ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА» ИМЕНИ С.Н. ФЕДОРОВА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ На правах рукописи

ПИРОГОВА ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ НАБУХАЮЩЕЙ КАТАРАКТЫ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА АНАТОМО-ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПЕРЕДНЕГО ОТРЕЗКА ГЛАЗА

14.01.07 - глазные болезни

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Фабрикантов Олег Львович

Тамбов-2020

Оглавление

Введение
Глава 1. Обзор литературы14
1.1 Эпидемиология зрелой набухающей катаракты14
1.2 Особенности строения хрусталика и патогенез набухающей катаракты15
1.3 Диагностика набухающей катаракты
1.4 Особенности хирургии набухающей катаракты
1.4.1 Этапы развития техники выполнения переднего непрерывного кругового капсулорексиса при факоэмульсификации катаракты
1.4.2 Особенности техники выполнения переднего непрерывного кругового капсулорексиса при факоэмульсификации набухающей катаракты
1.4.3 Техника проведения факоэмульсификации набухающей катаракты 32
1.5 Послеоперационные роговичные осложнения факоэмульсификации осложненной катаракты
Глава 2. Материалы и методы исследования
2.1 Общая характеристика клинического материала
2.2 Клинико-функциональные методы исследования40
2.3 Методы статистической обработки результатов
Глава 3. Анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза у пациентов с набухающей катарактой47

3.1 Сравнительная характеристика параметров переднего отдела глаза у
пациентов с односторонней набухающей катарактой по отношению к их парным
глазам по данным ультразвуковой биомикроскопии
3.2 Характеристика параметров переднего отдела глаза с набухающей катарактой
и их парных глаз при исследовании методом А-сканирования и ультразвуковой
биомикроскопии
Глава 4. Разработка методики прогнозирования и оценки внутрихрусталикового
давления
4.1 Методика интраоперационной оценки внутрихрусталикового давления62
4.2 Математическое моделирование и прогнозирование величины
внутрихрусталикового давления на основе анализа данных предоперационного
УБМ-исследования и данных интраоперационной оценки внутрихрусталикового
давления (ВХД)
4.3 Математическая модель определения величины внутрихрусталикового
давления по результатам А – сканирования71
Глава 5. Оптимизация технологии ультразвуковой факоэмульсификации
набухающей катаракты79
5.1 Оптимизированная техника факоэмульсификации набухающей катаракты79
5.2 Интраоперационные осложнения у пациентов основной и контрольной
группы
5.3 Интраоперационное исследование глубины передней камеры при
факоэмульсификации набухающей катаракты
5.3.1 Техника интраоперационного определения глубины передней камеры84

Глава 6. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов хирургии
набухающей катаракты с использованием разработанной оптимизированной
технологии и традиционной техники факоэмульсификации
6.1 Особенности течения послеоперационного периода
6.2 Осложнения раннего послеоперационного периода
6.3 Отдаленные результаты применения оптимизированной технологии
фкоэмульсификации набухающей катаракты 99
6.4 Определение потери эндотелиальных клеток при факоэмульсификации
набухающей катаракты с имплантацией ИОЛ101
Заключение108
Выводы
Практические рекомендации122
Список сокращений124
Список литературы125

Введение

Актуальность

Факоэмульсификация все шире завоевывает позиции во всем мире, являясь «золотым стандартом» хирургического лечения катаракты. В связи с появлением новых технологий и оборудования, хирургическое лечение катаракты является одной из самых безопасных и наиболее успешных хирургических процедур в офтальмологии [Азнабаев Б.М., 2005; Азнабаев Б.М., 2016; Балашевич Л.И. с соавт., 2012; Иошин И.Э. с соавт., 2011; Малюгин Б. Э. ,2002; Малюгин Б.Э., 2014; Arshinoff S.A., 1999; Ben – Eliahu S. et al., 2010; Dzinic V. et al., 2014; Hwang H.B. et al., 2015; Özmen S. et al., 2017; Tognetto D. et al., 2004]. По данным ВОЗ, к 2025 году около 17 миллионов человек будут нуждаться в оперативном лечении катаракты [Либман Е.С., 2008; Першин К.Б., 2007; Сташкевич С.В., 2003]. В 1991 году был проведен анализ 2967 случаев катаракты в проспективном обзорном исследовании, 34 (1,15 %) пациента из них имели зрелую набухающую катаракту [Gimbel H.V., Willerscheidt A.B. (1993)]. В Тамбовском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова в 2019 г. проведено 7000 операций по поводу катаракты, из них 401 (5,73 %) при зрелой набухающей катаракте.

Зрелая набухающая катаракта в мировой литературе представлена белой, старческой понятием зрелой катаракты. Это, весьма условное определение, разные авторы трактуют по-разному. Soosan J. (2017) подразделяет катаракту на набухающую белую, с большим количеством разжиженных хрусталиковых масс и относительно небольшим, хрупким ядром, белую с более склерозированным ядром крупным, И меньшим количеством жидких хрусталиковых масс или белую с фиброзной передней капсулой [171].

Вгаzitikos P.D. с соавт. (1999) в своем исследовании 100 последовательных случаев белой старческой катаракты разделил их на три разных типа. Тип 1 характеризовался наличием разжиженной коры и наблюдался в 44 глазах. При обследовании они имели гомогенную беловатую структуру и пузырьки в переднем корковом слое, что говорит о разжижении коры. Передняя камера мельче на этих глазах по сравнению с парным глазом, из-за набухания хрусталика. Белые катаракты 2 типа имели белый цвет в передней части хрусталика, плотный передний эпинуклеус и наблюдались в 49 глазах. В зависимости от переднего коркового слоя ядро может быть видимым или невидимым, чаще белого цвета. Тип 3 белой катаракты наблюдался в 7 глазах и характеризовался наличием фиброзной и часто сморщенной белой капсулы [90].

Figueiredo C.G. с соавт. (2012) в своей хирургической классификации подразделяет белые катаракты на 3 вида:

1. Безжидкостная жемчужно-белая катаракта или нормотензивная белая катаракта, или не набухающая белая катаракта.

2. Жидкостная жемчужно-белая катаракта или набухающая катаракта

3. Перезрелая белая катаракта или Морганиева катаракта [107].

В мировой и современной отечественной литературе нет четких критериев понятия зрелой набухающей катаракты с объективными факторами набухания хрусталика, при наличии которых, наряду с уже известными признаками, можно диагносцировать. Для С уверенностью ee выявления дополнительных характеристик изменения переднего отдела глаза при набухающей катаракте, характера и степени набухания хрусталика, возможности прогнозирования осложнений время хирургического вмешательства, необходимо BO дополнительное исследование анатомо-топографических особенностей переднего отдела глаза и хрусталика.

Несмотря на прогресс хирургии катаракты в настоящее время, факоэмульсификация набухающей катаракты продолжает вызывать затруднения даже у опытных хирургов. (Basti S., 1999; Bhattacharjee K. с соавт., 1999; Centurion V. с соавт., 2008; Ermiş S.S. с соавт., 2003; Figueiredo C.G. с соавт.,

2012; Jaffe N.S. с соавт., 1992; Раи Н. с соавт., 1986; Yan Q. с соавт., 2002). Chakrabarti A. с соавт. (2000) провел ретроспективное исследование 212 операций у пациентов с белой катарактой. Интраоперационные осложнения включали незаконченный капсулорексис на 60 глазах (28,3%), разрыв задней капсулы на 4 (1,9%),вынужденный переход ЭЭК на 4 (1,9%),глазах на глазах интраоперационный миоз на 7 глазах (3,3%). Послеоперационные осложнения включали отек роговицы на 12 глазах (5,7%) и ирит на 2 глазах (0,9%).

SelimGenç et al. (2016), проанализировали результаты выполнения капсулорексиса у 40 пациентов с набухающей катарактой. При выполнении капсулорексиса с использованием высокомолекулярного вискоэластика хирургически индуцированный разрыв передней капсулы возник на 20 (50%) глазах, всем им выполнена экстракапсулярная экстракция катаракты, из них в 2 (5%) глазах разрыв перешел на заднюю капсулу, где была произведена витрэктомия и склеральная фиксация ИОЛ.

Интраоперационные осложнения связаны, основном, В с риском неконтролируемого разрыва капсульного мешка при выполнении переднего капсулорексиса И повреждения задней капсулы хрусталика при факоэмульсификации ядра, вызвано повышением интракапсулярного что давления при набухании хрусталика (Bhattacharjee K. et al., 1999; Centurion V. et al., 2008; Marco Havlina et al., 2011; Ina Conrad-Hengerer et al., 2014; T. Jaeschke et al., 2014). Вопрос повышения внутрихрусталикового давления слабо освещен в современной литературе, нет разработанной технологии интраоперационной и дооперационной оценкивнутрихрусталикового давления, которая необходима для снижения количества осложнений при факоэмульсификации набухающей катаракты.

Послеоперационные осложнения определяются большей потерей клеток роговичного эндотелия за счет измельчения передней камеры при набухании хрусталика, что приводит к снижению функциональных результатов лечения (Романенко Б.В. с соавт., 2003; Bhattacharjee K., 1999; Centurion V. с соавт. 2008; Ermiş S.S. с соавт. 2003; Ina Conrad-Hengerer et al., 2014; Jaeschke T. et al., 2014;

Henderer F.N. et al., 2015; Dzinic M. et al., 2014). Малюгин Б.Э. (2002) показал, что при факоэмульсификации не осложненной катаракты потеря эндотелиальных клеток через 2 года после операции составила 8,62 % [36]. По данным Мищенко О.П. с соавт. после факоэмульсификации катаракты с ядром 4-5 степени плотности потеря эндотелиальных клеток в первые сутки после операции составила 10%, через 1 мес. – 15 %, через 3 месяца – 19 % [41]. Правосудова М.М. (2012) определила, что при глубине передней камеры 1,91 мм, измеренного от эндотелия роговицы до передней капсулы хрусталика, непосредственно после факоэмульсификации средняя потеря эндотелиальных клеток составила 10,3%, в отдаленном послеоперационном периоде –14,9%. [50, 51]. Данные исследования показывают, увеличение что потери эндотелиальных клеток при факоэмульсификации зависит как от плотности ядра хрусталика, так и от глубины передней камеры.

Таким образом, изучение анатомо-топографических особенностей строения переднего отдела глаза и набухающего хрусталика, анализ зависимости от них внутрихрусталикового давления, разработка величины методики предоперационной оценки внутрихрусталикового давления и оптимизация технологии факоэмульсификации набухающей катаракты с целью уменьшения осложнений улучшения количества И функциональных результатов представляется актуальной задачей.

Цель работы

Разработать технологию хирургического лечения набухающей катаракты на основании анализа анатомо-топографических особенностей строения переднего отрезка глаза и хрусталика.

Задачи исследования

1. Изучить методом УБМ и ультразвукового А-сканирования анатомотопографические особенности строения переднего отрезка глаза и

набухающего хрусталика, выявить объективные признаки набухания катаракты.

