chen S., MD, Kim J., MD, PhD; ESSENTIALS OF CATARACT SURGERY; 1st; 1556428022; Slack Incorporated ; 01/01/2007;
14. Hillis A. Use of regression formulas for IOL power calculation // Am. Intra-Ocular Implant. Soc. J. - 1981. - V. 7. - P. 62.;
15. Hillman J.S. The computer calculation of intraocular lens power. A clinical

- study. // Trans. Ophthalmol. Soc. UK. – 1980. – V. 100. – P. 222-228.;
16. Hoffer K. Clinical results using the Holladay 2 intraocular lens power formula // J. Cataract Refract Surg. - 2000. - V. 26. - P. 1233-1237;
 17. Hoffer K. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas // J. Cataract Refract. Surg. - 1993. - V. 19. - P. 700-712;
 18. Holladay J. International intraocular lens & implant registry // J. Cataract Refract. Surg. - 2002. - V. 28. - P. 152-174;
 19. Holladay J. Refractive power calculations for intraocular lenses in the phakic eye // Am. J. Ophthalmol. - 1993. - V. 116. - P. 63-66;
 20. Holladay J., Prager T.C., Ruiz R.S., Lewis J.W., Rosenthal H. Improving the predictability of intraocular lens power calculations // Arch. Ophthalmol. – 1997. – V. 104. - P. 539-541;
 21. Langenbucher A., Huber S., Nguyen N.X., Seitz B., Gusek-Schneider G.C., Kuchle M. Measurement of accommodation after implantation of an accommodating posterior chamber intraocular lens. // J. Cataract Refract. Surg. – 2003. – V. 29. – P. 677–685.;
 22. Lindstorm R. M. D . Аккомодационные интраокулярные линзы при фактоэмульсификации // Highlights of Ophthalmology. – 2005. №1. P. 4–6.
 23. Mainster MA, Sparrow JR. How much blue light should an IOL transmit? Br J Ophthalmol 2003; 87: 1523-1529;
 24. Mayer E, Cadman D, Ewings P et al. A 10-year retrospective survey of cataract surgery and endophthalmitis in a single eye unit; injectable lenses lower the incidence of endophthalmitis. Br J Ophthalmol 2003; 87:867-869.
 25. Norrby N. Systematic approach to IOL power calculation. Part 2. Biometry//XVI Congress of the ESCRS. -Nice, 1998.-P. 133;
 26. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. // J. Cataract Refract. Surg. – 2008. – Vol. 34. – P. 368–376.;
 27. Nuijts R., Levy P., De Vries N. E. Intermediate vision with the RESTOR +3 aspheric multifocal intraocular lens / XXVI Congress of the ESCRS. – Berlin, 2008. – P. 170;

28. Pepose J. S., Qazi M. A., Davies J., et al. Visual performance of patients with bilateral vs combination Crystalens, ReZoom, and ReSTOR intraocular lens implants. *Am J Ophthalmol.* – 2007; 144:347-57;
29. Preussner P. R., Wahl J., Lahdo H., et al. Ray tracing for intraocular lens calculation // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2002. – Vol. 28. – P. 1412–1419.;
30. Retzlaff J., Sanders D., Kraff M. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula // *J. Cataract Refract. Surg.* - 1990. - V. 16.-P. 333-340;
31. Roberto Bellucci, «An Introduction to Intraocular Lenses: Material, Optics, Haptics, Design and Aberration» Güell JL (ed): *Cataract. ESASO Course Series.* Basel, Karger, 2013, vol 3, pp 38–55;
32. Sanders D., Retzlaff J., Kraff M. Comparison of the SRK/II™ formula and other second-generation formulas // *J. Cataract Refract. Surg.* - 1988. - V. 14. -P. 136-141;
33. Sanders D. R., Retzlaff J. A., Kraff M. C., et al. Comparison of the SRK/T formula and other theoretical and regression formulas // *J. Cataract Refract. Surg.* – 1990. – Vol. 16. – P. 341–346;
34. Seitz B, Langenbucher A. Intraocular lens calculations status after corneal refractive surgery. // *Curr. Opin. Ophthalmol.* – 2000. – V. 11. – P. 35-46;
35. Szaflik J, Kaminska A, Gajda S, Jedruch A. Accuracy of the SRK II, SRK/T, Holladay and Hoffer Q IOL power calculation formulas in hyperopic patients after phacoemulsification;
36. The Royal College of Ophthalmologists, *Cataract Surgery Guidelines.* September 2010, 48-50c;
37. Wang JJ, Klein R, Smith W et al. Cataract surgery and the 5 year incidence of Late Stage Age Related Maculopathy. *Ophthalmology* 2003; 110: 1960-1967;
38. Zumani M., Fegghi M. Vizual activity and contrast sensitivity comparison between aspherical and spherical intraocular lenses / XXVI Congress of the ESCRS. – Berlin, 2008. – P.170;
39. Аветисов С. Э., Юсеф Н.Ю., Юсеф С.Н., Гаджиева Д. З. и др. // *Современные технологии хирургии катаракты*, 2004. – М., 2004. – С.13–17;

40. Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Касьянов А.А. и др. Ретроспективный анализ точности различных формул расчета оптической силы ИОЛ // Современные технологии хирургии катаракты - 2003. - М., 2003. - № 4. С. 20-25;
41. Азнабаев Б.М. Ультразвуковая хирургия катаракты - факоэмульсификация. – М.: Август Борг, 2005. – 136с.;
42. Азнабаев М.Т., Кувандыкова Д.Г., Шатрова Г.Р. Экспериментальное изучение эффективности силиконового протектора для защиты стекловидного тела и сетчатки при факоэмульсификации. // Вестник офтальмологии – 2003. - №5. – С. 8-9;
43. Алексеев Б.Н., Ширшиков Ю.К. Ультразвуковая бесконтактно-капельная эхография и имплантация искусственного хрусталика // Ультразвуковая диагностика и хирургия в офтальмологии. - М., 1980. — С. 125-128;
44. Бессарабов А.Н., Пантелеев Е.Н. Адаптивный расчет оптической силы ИОЛ для рефракционной лenseктомии (часть I) // Офтальмохирургия. - 2000.-№4.-С. 46-57;
45. Бессарабов А.Н., Пантелеев Е.Н. Адаптивный расчет оптической силы ИОЛ для рефракционной лenseктомии (часть II) // Офтальмохирургия. - 2001. -№1. - С. 40-50;
46. Глузман М.И., Пирогов Ю.И. Оценка глубины передней камеры и угла Каппа при расчете ИОЛ. // VII Всероссийская научная конференция молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии» в рамках научно-практической конференции «Федоровские чтения-2012».
47. Гундорова Р. А., Ченцова Е. В., Дживанян А. А. К вопросу об интраокулярной коррекции при травматических катарактах и сопутствующей патологии глаз // Современные технологии хирургии катаракты. – М., 2000. – С. 21–26.

- 48.Другов А. В., Субботина И. Н., Оборина О. В., Крылова О. В. Опыт применения переднекамерных интраокулярных линз в хирургии катаракты // 3-я Евро-Азиатская конф., по офтальмологии. Ч. 1. – Екатеринбург, 2003. – С. 6–7.
- 49.Захлюк М.И. Комплексное хирургическое лечение осложненных катаракт при миопии: автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. мед. наук: 14.00.08.- М., 2000.- 23 с.; Осипов А.Э. Замещение объема хрусталика после экстракции катаракты при миопии высокой степени: Дис. ... канд. мед. наук.- М., 1999.- 129 с
- 50.Иванов М.И., Шевелев А.Ю. Формула расчета оптической силы ИОЛ // Вестник офтальмологии. - 2003. - № 4. - С. 52-54.;
- 51.Иванов М.Н., Бочаров В.Е., Шевелев А.Ю., Столяренко Г.Е., Ганцовский П.И. Формула расчета оптической силы эластичных интраокулярных линз // Вестник офтальмологии. - 2000. - № 1. - С. 39-41.
- 52.Ивашина А.И., Пантелеев Е.Н., Бессарабов А.Н. Влияние вариабельности биометрических показателей при развитии катаракты на точность расчета ИОЛ // Современные технологии хирургии катаракты -2001. -М., 2001.-С. 71-75
- 53.Касьянов А.А. Рефракционные аспекты интраокулярной коррекции афакии: Автореферат дис. ... д-ра мед. наук. - Москва, 2006. - 47 с;
- 54.Липатов Д.В. Оценка эффективности различных методов расчета оптической силы ИОЛ при транссклеральной фиксации // Современные технологии хирургии катаракты - 2002. - Москва, 2002. - С. 199-204;
- 55.Липатов Д.В. Оценка эффективности различных формул для расчета оптической силы интраокулярной линзы при транссклеральной фиксации // Вестник офтальмологии-2003. -№ 6. - С. 33-35;
- 56.Малюгин Б. Э. Хирургия катаракты и интраокулярной коррекции афакии: достижения, проблемы и перспективы развития // Вестник офтальмологии. – 2006. – 122. – С. 37–41.;
- 57.Малюгин Б.Э., Егорова Э.В., Копаева А.И. и др. Проблемы

- хирургического лечения катаракты и интраокулярной коррекции афакии по результатам 20-летней работы МНТК «Микрохирургия глаза» // Офтальмохирургия. -2007.-№ 1.-С. 10-17.
58. Михальчик С.В., Завгородняя Т.С., Завгородняя Н.Г. Особенности оптической системы глаза у больных с различными аметропиями. // Актуальные проблемы офтальмологии. – 2011. – Р. 44-46;
59. Мошетьова Л.К., Нероев, Х. П., Егоров Е.А. Офтальмология. Клинические рекомендации - М., ГЭОТАР-Медиа – 2006. – 326 с.
60. Мошетьова Л.К., Аветисов С.Э., Егоров Е.А., В. В. Нероев, Х. П. Тахчиди. Офтальмология: национальное руководство – М.,: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 525 с.
61. Першин К.Б. «Занимательная фактоэмульсификация. Записки катарактального хирурга. – Спб: изд. «Борей Арт», 2007. – 133 с., 28 илл.
62. Розенблюм Ю.З. Оптометрия (подбор средств коррекции зрения). – СПб: Гиппократ, 1996. – 320с.
63. Федоров С.Н., Колинко А.И., Ивашина А.И. Методика расчета оптической силы интраокулярной линзы // Вестник офтальмологии. - 1967. -№ 4. -С. 27-31.
64. Федоров С. Н., Егорова Э. В. Ошибки и осложнения при имплантации искусственного хрусталика. – М., 1992. – С. 247.
65. Филиппова О.М. Выбор тактики хирургического вмешательства и планирования послеоперационной рефракции при глаукоме, катаракте и миопии// Глаукома – 2002. - №2. – С.44-51.
66. Чепкасов Е.В., Соболев А.Б. Анализ математических моделей глаза, применяемых в расчётах оптической силы интраокулярных линз для пациентов, перенёвших рефракционные операции. Уральский государственный технический университет. «Учебная лаборатория», стендовый доклад. 2008.