- Разработать методику интраоперационной оценки внутрихрусталикового давления в глазах с набухающей катарактой и исследовать его зависимость от анатомо-топографических особенностей переднего отрезка глаза.
- 3. Разработать математическую модель предоперационной оценки величины внутрихрусталикового давления на основании анализа результатов исследования анатомо-топографических особенностей строения переднего отрезка глаза и интраоперационных результатов оценки внутрихрусталикового давления.
- Оптимизировать хирургический этап технологии факоэмульсификации набухающей катаракты, основываясь на результатах преоперационной оценки величины внутрихрусталикового давления с целью снижения риска операционных осложнений.
- 5. Провести сравнительный анализ клинико-функциональных результатов набухающей разработанной хирургии катаракты использованием с оптимизированной технологии И традиционной методики факоэмульсификации.

Научная новизна

1. Впервые на основании УБМ исследований анатомо-топографических параметров переднего сегмента глаза разработана компьютерная методика оценки внутрихрусталикового давления при набухающей катаракте и определена его зависимость от толщины хрусталика, глубины передней камеры и величины слоя разжиженных хрусталиковых масс.

2. Разработана и внедрена в клиническую практику оптимизированная технология ФЭК при набухающей катаракте, основанная на предоперационной оценке внутрихрусталикового давления, его выравнивании с ВГД в ходе операции, выполнении малого капсулорексиса с аспирацией хрусталиковых масс

для снижения ВХД и углубления передней камеры с последующим выполнением капсулорексиса диаметром 5,0-5,5 мм, факоэмульсификацией ядра и имплантациией ИОЛ.

Практическая значимость

1. Предоперационная оценка внутрихрусталикового давления, на основе разработанной математической модели с использованием толщины хрусталика, глубины передней камеры и величины слоя разжиженных хрусталиковых масс, определенных при помощи УБМ, дает возможность создать равновесие внутриглазного и внутрихрусталикового давления при выполнении двухэтапного переднего кругового капсулорексиса и избежать неконтролируемого линейного разрыва передней капсулы (синдрома «аргентинского флага»).

2. Проведенное ультразуковое исследование толщины набухающего хрусталика при помощи метода А-сканирования и УБМ выявило разницу полученных данных при двух разных методах исследования, связанную с наличием разжиженных хрусталиковых масс, на основе сравнительного анализа которых разработана математическая модель по определению предоперационного внутрихрусталикового давления по данным А – сканирования.

3. Разработанная технология удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика после выполнения малого капсулорексиса позволила увеличить глубину передней камеры на 1,66±0,11 мм и уменьшить риск потери эндотелиальных клеток при факоэмульсификации набухающей катаракты.

4. Разработанная оптимизирована технология факоэмульсификации набухающей катаракты позволила снизить риск операционных и послеоперационных осложнений и повысить клинико-функциональные исходы хирургического лечения при данной патологии.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Разработанная оптимизированная технология хирургического лечения набухающей катаркты, основанная предоперационной на оценке процент внутрихрусталикового давления, позволяет снизить интра-И послеоперационных осложнений, а также уменьшить срок реабилитации пациентов с данной патологией.

2. Внутрихрусталиковое давление при набухающей катаракте превышает внутриглазное давление и коррелирует с толщиной хрусталика, глубиной передней камеры и величиной переднего слоя разжиженных хрусталиковых масс.

Внедрение в практику

Разработанные методы хирургического лечения набухающей катаракты были внедрены научно-клиническую И практическую деятельность В Тамбовского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н.Федорова» Минздрава РФ, Новосибирского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ, Калужского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ, Чебоксарского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н.Федорова» Минздрава РФ и В педагогическую деятельность кафедры офтальмологии медицинского института ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина».

Апробация работы

Основные положения диссертации были доложены на конференции молодых ученых в Москве (2016), на конференции в Оренбурге (2017), на XXXV съезде ESCRS (2017) в Португалии, на XV всероссийской научно–практической

конференции с международным участием «Федоровские чтения-2018» (Москва, 2018), на 9 международной конференции «Восток–Запад» (Уфа, 2018), на XIII Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии» (Москва, 2018), на XXXVI съезде ESCRS (2018) в Австрии, на конференции «Новые технологии в офтальмологии» (г. Казань, 2019), на еженедельной научно-практической конференции ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохиругия глаза» им. акад. С. Н. Федорова» (Москва, 2020).

Публикации

По теме опубликовано 11 печатных работ, из них 8 в центральной печати. Получены 3 патента РФ и 2 свидетельства о регистрации компьютерных программ.

1. Патент на изобретение № 2591641 «Способ хирургического лечения набухающей катаракты»,

2. Патент на изобретение № 2645607 «Способ дооперационного определения величины внутрихрусталикового давления у пациентов с набухающей катарактой». Авторы изобретения: Фабрикантов О.Л., Николашин С.И., Пирогова Е.С., Шутова С.В.

3. Патент на изобретение № 2680192 «Способ интраоперационного определения величины внутрихрусталикового давления при хирургическом лечении набухающей катаракты». Авторы изобретения: Фабрикантов О.Л., Николашин С.И., Пирогова Е.С.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020619159 «Математическое прогнозирование величины внутрихрусталикового давления у пациентов с набухающей катарактой с использованием параметров переднего отрезка глаза, полученных методом А-сканирования». Авторы: Пирогова Е.С., Николашин С.И., Фабрикантов О.Л., Арясов А.С., Шутова С.В.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020619160 «Математическое прогнозирование величины

внутрихрусталикового давления у пациентов с набухающей катарактой». Авторы: Пирогова Е.С., Николашин С.И., Фабрикантов О.Л., Арясов А.С., Шутова С.В.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 145 листах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, 5-ти глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 19 рисунками, 24 таблицами. Список литературы содержит 70 отечественных и 126 иностранных источников.

ГЛАВА 1. Обзор литературы

1.1 Эпидемиология зрелой набухающей катаракты

Катаракта – это заболевание, характеризующееся частичным или полным нарушением прозрачности хрусталика, которое является одной из основных причин обратимой слепоты и слабовидения в мире, встречаясь у каждого шестого человека в возрасте 40 лет и старше, и у подавляющей части населения земли –после 80 лет [91, 162]. С 1980 по 2020 годы ожидаемое увеличение числа пожилого населения в развитых странах составит 186%, в развивающихся странах – 356%. По данным ВОЗ к 2025 году около 50 миллионов человек в возрасте 60 лет будут иметь катаракту различной степени зрелости [32]. Из них около 17 миллионов будут нуждаться в хирургическом лечении катаракты [52, 57].

По данным печати, общий показатель распространенности катаракты в Российской Федерации составил 3,36% для городского населения и 3,63% для сельского [33]. В популяционном исследовании, проведенном в Самаре по распространенности нарушения зрения от катаракты, выполненном по международному стандарту RAAB (Rapid Assessement Avoidable Blindness) и основанном на кластерном формировании рандомизированной выборки (в количестве 4,044 человека на 336,000 населения в возрасте старше 50 лет), снижение зрения от катаракты до уровня 0.3 и ниже встречали у 8,69% обследованных [10].

На 2014 год в Российской Федерации диагноз катаракта был установлен у 1200 человек на 100000 населения, что в совокупности дает общее число пациентов с катарактой, равной, приблизительно, 1.750.000. Учитывая количество ежегодно проводимых операций по экстракции катаракты (460.000 – 480.000), следует констатировать, что потребность в операционном лечении покрывается всего от одной трети до одной четверти. Этот показатель варьируется с широкой амплитудой, так как очевиден факт большей доступности

хирургической помощи пациентам, проживающим в городах и крупных населенных пунктах, в отличие от жителей сельской местности [17, 38].

Эпидемиология пациентов с набухающей катарактой прослежена лишь в стадии ее воздействия на глазное давление и перехода в факоморфическую глаукому. Острое набухание хрусталика, по данным Винниковой В. Я. (1973), было отмечено у 10,3% пациентов в незрелой стадии катаракты и у 5,5% пациентов с перезрелой катарактой [12].

В 1991 году был проведен анализ 2967 случаев катаракты в проспективном обзорном исследовании частоты возникновения набухающей катаракты. У 34 (1,15%) пациентов выявлена зрелая набухающая катаракта [114]. Несмотря на такую довольно редкую встречаемость набухающей катаракты в общем количестве всех случаев катаракты, проблемы ее хирургии, в связи с особенностью строения набухающего хрусталика, являются актуальной проблемой современнойофтальмологии.

1.2 Особенности строения хрусталика и патогенез набухающей катаракты

Зрелая набухающая катаракта характеризуется увеличением объема хрусталика, наличием слоя жидких хрусталиковых масс, повышенным внутрихрусталиковым давлением и отсутствием розового рефлекса [141]. Практически все авторы отмечают изменение параметров переднего отдела глаза при набухающей катаракте. В первую очередь изменяется толщина хрусталика, которая по данным разных авторов варьирует от 4,69 мм до 5,5 - 6 мм [66, 107]. Figueiredo C.G. с соавт. (2012) в своей хирургической классификации подразделяет белые катаракты на 3 вида:

1. Безжидкостная жемчужно-белая катаракта или нормотензивная белая катаракта, или не набухающая белая катаракта.

2. Жидкостная жемчужно-белая катаракта или набухающая катаракта.

3. Перезрелая белая катаракта или Морганиева катаракта.

Авторы отмечают, что характерной особенностью жидкостной жемчужнобелой катаракты является огромное ядро, заполняющее весь капсульный мешок. При скоплении жидкости в переднем и заднем субкапсулярных пространствах увеличивается изгиб капсул, которые приближаются и оказывают давление на ядро в зоне экватора. В результате формируется экваториальный барьер, который разделяет ядро на передний и задний отделы хрусталика. Эти пространства, заполненные разжиженными хрусталиковыми массами, независимы друг от друга. При перфорации передней капсулы при набухании катаракты, только передний отдел хрусталика дегерметизируется, и при снижении ВГД, во время выполнения капсулорексиса пинцетом, ядро, за счет повышенного давления в заднем отделе, начинает разворачиваться, давит на переднюю капсулу и может привести к ее радиальному разрыву [107].

Brazitikos P.D. с соавт. (1999) в своем исследовании 100 случаев белой старческой катаракты разделил их на три разных типа.

Тип 1 характеризовался наличием разжиженной коры и наблюдался в 44 глазах. При обследовании они имели гомогенную беловатую структуру и пузырьки в переднем корковом слое, что говорит о разжижении коры. Передняя камера мельче на этих глазах по сравнению с парным глазом, из-за набухания хрусталика. В ходе первичного вскрытия передней капсулы для выполнения капсулорексиса, жидкая кора выходила в переднюю камеру. Из-за набухания капсульный мешок имел повышенное давление и поэтому при вскрытии передняя капсула хаотично разрывалась на периферии. Ядро было средней твердости (3 – 4 степени), относительно малого объема и очень подвижное.

Белые катаракты 2 типа имели белый цвет в передней части хрусталика, плотный передний эпинуклеус и наблюдались в 49 глазах. В зависимости от переднего коркового слоя ядро может быть видимым или невидимым, чаще белого цвета. Во время факоэмульсификации ядро обычно было очень склерозированное (4–5 степени плотности) и массивное, с небольшим количеством белой твердой коры.

Тип 3 белой катаракты наблюдался в 7 глазах и характеризовался наличием фиброзной и часто сморщенной белой капсулы. Очень склерозированное ядро может визуализироваться за передней капсулой, имея гомогенный белый или темно-бурый цвет [90].

Передняя капсула хрусталика с прилегающим эпителием представляет собой наиболее важный элемент при осуществлении метаболического обмена хрусталика. В этом аспекте интересно исследование передней капсулы хрусталика при набухающей катаракте, которое было проведено Marco Havlina с соавторами (2011). Исследование проводилось у 35 пациентов с белыми набухающими катарактами и у 35 пациентов с ядерной катарактой. Полутонкие срезы были сделаны в центральной части перпендикулярно плоскости капсулы, окрашены с помощью Azur II и проанализированы с помощью световой микроскопии. Ультратонкие срезы (30-50 nm) окрашивались уранилацетатом и лимонно-кислым свинцом и исследовались на трансмиссионном электронном микроскопе. Обнаружилось, что средняя толщина капсул при набухающей катаракте составила 17,5 нм, при ядерной катаракте – 18,5 нм, но статистически значимого различия в средней центральной толщине капсулы между двумя группами выявлено не было.

При исследовании морфологии капсул наиболее характерной чертой были экструзии у основания мембранно-эпителиальной границы, выглядящие как выпуклости базальной мембраны между эпителиальными клетками. Экструзии были разного морфологического типа, начиная от минимального набухания, и заканчивая сильной редупликацией капсулы хрусталика, затрагивая фрагменты эпителиальных клеток. Они присутствовали в 86,6% передних капсул хрусталика при набухающих катарактах и в 34,3% капсул ядерных катаракт. Разница была статистически достоверной (непрерывность по хи квадрат тесту Пирсона 6,378, отношение правдоподобия 7,801, p = 0,012).

Одновременно с экструзиями были распределены филаменты внутри базальной мембраны. Они были организованы в группы и при набухающих белых катарактах обнаруживались по всей толщине базальной мембраны. При ядерных катарактах, с другой стороны, группы филаментов были видимы прямо под эпителием в перпендикулярных или параллельных прозрачных зонах. Их интенсивность при набухающих белых катарактах обычно следовала за интенсивностью экструзий и составила при набухающих катарактах 37,1%, а при бурых – 8,6%. Разжижение всей базальной мембраны связывают с возникновением экструзий.

Авторы отмечают, что в нормальном хрусталике передняя капсула должна быть примерно 17 nm толщиной с гомогенной пластинчатой структурой. Она содержит грануляционные включения при возрастных катарактах, наиболее заметные при полностью помутневших хрусталиках [141].

Раи с соавт. (1986) обнаружили дегенерированные клетки и коллагеновые соединения внутри передней капсулы хрусталика при передних субкапсулярных катарактах, возникающие в результате аппозиции вновь сформированных коллагеновых листков капсулы [157].

Магсо Havlina с соавт. (2011) отмечают, что в их исследовании наиболее заметными характеристиками набухающих белых катаракт оказались экструзии на базальной мембрано-эпителиальной границе, филаменты, пластинчатость и разжижение. Хотя схожие по структуре с экструзиями, обнаруженными доктором Pau, экструзии при набухающей катаракте должны иметь другое происхождение, так как нет сведений о клеточной трансформации в фибробласты при набухающих белых катарактах. Они могли быть сформированы путем экструзии внутренних слоев базальной мембраны в направлении и между эпителиальными клетками, ее расщепления и захвата ею разрушенных эпителиальных клеток [141].

Вообще, вопрос о том, являются ли первичной причиной формирования набухающей белой катаракты изменения функции базальной мембраны капсулы или эпителия хрусталика остается открытым. В литературе нет данных о роли передней капсулы в катарактогенезе морфологических изменений капсулы при развитии набухающей катаракты у человека. Yan Q. с соавт. (2002) создал модель

трансгенных мышей, у которых развитие катаракты было связано с нарушенной структурой капсулы хрусталика [3, 9, 193].

Marco Havlina с соавт. (2011) считают, что катарактогенез набухающей белой катаракты начинается как дисфункция клеток эпителия, влекущих за собой ряд генных и белковых изменений Na-K насоса эпителиальных клеток. Их дисфункция ведет к внутреннему осмотическому давлению и набуханию клеток эпителия хрусталика, чего не происходит при ядерных катарактах. Авторы выявили, что эпителиальные клетки, которые не были первичной целью вакуолизацию отсутствие специфических исследования, показали И апоптических изменений в любой капсуле. В результате вакуольной дегенерации возможен более высокий темп разрушения эпителиальных клеток, чем при ядерной катаракте. Экструзии у основания мембрано-эпителиальной границы, которые наблюдаются при набухающей белой катаракте, могут представлять собой механизм очистки разрушенных эпителиальных клеток путем утолщения и расщепления базальной мембраны для их метаболизма, а новый слой образуется наверху отмерших эпителиальных клеток клеток с целью герметизации отверстия. В то время как будут формироваться новые слои базальной мембраны, разрушение захваченных эпителиальных клеток может продолжиться через капсулу в направлении передней камеры в виде групп менее и менее определяемого клеточного материала и филаментов [141]. Авторы базальной мембраны, предполагают, ЧТО экструзии разжижение, перпендикулярные прозрачные зоны с фибриллярным материалом могут представлять собой слабые места для растяжения капсулы, ее разрыва, давления и продольной целостности. Несмотря на ту же толщину, капсула может быть хрупкой из-за продольного пластинчатого расщепления, что может привести к более частым разрывам в ходе операции из-за своих морфологических особенностей [141].

Существует теория, что разжиженные хрусталиковые массы являются результатом процесса энзиматического расщепления и некроза коры, а затем и самого ядра [35, 132].

Другие авторы считают, что развитие набухающей катаракты связано с изменением проницаемости капилляров, поддерживая теорию о том, что изменение ионного насоса и метаболического барьера приводит к попаданию жидкости в хрусталик, вызывая скопление разжиженных хрусталиковых масс и повышая внутрихрусталиковое давление [68, 88, 104, 127].

1.3 Диагностика набухающей катаракты

Зрелая набухающая катаракта – это катаракта, при которой наблюдается наличие слоя разжиженных хрусталиковых масс с выбуханием капсулы хрусталика в переднюю камеру. Одним из ответственных этапов диагностики катаракты является биомикроскопия хрусталика. Исследование лучше проводить в условиях медикаментозного мидриаза. Оно позволяет определить наличие слоя разжиженных хрусталиковых масс, примерную плотность ядра, степень дистрофических изменений капсулы, наличие подвывиха хрусталика из-за дистрофических изменений, лизис волокон цинновой связки, иридофакодонез [45, 46, 58].

Самое, пожалуй, распространенное исследование анатомических параметров глаза – передне-задней оси глаза, глубины передней камеры, толщины хрусталика производится при помощи А-сканирования, которое позволяет получить одномерное графическое изображение. Сама структура тканей в этом режиме не отображается, сигналы изображаются в виде пиков на границе плотности сред. Расстояние между пиками зависит от времени прохождения звуковой волны до поверхности отражающих ультразвук структур и обратно к излучателю. Высота пика характеризует амплитуду отраженной волны и пропорциональна звуковой плотности ткани [54]. Биомикроскопически диагносцируемое помутнение хрусталика при прозрачной роговице может быть подтверждено эхографически регистрацией дополнительных эхосигналов между двумя хрусталиковыми эхосигналами. Обычно эти эхосигналы регистрируются при незрелой катаракте или резком отграничении ядра хрусталика от корковых слоев [63].

условий, способствующих повышению Одним ИЗ диагностической информативности эхографии в офтальмологии, являются учет и устранения артефактов, наблюдающихся при ультразвуковом исследовании глаза. Эти артефакты связаны, в основном, с особенностями акустических параметров и геометрической формы хрусталика [63]. Основным фактором появления артефактов ультразвуковых при А – сканировании является состояние хрусталика, в частности кривизна его передней поверхности, плотность ядра хрусталика и другие его параметры [39, 40].

Современные ультразвуковые диагностические А – сканеры позволяют выполнять измерения в автоматическом режиме, получая средние значения 5 измерений с измеренной девиацией. Результаты исследования сохраняются в базе данных прибора и могут быть распечатаны в виде протокола. Для исследования используют линейные, с небольшой апертурой или микроконвексные датчики с частотой от 6,5 до 13-15 МГц [70].

Но наиболее информативной для исследования переднего отдела глаза и хрусталика является ультразвуковая биомикроскопия, метод прижизненного исследования структур переднего сегмента глаза, разработанного доктором Charles Pavlin и сотрудниками отдела физики и медицинской биофизики Sherard M.D. и Harasiewicz K., а также доктором Foster F.S. в 1990 году [155, 158,159].

Анатомо-топографические характеристики переднего сегмента глаза с катарактой при эмметропической рефракции заключались в следующем: глубина передней камеры составила, в среднем, 2,66±0,03 мм, колеблясь от 2,23 до 3,11 мм, дистанция «трабекула – радужка» на расстоянии 500 мкм составила 0,27±0,03 мм. Дистанция «трабекула – цилиарные отростки» составляла 0,99±0,04 мм. Угол передней камеры составил 26,18±3,72 градуса, длина волокон цинновой связки в проекции 12 часов была равна 0,55±0,04 мм [13, 34, 35, 36, 37].

О возможности повышенного внутрихрусталикового давления при зрелой набухающей катаракте упоминают в своих публикациях многие авторы [31, 36, 53, 88, 96, 100, 103, 107, 131, 141, 146].

Исследование, проведенное Basti S. дает возможность отдифференцировать набухающую белую катаракту от зрелой белой катаракты. Автор показал, что оценка внутрихрусталикового давления производилась по проминенции передней капсулы в переднюю камеру. Профиль световой щели показывает повышенное выбухание передней капсулы при набухающей катаракте и незначительное выбухание при зрелой белой катаракте, за счет чего происходило уменьшение глубины и угла передней камеры [84].

Очень интересные УБМ исследования были проведены Тахчиди Х.П., Егоровой Э.В., Узунян Д.Г. (2007), которые показали появление сегментарной сферофакии при разрыве или ослаблении цинновой связки и определили увеличение экваториального угла в данном сегменте по сравнению с противоположным сегментом [60]. Ими было выявлено, что при III стадии псевдоэксфолиативного синдрома (ПЭС) в месте полного лизиса цинновой связки визуализировался закругленный экватор хрусталика и определяемый экваториальный угол увеличивался на 10 – 15 градусов по сравнению с данным углом в других сегментах. В приведенном далее клиническом примере показано УБМ ПЭС III степени, где наблюдаются множественные зернистые включения, которые визуализируются на структурах переднего сегмента глаза. Авторы показывают, что в сегменте 6 ч экваториальный угол соответствует нормативным значениям - 8°. В противоположном сегменте (12 ч) разрыв волокон цинновой формированием сегментарной сферофакии связки с И увеличением экваториального угла (29°). При ПЭС IV степени наблюдалось формирование сегментарной сферофакии в зонах разрыва волокон цинновой связки с увеличением экваториального угла, асимметрия в параметрах угла передней камеры, глубины задней камеры, толщины цилиарного тела в сегментах разрыва волокон по сравнению с противоположным сегментом. Изменения в параметрах волокон цинновой связки проявлялись их резким растяжением до 1,2 – 1,5 мм и разрывом их в одном или нескольких меридианах. В противоположных сегментах визуализировались резко укороченные волокна – до 0,3 мм. При этом резко сокращалось расстояние от экватора хрусталика до цилиарных отростков,

вплоть до полного контакта, создавая предпосылки к возникновению циклохрусталикового блока. Таким образом, в своей работе авторы ввели понятие сегментарной сферофакии, которая дает возможность точно описывать форму и состояние хрусталика, и определили условия, при которых это состояние возникает. Основным условием появления сегментарной сферофакии является увеличение экваториального угла на 10 - 15° в данном сегменте по сравнению с нормативным значением (8°) в других сегментах [60].

Изменения анатомо-топографических особенностей переднего сегмента глаза после проведения неосложненной ФЭК с имплантацией ИОЛ при наличии разных стадий ПЭС исследованы в работах Полянской Е.Г. (2011) и других авторов [22, 47, 55, 59].

УБМ исследования при различных стадиях псевдоэксфолиативного синдрома показали увеличение глубины передней камеры, увеличение дистанции «трабекула – радужка», «трабекула – цилиарные отростки», «радужка – цилиарные отростки». Исследования изменений длины волокон цинновой связки после проведения ФЭК с имплантацией ИОЛ показали уменьшение длины волокон связки через месяц и 3 месяца после операции у пациентов с любым видом рефракции. Автор отмечает, характерной особенностью что псевдофакичных глаз являлось исчезновение выраженной асимметрии в параметрах структур переднего сегмента глаза, имевшее место при выраженных стадиях ПЭС. Сокращение волокон цинновой связки в послеоперационном периоде сопровождалось исчезновением характерной ИХ асимметрии, симптоматики выраженных проявлений несостоятельности капсульной поддержки при ПЭС. Автор отмечает целесообразность раннего удаления катаракты при появлении первых симптомов ПЭС, выявленных методом УБМ [20, 21, 22, 47, 64, 159].

Резюмируя данную главу, можно сделать вывод о том, что при исследовании переднего отрезка глаза с набухающей катарактой могут иметь место ультразвуковые артефакты при А - сканировании из-за особенностей строения хрусталика. При наличии переднего и заднего слоя разжиженных

хрусталиковых масс и плотного ядра при набухающей катаракте, могут наблюдаться акустические артефакты, которые вызывают неточности при измерении анатомических параметров переднего отдела глаза. Поэтому проведение сравнительного исследования параметров переднего отдела глаза при помощи А-сканирования и УБМ и их корреляция являются важным аспектом оценки состояния переднего отдела глаза перед хирургическим вмешательством.

Важным для диагностики набухающей катаракты является поиск дополнительного объективного фактора набухания хрусталика, при выявлении которого, наряду с уже известными признаками, можно с уверенностью диагносцировать набухающую катаракту.

О повышении давления внутри капсулы хрусталика при набухающей катаракте упоминают многие авторы, в том числе как о факторе увеличивающем риск осложнений при проведении факоэмульсификации [31, 36, 53, 88, 96, 100, 103, 107, 131, 141, 146]. При этом в литературе нет описания методики объективной оценки уровня внутрихрусталикового давления при набухающей катаракте до операции и интраоперационно. Таким образом технология оценки внутрихрусталикового давления с поиском возможностей его прогнозирования в предоперационном периоде по данным диагностического обследования является актуальной проблемой современной офтальмологии.

1.4. Особенности хирургии набухающей катаракты

1.4.1. Этапы развития техники выполнения переднего непрерывного кругового капсулорексиса при факоэмульсификации катаракты

Развитие техники формирования передней капсулотомии начинается с 70-80-х годов двадцатого века, когда появились заднекамерные ИОЛ и их стали имплантировать в капсульный мешок. На этом этапе развития хирургии катаракты продолжаются поиски наиболее оптимального способа вскрытия передней капсулы хрусталика. Были разработаны методы вскрытия передней капсулы в виде «елочки» или «рождественского дерева», «консервной банки»,

линейное вскрытие передней капсулы, рассечение передней капсулы по диагонали. Интересной технологией являлось вскрытие передней капсулы по типу «почтового ящика», то есть вскрытие ее в верхней парацентральной зоне. Основным преимуществом этой техники считалось уменьшение воздействия ультразвука и ирригационной жидкости на эндотелий роговицы в результате снижения объема манипуляций в передней камере [8, 65, 81, 82, 108, 150, 151, 179].

Капсулорексис в том виде, в котором существует и сейчас, был разработан в 1984 году независимо друг от друга Howard Gimbel (Канада) и Thomas Neuhann (Германия). Автором термина «капсулорексис» считается Thomas Neuhann и в настоящее время данная технология определяется как «круговой непрерывный капсулорексис» (ССС «continuous curvilinear capsulorhexis») [113, 148].

Капсулорексис обеспечивает механическую прочность и стабильность капсульного мешка даже при прямых растяжениях и нагрузках. Он настолько интактен, что используется для поддержки капсульного мешка при помощи ирисретракторов. Прочность капсулорексиса обеспечивается непрерывным гладким краем по всей окружности разрыва. Передний капсулорексис часто используется для фиксации ИОЛ при имплантации ее в цилиарную борозду при разрыве задней капсулы, существуют технологии фиксации ИОЛ в области капсулорексиса, используя для этого переднюю или заднюю капсулы [3, 11, 14, 44, 62, 72, 83, 88, 99, 112, 113, 149, 152, 185, 190].

Разработка технологии непрерывного циркулярного капсулорексиса, наряду с разработкой самогерметизирующего тоннельного разреза, гибких интраокулярных линз сыграли значимую роль в развитии технологии факоэмульсификации катаракты. [91, 11].

В настоящее время существуют две основные техники выполнения капсулорексиса – циркулярная, при которой сила тяги прикладывается в месте разрыва, а направление этой силы совпадает с направлением разрыва и центростремительная, при которой сила направляется перпендикулярно по отношению направления разрыва, в одной плоскости с капсулой. Чаще большинством хирургов используется первая техника. Основным преимуществом центростремительной техники является возможность быстрого изменения направления разрыва, но контролировать его сложнее и риск ухода на периферию выше. Выполнение капсулорексиса возможно как при помощи пинцета, обычного капсульного или цангового, так и при помощи инсулиновой иглы, изогнутой определенным образом [1, 16, 28, 37, 56, 58, 71, 75, 89, 183, 192, 191].

Величина стандартного капсулорексиса определяется как 5,0 - 5,5 мм в диаметре, что меньше оптической части ИОЛ, которая равна 5,5 - 6 мм в диаметре. Оптимальным диаметром капсулорексиса считается такой, который перекрывает край оптики ИОЛ на 360° и меньше оптической части ИОЛ на 0,5 мм. Больший диаметр капсулорексиса может вызвать фиброз капсульного мешка и привести к наклону и ротации ИОЛ в первые три месяца после операции, что может привести к снижению зрения. ИОЛ при этом может сдвигаться вперед, что ведет к миопизации глаза в послеоперационном периоде. При большом капсулорексисе более активна миграция ростковых клеток эпителия, которая увеличивает вероятность развития вторичной катаракты и снижает барьерную функцию острого края линзы.

Вместе с тем, малый капсулорексис создает трудности при проведении факоэмульсификации и может привести к развитию фимоза капсульного мешка в послеоперационном периоде, который приводит к смещению ИОЛ назад и появлению гиперметропической рефракции. Фимоз капсульного мешка затрудняет осмотр периферии сетчатки и снижает результативность лазерного лечения периферии сетчатки при ее необходимости [4, 19, 61, 74, 115, 123, 137, 150, 175, 194, 195].

Наиболее важен размер капсулорексиса при имплантации торических ИОЛ. мультифокальных где необходимы ротационная И стабильность, работа всех зон оптики, соблюдение заданной рефракции. Важны форма При асимметричном только размер, И капсулорексиса. не но капсульного мешка может капсулорексисе фиброз привести к поздней

дислокации ИОЛ и появлению аберраций высокого порядка, снижающих качество зрения [24, 80, 93, 94, 95, 106, 145, 147, 163, 166, 170, 174, 187, 190].

Выполнение капсулорексиса при набухающей катаракте всегда представляло сложную задачу для офтальмологов, поэтому были предложены самые разные способы ее решения [129, 165, 196].

1.4.2 Особенности техники выполнения переднего непрерывного кругового капсулорексиса при факоэмульсификации набухающей катаракты

Впервые двухэтапный капсулорексис (1 этап - формирование малого капсулорексиса диаметром 2,5-3,0 мм, 2 этап - расширение капсулорексиса до стандартного диаметра - 5,0-5,5 мм) при эндокапсульной факоэмульсификации осложненных катаракт предложил Howard. V. Gimbel (1990). Он отметил, что двухэтапный непрерывный капсулорексис расширяет вероятность получения непрерывного капсулорексиса случаях. кругового В сложных При эндокапсулярной факоэмульсификации эта техника сохраняет целостность капсулы, предотвращая появление радиальных разрывов И обеспечивая безопасную экстракцию катаракты и надежное расположение ИОЛ в капсульном мешке [111].

Gimdel H.V., Willerscheidt A.B. (1993) применяли двухэтапный непрерывный круговой капсулорексис у 34 пациентов с набухающей катарактой. В 4 случаях (11,7%) наблюдался разрыв передней капсулы в ходе капсулотомии [114].

Vajpayee R. B., Bansal A., Sharma N., Dada T., Dada V.K. (1999) провели исследование на 25 глазах с белой перезрелой катарактой. При выполнении стандартного капсулорексиса использовали гиалуронат натрия и пинцет для капсулорексиса Uttrata. Капсулорексис был успешно выполнен в 23 из 25 случаев, в двух случаях капсулорексис ушел к периферии [182].

Романенко Б. В. с соавт. (2003) выполнил двухэтапный капсулорексис у 36 пациентов с набухающей осложненной катарактой. Вначале выполнялся первый этап – капслорексис диаметром 1,5 – 2 мм с последующей аспирацией

хрусталиковых масс в среде вискоэластика высокой плотности, после чего капсулорексис расширялся до необходимого размера. Осложнения в виде радиального разрыва передней капсулы наблюдались у 2 пациентов (5,6%) [53].

Henderer F.N., Disc H.V., Kohnen T., Conrad – Henderer I. (2015) провели группах пациентов с набухающей исследование на двух катарактой, соответственно, 21 и 20 глаз. В первой группе для углубления передней камеры использовался вискоэластик средней вязкости (Хеалон 1,0%), а во второй группе использовалась комбинация вискоэластика средней (Хеалон 1,0%) и высокой вязкости (Хеалон 2,3%). После этого выполнялся стандартный непрерывный круговой капсулорексис. Оценивали вертикальный и горизонтальный диаметры капсулорексиса, отклонение от диаметра цели и интраоперационные осложнения. В первой группе отклонение от диаметра цели произошло в 12 глазах из 21 (у 10 пациентов – увеличенный диаметр, у 2 – уменьшенный), разрыв передней 2 глазах. Во наблюдался на второй группе отклонение капсулы OT запланированного размера капсулорексиса наблюдалось в 6 глазах из 20 (у 4 – увеличенный диаметр, у 2 – уменьшенный), разрывов передней капсулы не наблюдалось. Авторы делают вывод, что использование 2 вискоэластиков с центральным расположением вискоэластика высокой вязкости позволило успешно выполнить передний непрерывный круговой капсулорексис и снизило риск незапланированного увеличения капсулорексиса и разрыва передней капсулы [122].

Вhattacharjee К., Bhattacharjee H., Gosvami B., J., Sarma P. (1999) предлагают при набухающей катаракте с высоким внутрихрусталиковым давлением выполнение переднего капсулорексиса по следующей технологии: давление внутри хрусталика контролируется при помощи вискоэластика, вначале выкраивается лоскут передней капсулы и снижается внутрихрусталиковое давление. Как только давление в хрусталике снижено, капсулорексис завершают с помощью капсульного пинцета. По мнению авторов, эта техника позволяет контролировать выполнение капсулорексиса на глазах с набухающей катарактой [88].

Teng C. предлагает выполнение переднего капсулорексиса при набухающей катаракте созданием наконечником факоэмульсификатора начального разрыва с одновременной аспирацией наконечником хрусталиковых масс и дальнейшем завершении капсулорексиса без опасения получить неконтролируемый линейный разрыв передней капсулы [177].

Dzinic M. (2014) прооперировал 22 пациентов (22 глаза) с набухающей белой катарактой. После окрашивания капсулы трипановым синим, в переднюю камеру вводился вискоэластик. Выполнялся первоначальный прокол передней капсулы и аспирацию коркового вещества для снижения давления внутри хрусталика. Авторы отмечают, что операция у всех пациентов прошла успешно. Разрыва задней капсулы не наблюдалось ни в одном случае [103].

Бикбов М.М. с соавт. (2014) представили клинический случай хирургии набухающей катаракты после ранее проведенной радиальной кератотомии. Авторы отмечают, что, несмотря на введенный в переднюю камеру когезивный вискоэластик с высокой молекулярной массой SmartVisc+ (Rumex), в начале формирования капсулорексиса произошел линейный разрыв передней капсулы в виде «стрелы» от 4 до 10 часов в связи с выраженным напряжением передней капсулы, обусловленным набуханием катаракты. После проведенной аспирации хрусталиковых масс и дополнительного введения вискоэластика, тем не менее разрыв капсулы увеличился. Капсулорексис завершен пинцетом в виде двух полуокружностей после надрезов витреальными ножницами краев «стрел». При удалении последнего фрагмента ядра произошел переход разрыва передней капсулы на заднюю. Имплантация ИОЛ произведена на остатки переднего капсулорексиса [7].

Сhakrabarti с соавт. показал, что осложнения, возникающие при выполнении капсулорексиса у пациентов с набухающей катарактой, составили 28,3 % [97], у Vajpayee R.B. с соавт. (1999) эта цифра составила 8% [182]. Jacob S., Agarwal A. с соавт. (2002) получили осложнения при выполнении капсулорексиса у пациентов с набухающей катарактой в 3,85 % случаев [99,130].

Selim Genç, Emre Güler et al. (2016) сравнили результаты выполнения факокапсулотомии и выполнения непрерывного кругового капсулорексиса с использованием высокомолекулярного вискоэластика. Ранее факокапсулотомия была описана Mahalingam P., Sambhav K. (2014), которые при ее выполнении использовали аспирацию при присасывании факонаконечником к набухающему хрусталику. Авторы проанализировали результаты выполнения капсулорексиса у 80 пациентов с набухающей катарактой – 40 пациентам выполнена фако капсулотомия, 40 пациентам – непрерывный круговой капсулорексис с использованием высокомолекулярного вискоэластика. Используя технологию, описанную Mahalingam P., Sambhav K., авторы не использовали аспирацию, считая ее опасной для повреждения передней капсулы при формировании в ней отверстия ультразвуком. При выполнении факокапсулотомии с последующим расширением капсулорексиса пинцетом, авторы отмечают 2 разрыва передней капсулы, при которых в одном случае выполнена факоэмульсификация, во экстракапсулярная экстракция катаракты. При втором выполнении высокомолекулярного капсулорексиса с использованием вискоэластика хирургически индуцированный разрыв передней капсулы возник на 20 глазах, всем им выполнена экстракапсулярная экстракция катаракты, в 2 глазах разрыв перешел на заднюю капсулу, где была произведена витрэктомия и склеральная фиксация ИОЛ. В остальных 18 глазах выполнена фкоэмульсификация набухающей катаракты с имплантацией ИОЛ в капсульный мешок [110,140, 171].

Figueiredo C.G. MD, Figueiredo J, MD, Figueiredo G, MS. (2012) использовали свою технику хирургии набухающих катаракт с выполнением двухэтапного капсулорексиса при 116 факоэмульсификациях на глазах с зрелой набухающей катарактой. После формирования двух парацентезов, окраски передней капсулы в переднюю камеру вводили вискоэластик и выполняли основной разрез. С помощью инсулиновой иглы перфорировали передней капсулу и ждали, пока давление в переднем отделе хрусталика и в передней камеры при помощи дисперсивного вискоэластика. Затем формировали первый этап

капсулорексиса диаметром около 3 мм. Далее вымывали хрусталиковые массы и выполняли второй этап капсулорексиса. После этого выполняли разлом ядра, факоэмульсификацию фрагментов, удаление хрусталиковых масс и имплантацию ИОЛ. Авторы отмечают отсутствие осложнений в виде неконтролируемого линейного разрыва передней капсулы у пациентов с набухающей катарактой [107].

Marques F.F. с соавт. описали интересное осложнение – линейный разрыв задней капсулы во время вскрытия задней капсулы при выполнении заднего капсулорексиса. Авторы предположили, что это произошло из-за повышения давления в капсульном мешке и в передней камере за счет введения большого количества когезивного вискоэластика [142]. Очень интересный метод хирургии набухающей катаракты предложили Jaeschke T., Fernandez Mendy A. с соавт. (2014). Они предложили непосредственно перед проведением факоэмульсификации проводить Иаг – лазерную капсулотомию. Исследование проводилось на 15 пациентах с зрелой набухающей катарактой, из них 12 пациентов оценивались с помощью УБМ с измерением глубины передней камеры и толщины хрусталика до и после проведения Иаг – лазерной капсулотомии. Всем пациентам была проведена одна вспышка 2,8 МЈ Иаг – лазера в центре передней капсулы и через 10 минут оценка биометрических данных повторялась. После выполнения Иаг – лазерной капсулотомии наблюдался выход разжиженных хрусталиковых масс через капсулотомическое отверстие. В среднем, перед ИАГ – лазерной капсулотомии толщина хрусталика была равна 5,17 мм (3,62 – 6,40 мм), глубина передней камеры – 2,30 мм (1,65 – 3,42 мм). После ИАГ – лазерной капсулотомии средняя толщина хрусталика составила 4,48 мм (3,35 – 5,73 мм) и глубина передней камеры – 2,67 мм (1,97 – 3,52 мм). Среднее снижение толщины хрусталика после ИАГ – лазерной капсулотомии составило 12,9%, увеличение передней камеры – 17,6%. Капсулорексис во всех глазах был выполнен успешно. Авторы делают выводы о том, что выполнение УБМ является обязательной процедурой для определения показаний для выполнения ИАГ – лазерной капсулотомии, которая является

хорошей процедурой для снижения внутрихрусталикового давления и профилактики неконтролируемого линейного разрыва передней капсулы [131].

Анализируя вышеприведенные данные можно сделать вывод, что основной проблемой при выполнении переднего непрерывного капсулорексиса у пациентов с набухающей катарактой является повышенное внутрихрусталиковое давление. До сих пор не решена проблема предоперационной оценки внутрихрусталикового давления в набухающем хрусталике. Нет технологии создания равновесных давлений в передней камере и набухающем хрусталике, которое позволит провести безопасное вскрытие передней капсулы и успешно выполнить передний непрерывный круговой капсулорексис, что является актуальной проблемой хирургии набухающей катаракты.

1.4.3 Техника проведения факоэмульсификации набухающей катаракты

Величина разреза при проведении ФЭК прямо влияет на величину астигматизма и потерю эндотелиальных клеток при проведении хирургии катаракты [42, 67, 111, 113, 133, 188].

Особенности техники выполнения ФЭК при набухающей катаракте заключаются в наличии разжиженного переднего и заднего эпинуклеуса и разной плотности ядра, часто выявляемой только интраоперационно. Ermiş S.S., Öztürk F., Inan Ü.Ü. (2003) отметили, что ядра белых набухающих катаракт были обычно хрупкими и не очень твердыми, они легко разделялись и эмульсифицировались, но в некоторых случаях наличие твердого ядра представляло определенные трудности при их разделении с использованием технологии «divid and conquer». Особую проблему для авторов вызвала задняя капсула, которая была истончена и растянута набухающим хрусталиком. Слабая, сморщенная задняя капсула может подвергаться разрыву во время ФЭК на стадии фрагментации ядра. Эта проблема усугубляется отсутствием эпинуклеуса, который защищает заднюю капсулу от повреждения. Авторы рекомендуют введение дисперсивного вискоэластика за ядро в ходе ФЭК, что создает искусственный эпинуклеус для стабилизации задней капсулы. Ими был проведен анализ результатов операции у 82 пациентов с двусторонней старческой катарактой, где на одном глазу наблюдалась белая зрелая катаракта с набуханием, а на втором обычная катаракта. Анализ показал, что разрыв задней капсулы наблюдался на 3 глазах у пациентов со зрелой катарактой и на 2 глазах у пациентов с обычной катарактой, что статистически недостоверно [104].

Плотность ядра хрусталика является одним из основных показателей, по которому оценивают мощность и продолжительность использования ультразвука, особенно это актуально при наличии псевдоэксфолиативного синдрома или подвывиха хрусталика [29, 42, 173, 161].

Chakrabarti A. с соавт. провел ретроспективное исследование 212 операций у пациентов с белой катарактой: 192 со зрелой не набухающей катарактой (90,6%), 11 со зрелой набухающей катарактой (5,2%) и 9 с перезрелой катарактой (4,2%).Пациентам проводили факоэмульсификацию с выполнением непрерывного кругового капсулорексиса. Ядро удаляли с помощью технологии «divide and conquer» и «phaco chop» и имплантировали заднекамерную ИОЛ. Интраоперационные осложнения включали незаконченный капсулорексис на 60 глазах (28,3%), разрыв задней капсулы на 4 глазах (1,9%), переход на ЭЭК на 4 глазах (1,9%), интраоперационный миоз на 7 глазах (3,3%). Послеоперационные осложнения включали отек роговицы на 12 глазах (5,7%) и ирит на 2 глазах (0,9%) [97].

Hrasad R. с соавт. (2017) разработал свою технику раскола плотного ядра при зрелой катаракте, которая поволяет разделить плотное ядро на несколько частей [124].

Вышеприведенные исследования показывают, что основной проблемой при факоэмульсификации набухающей катаракты, является ядро разной плотности, плотность которого, за счет мутных разжиженных хрусталиковых масс, иногда может определяться только интраоперационно [43, 66]. Кроме того, выход разжиженных хрусталиковых масс в переднюю камеру вместе с ядром затрудняют его факоэмульсификацию, что является важной проблемой при хирургии набухающей катаракты.

1.5 Послеоперационные роговичные осложнения факоэмульсификации осложненной катаракты

Эндотелиальные клетки имеют основополагающее значение в обеспечении прозрачности роговицы. Повреждения эндотелиального слоя в результате воспалительных заболеваний, операционной травмы ведет к значительной потере эндотелиальных клеток роговицы и отрицательно сказывается на ее функции [2, 5, 18, 25, 26, 34, 48, 58, 68, 73, 109, 116, 119, 126, 135, 139, 154, 160, 172, 178, 181, 186, 192]. Эндотелий или задний эпителий роговицы представляет собой однослойный плоский эпителий, состоящий из 300 – 350 тысяч клеток гексагональной формы, лежащих на поверхности десцеметовой мембраны [30]. Поверхность клеток, обращенных в переднюю камеру гладкая, но иногда имеет микроворсинки. Поверхность, прилежащая к десцеметовой мембране, связана с ней десмосомами, которые содержат сложную сеть ветвей и анастомозирующих тоннелей, открывающихся Соединение (взаимосвязь) к эндотелию. эндотелиальных клеток с десцеметовой мембраной не прочная и легко нарушается при травмах и заболеваниях роговицы. Десцеметова мембрана имеет мезодермальное происхождение и состоит из двух слоев: переднего полосатого и неполосатого слоя [2, 128, 189]. Плотность эндотелиальных клеток в разные годы жизни различна. Естественная потеря клеток на интактных глазах, в среднем, по данным разных авторов, составляет от 0,6 до 2,9% в год [36, 92, 101, 136].

Балашевич Л.И. с соавт. исследовали 156 глаз после проведения факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ с исходно здоровой роговицей с ПЭК более 2000 кл/мм² и средней глубиной передней камеры. Подсчет клеток производился в центре и в 6 точках на средней периферии роговицы до операции и через 3 – 6 мес. после операции. Средняя потеря эндотелиальных клеток во всех 7 точках составила 6,8%. Наибольшая потеря клеток оказалась в зоне 10 и 12 часах, в зоне роговичного разреза [6].

Малюгин Б.Э. в своей диссертации провел анализ влияния различных критических составляющих ультразвуковой факоэмульсификации на потерю эндотелиальных клеток. Факторный анализ, проведенный на основе анализа карт 579 пациентов (602 глаза), которым была выполнена неосложненная факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ, показал, что максимальное влияние на степень послеоперационной потери эндотелиальных клеток оказывает плотность хрусталика (r =0,68). В меньшей степени имеет значение мощность (r =0,57), время работы УЗ (r =0,43), а также объем израсходованной ирригационной жидкости (r =0,54). Корреляционный анализ показал, что плотность ядра, возраст больного, мощность, длительность ультразвукового воздействия и объем ирригации играют наиболее существенную роль в послеоперационного дефицита возникновении эндотелиальных клеток. Исследования автора показали, что для эффективной защиты эндотелия в ходе операции, более оптимальной является тактика, когда хирург использует меньшие значения мощности при более длительном времени факофрагментации. Дробление хрусталика при помощи высоких энергий ультразвука, хотя и ускоряет этап фрагментации ядра, но сопровождается существенной травмой эндотелиального слоя роговицы [36, 117]. Статистический анализ показал величиной потери объемом взаимосвязь между клеток эндотелия И ирригационной жидкости. Коэффициент корреляции указанных параметров был третьим по значимости. Объяснение этого факта заключается в том, что, несмотря на наличие защитного слоя вискоэластика в процессе операции, происходит его постепенное смывание и утрата протективного действия. По данным автора, потери эндотелиальных клеток через 2 года после операции неосложненной факоэмульсификации составила 8,62% [36].

Шухаев С.В. с соавт. после проведения ФЭК неосложненной катаракты с имплантацией ИОЛ без применения фемтосекундного лазера приводит 6,26% потери эндотелиальных клеток на 1-3 сутки после операции [69].

ФЭК Исследования ПО потере эндотелиальных клеток после С имплантацией ИОЛ проводились Baradara – Rafii A. с соавторами на 60 глазах с ядерной склеротической катарактой 3+ и глубиной передней камеры более 2,5 мм. Больных раздели на 2 группы. В I группу вошли 30 глаз, которым выполнили факоэмульсификацию при низких гидродинамических параметрах, во II группу – 30 глаз, которым провели вмешательство при высоких гидродинамических параметрах. Потеря эндотелиальных клеток в I группе через 12 недель -9,6±4,6%, во II группе – 9,0±4,0%. Исследование показало, что потеря ПЭК значительней на глазах, в которые во время операции поступает большее количество суммарной ультразвуковой энергии [85].

Мищенко О.П. с соавт. показали, что после факоэмульсификации катаракты высокой плотности – 4-5 степени плотности по классификации Буратто потеря эндотелиальных клеток в первые сутки после операции составила 10%, через 1 мес. – 15 %, через 3 месяца – 19 % [41].

Показана зависимость потери эндотелиальных клеток от наличия сопутствующих заболеваний, таких как сахарный диабет, псевдоэксфолиативный синдром, миопия. При наличии данной сопутствующей патологии потеря эндотелиальных клеток увеличивается [73, 118, 120, 121, 143, 153, 168].

Сравнительный анализ толщины центральной зоны роговицы и плотности эндотелиальных клеток, проведенный Agnes I. Takasc с соавт., показал зависимость толщины роговицы и потери эндотелиальных клеток в послеоперационном периоде от количества использованного ультразвука, времени его работы, плотности хрусталика и глубины передней камеры. При увеличении количества использованного ультразвука, времени его звучания, плотности ядра и уменьшения глубины передней камеры, потеря эндотелиальных клеток увеличивается [154, 176].

Технология защиты эндотелия при помощи комбинации дисперсивного и когезивного вискоэластика, так называемая технология Soft – shell, предложенная впервые доктором Arshinoff S. (1995, 1997) позволила уменьшить потерю эндотелиальных клеток [76, 77, 78, 79, 86, 105, 116, 134, 167, 180].
Многие авторы указывают на важное значение глубины передней камеры до операции, как один из основополагающих факторов при потере эндотелиальных клеток во время факоэмульсификации катаракты [15, 27, 49, 87, 98, 125, 164].

Правосудова М.М. в своем исследовании показала, что до операции среднее значение ПЭК составляло 2165±392кл/мм² с глубиной передней камеры 1,91 мм, измеренного от эндотелия роговицы до передней капсулы хрусталика. Непосредственно после факоэмульсификации средняя ПЭК роговицы была 1943±424 кл/мм² с потерей клеток 10,3%. В отдаленном периоде, в среднем, потеря клеток составила 14,9% [50, 51].

Таким образом, кроме определенной зависимости потери эндотелиальных клеток от плотности ядра хрусталика, времени и количества потраченной ультразвуковой энергии, одним из важнейших факторов, влияющих на потерю эндотелиальных клеток во время операции, является глубина передней камеры. Возможность интраоперационного углубления передней камеры, наряду с другими факторами защиты эндотелиальных клеток от операционной травмы, является важным фактором уменьшения их потери во время проведения ФЭК с имплантацией ИОЛ.

Многие авторы подчеркивают важность количественной оценки структуры эндотелиальных клеток, их полиморфизма и полимегетизма, которые являются более серьезными показателями повреждения, чем простое определение плотности эндотелия. Коэффициент вариации (CV) и процент гексагональности (HEX) определяют функциональный резерв слоя эндотелиальных клеток и являются показателями их продолжающейся потери [36, 102, 109,144, 169, 184].

Исходя из анализа вышеизложенного материала, можно сделать вывод о том, что в настоящее время проблема диагностики, оценки внутрихрусталикового давления в предоперационном периоде и, на ее основе, разработка методов набухающей катаракты приобретают особую хирургического лечения В необходимо актуальность. этим, создание связи С таких методов хирургического лечения набухающей катаракты, которые позволили бы прогнозировано уменьшить количество операционных и послеоперационных осложнений и перевести данный вид вмешательства в разряд рутинных операций.

Глава 2. Материалы и методы клинического исследования

2.1 Общая характеристика клинического материала

В данной работе представлен анализ клинических результатов 107 глаз 107 пациентов, проходивших хирургическое лечение по поводу набухающей катаракты в Тамбовском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н.Федорова» Минздрава России в 2013-2018 гг., которые в соответствии с целью и задачами исследования были разделены на две группы, различающиеся по технологии хирургического вмешательства. Помимо основных групп, для выявления дополнительных характерных признаков набухания хрусталика было произведено сравнительное исследование анатомотопографических параметров переднего отдела 21 парного глаза и 21 глаза с набухающей катарактой у пациентов I, основной группы при помощи УБМ и А – сканирования.

В I (основную) группу вошли 52 пациента (женщин – 29, мужчин – 23) в возрасте от 31 до 84 лет (средний возраст – 71,9±8,4 лет), у которых факоэмульсификация набухающей катаракты выполнялась по оптимизированной нами технологии. Для оптимизации технологии хирургического вмешательства при набухающей катаракте у 22 пациентов этой группы интраоперационно проводилось измерение внутриглазного и оценка внутрихрусталикового давления, а у 11 пациентов интраоперационное измерение глубины передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс, по описанным ниже методикам.

II группу (сравнения) составили 55 пациентов (женщин – 26, мужчин – 29) в возрасте от 41 до 86 лет (средний возраст–70,6±11,6 лет), в которой факоэмульсификация набухающей катаракты была выполнена по стандартной технологии.

Распределение групп пациентов по возрасту и сопутствующим заболеваниям представлено в таблицах № 1 и № 2.

Группы	Возраст				
	43-50	51-60	61-70	71-80	Более 80
I (n=52)	2 (3,8%)	4 (7,7%)	16 (30,8%)	23 (44,2%)	7 (13,5%)
II (n=55)	2 (3,6%)	3 (5,5%)	11 (20,0%)	18 (32,7%)	21 (38,2%)
Значимость различий между группами	p=1,000	p=0,710	p=0,266	p=0,239	p=0,004

Таблица 1 – Распределение пациентов по возрасту в I и II группах.

Таблица 2 – Сопутствующие заболевания у пациентов I и II группы.

Группы	ПЭС	Сах. диабет	Подвыв.хр.І ст.	Глаукома	Косогл.	Всего
I (n=52)	27 (51,9 %)	3 (5,7%)	8 (15,4%)	7 (13,5%)	1 (1,9%)	46 (88,4%)
II (n=55)	20 (36,4%)	3 (5,5%)	7 (12,7%)	2 (3,6%)	0	32 (58,2%)
Значимость различий между группами	p=0,122	p=1,000	p=0,784	p=0,087	p=0,486	p<0,001

2.2 Клинико-функциональные методы исследования

Всем пациентам помимо стандартного офтальмологического обследования, включавшего визометрию, кератометрию, рефрактометрию (при достаточной прозрачности оптических сред), тонометрию, ультразвуковую эхобиометрию,

электрофизиологические ультразвуковое В-сканирование, исследования, гониоскопию, биомикроскопию И офтальмоскопию (при достаточной прозрачности оптических сред), были проведены дополнительные исследования переднего отдела глаз с использованием ультразвуковой биомикроскопии и эндотелиальной биомикроскопии. Обследование проводилось В предоперационном периоде, при выписке, через 1 и 6 месяцев после операции.

Кератометрия и авторефрактомерия выполнялись на приборе Huvits MRK-3100, Южная Корея.

Визометрия для дали проводилась без коррекции и с максимальной коррекцией на фороптере CDR-3100, Huvits, Южная Корея с использованием проектора знаков CCP-3100, Huvits Южная Корея.

Тонометрию проводили бесконтактно на пневмотонометре Reichert-7CR, США и контактным методом с помощью аппланационного тонометра Маклакова массой 10 грамм с переводной линейкой в истинное внутриглазное давление P_0 (мм.рт.ст.). Интраоперационно ВГД измерялось тонометром Маклакова массой 10 грамм с переводной линейкой в истинное внутриглазное давление P0 (мм.рт.ст.).

Ультразвуковую эхобиометрию в положении лежа контактным методом выполняли с помощью ультразвукового биометра Tomey AL-100, Япония. Измерялись следующие параметры: глубина передней камеры, толщина хрусталика, величина переднезадней оси глазного яблока. Интраоперационно, глубину передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс, определяли с помощью ультразвукового биометра Tomey AL-100, Япония.

Ультразвуковое Б-сканирование выполняли на аппарате Tomey UD-6000, Япония и Tomey UD-8000, Япония. В ходе исследования оценивалось состояние стекловидного тела (наличие гемофтальма, шварт), состояние внутренних оболочек глаза (наличие отслойки сетчатки, цилиохориоидальной отслойки, внутриглазных новообразований).

При помощи биомикроскопии до операции оценивалось состояние придаточного аппарата глаза, конъюнктивы, состояние роговицы (наличие

помутнений, псевдоэксфолиаций, пигмента на эндотелии), глубину передней камеры, радужной оболочки (наличие дистрофии стромы, псевдоэксфолиаций, пигментной дисперсии, состояние зрачкового края), подвижность зрачка. Оценивалось наличие выбухания передней капсулы хрусталика в переднюю камеру, появление псевдоэксфолиаций на передней капсуле, наличие слоя разжиженных хрусталиковых масс, оценка цвета ядра хрусталика (по возможности), факодонез.

После проведения хирургического вмешательства биомикроскопически оценивались:

-состояние роговицы (наличие или отсутствие отека, складок десцеметовой мембраны, пигмента на эндотелии),

-глубины и влаги передней камеры (наличие феномена Тиндаля, экссудативной реакции),

-радужной оболочки (реакция зрачка на свет),

-положение ИОЛ (центральное или децентрация ИОЛ),

- состояние стекловидного тела (наличие и выраженность его деструкции).

Наличие клинических проявлений псевдоэксфолиативного синдрома оценивалось по классификации Ерошевской Е.Б., 1997 г.

Офтальмоскопию глазного дна до операции выполняли на парном глазу и после операции на оперированном глазу как в прямом, так и в обратном виде. В прямом виде осмотр проводился при помощи прямого электрического офтальмоскопа «Heine», Германия, в обратном – при помощи обратного бинокулярного офтальмоскопа «Heine», Германия. При осмотре обращалось внимание на состояние границ зрительного нерва, его цвет, характер и величину экскавации, положение сосудистого пучка, состояние сосудов сетчатки и состояние макулярной зоны сетчатки.

Гониоскопию проводили с помощью трехзеркальной гониолинзы Гольдмана. Оценивали форму и степень открытия угла передней камеры в разных сегментах, профиль радужки. Электрофизиологические исследования проводились с использованием электрофотоофтальмометра ЭФОМ-1, Диагност, Красноярск. О сохранности функции внутренних слоев сетчатки судили по порогу возникновения электрофосфена, используя генератор прямоугольных электрических импульсов, а о состоянии зрительного нерва – по критической частоте слияния мельканий фосфена, вызванного частотным раздражением электрического тока интенсивностью, превышающей порог в 3 раза. За норму принимали порог 50-70 мкА, лабильность 35-45 Гц.

Оценку состояния заднего эпителия роговицы проводили при эндотелиальной микроскопии с помощью бесконтактного эндотелиального микроскопа Topcon S-3000P, Япония. Определяли толщину центральной зоны роговицы, плотность эндотелиальных клеток на единицу площади (кл/мм²), количество гексагональных клеток и коэффициент вариации размеров клеток до операции, при выписке, через 1 и 6 месяцев после операции.

Ультразвуковая биомикроскопия проводилась на приборе TOMEY UD-6000, Япония с использованием датчика с частотой 50 мГц и разрешающей способностью 50 мкм.

УБМ-исследование проводилось по следующей методике:

После предварительной анестезии 0,1% алкаином в свод конъюнктивы помещали глазную воронку, заполненную контактной средой (физиологическим раствором), затем в нее погружали головку ультразвукового излучателя, располагающегося над поверхностью роговицы. Сканирование выполняли в четырех меридианах – в радиальных и фронтальных, с обзором всех структур переднего отрезка глаза для исключения сопутствующей патологии. После обзорного сканирования проводились измерения линейных и угловых параметров, которые определялись по методикам C.J. Pavlin (1991), Х.П.Тахчиди, Э.В.Егоровой (2006), Д.И.Иванова (2010).

Анализировались следующие параметры:

1. Глубину передней камеры измеряли по перпендикуляру от эндотелия роговицы в центральной зоне до передней поверхности хрусталика до операции

на факичном глазу и до передней поверхности ИОЛ на артифакичном глазу в послеоперационном периоде.

2. Угол передней камеры– угол, образованный задней поверхностью роговицы и передней поверхностью радужки, с вершиной в углу передней камеры. Угол передней камеры менее 15° считается узким, более 15° – нормальным.

3. Глубину задней камеры измеряли по перпендикуляру от задней поверхности радужки до первого визуализируемого волокна цинновой связки. Глубина и форма задней камеры служит важным фактором для решения вопроса о проведении базальной иридэктомии при наличии зрачкового блока.

4. Дистанцию «трабекула – радужка» определяли по перпендикуляру от эндотелия роговицы до передней поверхности радужки на расстоянии 500 мкм от склеральной шпоры. Это расстояние обусловливает вход в угол передней камеры.

5. Дистанцию «трабекула – цилиарные отростки» измеряли по перпендикуляру от эндотелия роговицы через радужку в 500 мкм от склеральной шпоры. Данный параметр показывает возможность экскурса радужки, он включает расстояние от трабекулы (500 мкм от склеральной шпоры) до передней поверхности радужки, толщину прикорневой зоны радужки и высоту цилиарной борозды, отражая степень ротации кпереди цилиарных отростков и цилиарного тела.

6. Экваториальный угол определяли по пересечению двух линий: линии, проходящей от борозды цилиарного тела до точки пересечения с радужкой и капсулой хрусталика и линии от точки касания радужки с капсулой хрусталика до максимально удаленного края капсулы. При его увеличении на 10-15 градусов по сравнению с нормальными показателями, это состояние определялось как приобретенная сегментарная или полная сферофакия.

44

7. Толщина хрусталика являлась необходимым параметром для расчета ИОЛ и оценки внутрихрусталикового давления в предоперационном периоде.

8. Наличие слоя разжиженных хрусталиковых масс и его толщина являлись важным показателем для оценки внутрихрусталикового давления и профилактики неконтролируемого разрыва передней капсулы при выполнении непрерывного кругового капсулорексиса.

9. Состояние связочного аппарата хрусталика определяли в 4 меридианах с оценкой:

-сохранность связочного аппарата хрусталика,
-наличие разрывов волокон цинновой связки,
-их длины (протяженности), определяемой совокупно,
-характеристики повреждений волокон цинновой связки.

2.3 Методы статистической обработки результатов

Статистическую обработку осуществляли с использованием пакета «Statistica10.0» («StatSoft», Россия). Проверку программ нормальности распределения количественных показателей осуществляли при помощи критерия Шапиро-Уилка. Поскольку распределение большинства признаков было близкое к нормальному, для оценки полученных данных использовали методы параметрической описательной статистики и представлены в виде средней арифметической величины (М) и среднеквадратического отклонения (±σ). различий Статистическую значимость между группами оценивали с использованием t-критерия Стьюдента: в случаях сопоставления разных исследуемых групп – для независимых выборок; в случае оценки динамики исследуемых показателей в одной группе – для зависимых выборок. Для оценки различий качественных показателей применяли точный двусторонний критерий Фишера (F). Взаимосвязи количественных признаков оценивали методом

корреляционного анализа по Пирсону. Многомерный анализ предикторов величины внутрихрусталикового давления, а также предикторов различий толщины хрусталика по данным УБМ и биометрии, осуществлялся методами линейной регрессии, включающими составление математических уравнений. Различия сравниваемых показателей принимались достоверными при уровне значимости p<0,05.

Глава 3. Анализ анатомо-топографических особенностей переднего отрезка глаза у пациентов с набухающей катарактой

Целью данной главы являлось изучение анатомо-топографических особенностей строения переднего отрезка глаза методом ультразвуковой биомикроскопии и А – сканирования, и выявление объективных признаков набухания хрусталика.

Для решения данного вопроса необходимо было решить следующие проблемы:

1. Провести сравнительный анализ параметров переднего отдела глаза у пациентов с набухающей катарактой и на их парных глазах по данным ультразвуковой биомикроскопии.

 Провести сравнительный анализ параметров переднего отдела глаза с набухающей катарактой и их парных глаз при исследовании методом А – сканирования и ультразвуковой биомикроскопии.

3.1 Сравнительная характеристика параметров переднего отдела глаза у пациентов с набухающей катарактой и на их парных глазах по данным ультразвуковой биомикроскопии.

Для выявления характерных признаков набухающей катаракты было выполнено сравнительное исследование параметров переднего отдела глаза у 21 пациента с набухающей катарактой и их 21 парного глаза. Данные исследования представлены в таблице 3. Таблица 3 – Параметры переднего отдела глаза у пациентов с набухающей катарактой I, основной группы и их парных глаз по данным УБМ.

Исследуемые	Основной	Парный	t-критерий	Ошибка (р)
структуры глаза	глаз	глаз		
ГПК, мм	1,96±0,108	2,74±0,11	8,27	<0,001
УПК, град	11,54±2,19	20,63±4,08	1,90	0,072
Дистанция	0,212±0,037	0,271±0,036		
трабекула - радужка, мм			1,97	0,062
Дистанция	0,754±0,043	0,801±0,029		
трабекула –				
цилиарные			0.31	0.762
отслойки, мм			0,51	0,702
Толщина	5,34±0,13	$4,34\pm0,09$	7.40	<0.001
хрусталика, мм			7,10	
Волокна	$0,708\pm0,072$	$0,601\pm0,070$		
цинновой				
связки:			0.95	0 352
Наружные мм			0,20	0,002
Внутренние мм	0,731±0,089	0,598±0,101	1,23	0,232
Верхние мм	0,704±0,084	0,538±0,065	1,99	0,060
Нижние мм	0,876±0,089	0,778±0,140	0,40	0,691
Экваториальный угол, град.	32,52±0,92	14,85±1,09	39,61	<0,001

По данным таблицы 3, можно сделать вывод, что ряд параметров в глазах с набухающей катарактой статистически значимо отличается от их парных глаз. Выявлено резкое уменьшение глубины передней камеры, увеличение толщины хрусталика в глазах с набухающей катарактой по сравнению с парным глазом.

Глубина передней камеры по данным УБМ в глазах с набухающей катарактой составила 1,96±0,11 мм, что значимо отличается от ГПК в парном глазу, которая была 2,74±0,11 мм. Толщина хрусталика в глазах с набухающей катарактой составила 5,34±0,13 мм, что достоверно отличалось, согласно критерию Манна-Уитни от толщины хрусталика в парном глазу, которая была равна 4,34±0,09 мм. При УБМ - исследовании набухающей катаракты слой

разжиженных хрусталиковых масс определялся как гипоэхогенный слой, находящийся между передней капсулой хрусталика и плотным ядром, в парном глазу он отсутствовал (Рис. 2). В глазах пациентов с набухающей катарактой выявлено сужение УПК до 11,54±2,19°, что достоверно отличалось от показателей в парном глазу (20,63±4,08°). Дистанция «трабекула – радужка», «трабекула – цилиарные отростки» в глазах с набухающей катарактой и в парных глазах имела небольшие отличия, что подтверждает критерий Манна-Уитни. Волокна цинновой связки во всех 4 сегментах в глазах с набухающей катарактой были несколько длиннее, на 0, 1 - 0, 15 мм, чем в парных глазах, но между собой в противоположных сегментах они различались на сотые доли миллиметра. Это свидетельствует об увеличении общей сферичности хрусталика во всех секторах и подтверждается увеличением его толщины почти на 1 мм по сравнению с парными глазами. Экваториальный угол, измеренный в глазах с набухающей катарактой в двух противоположных сегментах, был одинаков, и составил 32,52±0,92° (Рис. 3 a, b). В парных глазах он также был одинаков в противоположных сегментах и составил 14,85±1,09. Увеличение экваториального угла более чем в 2 раза в глазах основной группы свидетельствовало о наличии в глазах с набухающей катарактой полной приобретенной сферофакии. Это происходит за счет повышения внутрихрусталикового давления из-за накопления в капсульном мешке разжиженных хрусталиковых масс. При нормальном глазном давлении, градиент внутрихрусталикового давления остается высоким и компенсируется суммой внутриглазного давления эластического И мешка сопротивления растяжению капсульного И связочного аппарата хрусталика.



1- Слой разжиженных хрусталиковых масс

Рисунок 1- Фотография левого глаза пациента К. с набухающей катарактой



1 –слой разжиженных хрусталиковых масс; 2 – плотное ядро хрусталика

Рисунок 2 - УБМ набухающей катаракты пациента К. с выбуханием передней капсулы в переднюю камеру.



а) экваториальный угол в наружном сегменте в глазу с набухающей катарктой



b) экваториальный угол во внутреннем сегменте в глазу с набухающей катарктой

Рисунок 3 – УБМ набухающей катаракты пациента К.; экваториальные углы в различных сегментах глаза

Сравнительный анализ полученных данных позволяет выявить характерные признаки набухающей катаракты при использовании УБМдиагностики: значительное сужение угла передней камеры, уменьшение глубины передней камеры, увеличение толщины хрусталика и появление полной приобретенной сферофакии с наличием слоя разжиженных хрусталиковых масс.

3.2 Характеристика параметров переднего отдела глаза с набухающей катарактой и их парных глаз при исследовании методом А – сканирования и ультразвуковой биомикроскопии

При изучении предоперационных параметров глаза был проведен сравнительный анализ данных переднего отдела глаза с набухающей катарактой методом А – сканирования и УБМ у 21 пациента с набухающей катарактой основной группы. Такое же исследование глубины передней камеры, толщины хрусталика, девиации хрусталика и глубины передней камеры при помощи А – сканирования и УБМ на их парных глазах.

Целью исследования явилось выявление разницы в определении параметров хрусталика, полученных при помощи А – сканирования и УБМ у пациентов с набухающей катарактой и на их парных глазах с начальной катарактой.

В результате исследований было обнаружено, что величины толщины хрусталика в глазах с набухающей катарактой значительно отличаются в зависимости от метода измерения: по данным УБМ она составила 5,34±0,13 мм, а по данным биометрии – 3,65±0,16мм (t-критерий 19,06, p=0,000). Во всех случаях метод УБМ дает более высокие значения толщины хрусталика, различия составляют от 0,03 мм до 2,8 мм, в среднем по группе 1,58±0,17.

При оценке величины передней камеры необходимо учитывать разницу в методах измерения. При А-сканировании измерение передней камеры выполняется от эпителия роговицы до передней поверхности хрусталика и включает толщину роговицы, а при УБМ-исследовании – от эндотелия роговицы до передней поверхности хрусталика.

Таблица 4 - Результаты сравнительного изучения исследуемых параметров глаза с набухающей катарактой, полученных с помощью УБМ и А – сканирования (М±m)

Параметры	Ультразвуковая	А- сканирование	t-критерий	Ошибка
	биомикроскопия			(p)
	(УБМ)			
Толщина	5,34±0,13	3,65±0,16	19,06	0,000
хрусталика (мм)				
Девиация	-	$0,\!48{\pm}0,\!08$		
толщины				
хрусталика (мм)				
Глубина	1,96±0,11	$2,54\pm0,06$	10,87	0,000
передней				
камеры (мм)				
Девиация	-	$0,22{\pm}0,04$		
глубины				
передней				
камеры (мм)				
Толщина	$0,84{\pm}0,06$	-		
гипоэхогенного				
слоя				

Девиация толщины хрусталика, измеренного методом A – сканирования, достигает 0,48±0,08 мм, девиация глубины передней камеры достигает 0,22±0,04 мм, что говорит о значительном разбросе показателей величины измерения. Величина переднего гипоэхогенного слоя (слоя разжиженных хрусталиковых масс), определяемого при помощи УБМ исследования, при набухании хрусталика варьировала от 0,60 до 1,47 мм, в среднем 0,84±0,06 мм.

Таблица 5 - Исследование глубины передней камеры, толщины хрусталика и девиации хрусталика при помощи А – сканирования и УБМ на парных глазах (M±m)

	Ультразвуковая биомикроскопия (УБМ)	А-сканировнаие	t-критерий	Ошибка (р)
Толщина хрусталика (мм)	4,34±0,14	4,22±0,14	2,16	0,043
Девиация толщины хрусталика (мм)	-	0,22±0,06		
Глубина передней камеры (мм)	2,74±0,11	3,26±0,07	3,25	0,004
Девиация глубины передней камеры (мм)	-	0,12±0,02		

Из таблицы 5 следует, что величина толщины хрусталика на парных глазах практически не зависит от метода измерения (t-критерий 2,16, p=0,043). Параметры глубины передней камеры отличаются за счет того, что УБМ исследование производится от эндотелия роговицы до передней поверхности хрусталика, а при А – сканировании – от эпителия роговицы и результат увеличивается на толщину роговицы в центральной зоне. По данным УБМ глубина передней камеры составила 2,74±0,11 мм, по данным ультразвуковой биометрии – 3,26±0,07, данные различия были статистически значимыми (критерий Вилкоксона Z=3,30 p=0,000). Анализ взаимосвязей изучаемых величин на парных глазах, в отличие от глаз с набухающей катарактой, показал наличие значимой взаимосвязи между величинами толщины хрусталика, измеренными методами УБМ и А- сканирования, (r=0,565, p≤0,05) и отсутствие других взаимосвязей.

Очевидно, причиной большой разницы в показателях толщины хрусталика в глазах с набухающей катарактой и их разницы на парных глазах при исследовании разными методами может являтся слой жидких хрусталиковых масс (передний и задний гипоэхогенный слой). Ультразвуковой биометр Tomey AL-100, Япония, который использовался в данном случае, проводит 5 повторных измерений, после чего из этих данных выводится средняя, которая и является окончательным результатом. При набухающей катаракте, сигнал, попадая на область разжиженных масс, проходит сквозь него, как сквозь жидкость и отражается от нижележащего плотного ядра, что является первым измерением. Если эхосигнал отражается от участка более густого слоя жидких хрусталиковых масс, получается другой результат. Вся разница измерений выражается в девиации хрусталика и передней камеры, которая возрастает по сравнению с парным глазом практически в два раза и составляет при набухающей катаракте dev. lens $0,48\pm0,08$ мм и dev. ACD $0,22\pm0,04$ мм, а в парном глазу dev. lens $0,22\pm0.06$ и dev. ACD $0,12\pm0,02$ мм соответственно.

При УБМ используется ультразвук высокой частоты (50 МГц) в режиме иммерсионного В – сканирования, что позволяет более детально визуализировать капсулу хрусталика, определить величину гипоэхогенного слоя и толщину хрусталика. Во всех случаях метод УБМ дает более высокие значения толщины хрусталика, различия составляют от 0,03 мм до 2,8 мм, в среднем по группе 1,58±0,17.

В отдельных случаях глубина передней камеры при набухающей катаракте разнится значительно при измерении методом УБМ и А – сканирования. Это, по –видимому, происходит в тех случаях, когда эхопик попадает на наиболее истонченный участок передней капсулы и сильно разжиженные хрусталиковые массы переднего коркового слоя. Основная же разница в толщине набухающего хрусталика при исследовании разными методами приходится на задний слой разжиженных хрусталиковых масс и заднюю капсулу [13, 63].

55

Клинический пример 1.

Пациентка 3.,1968 г. р., обследована в ТФ ФГАУ МНТК «МГ им. акад С.Н. Федорова» по поводу зрелой набухающей катаракты правого глаза 28.02.2017. До этого была обследована и прооперирована в 2014 году по поводу незрелой возрастной катаракты левого глаза.

Диагноз: Осложненная зрелая набухающая катаракта правого глаза, артифакия левого глаза.

При поступлении VOD = pr.l.certa VOS = 0,8 sph – 0,5 = 0,9 – 1,0 ОD ВГД P0 = 17,3 мм. рт.ст. OS P0 = 15,4 мм.рт.ст.

Динамику состояния переднего отдела правого глаза при помощи A – сканирования можно проследить с 2014 года по 2017 год.

12.08.2014. А скан. ГПК = 3,25 мм, дев. = 0,03 Т.Х. = 4.64 мм, дев. = 0,03, длина заднего отдела глаза (VCD) = 15,85 мм, дев. = 0,03, длина глаз (AXL) = 23,77 мм. (Рис.4). УБМ – исследование правого глаза в 2014 году пациентке не выполнялось.

28.02.2017. А-скан. ГПК = 2,36 мм, дев. = 0,30, Т.Х. = 3,39 мм, дев.=0,38 мм, длина заднего отдела глаза (VCD) = 18,08 мм, дев. = 0,33 мм, длина глаз (AXL) = 23,84 мм. (Рис.5).

При исследовании правого глаза методом УБМ 7.02.2017: ГПК – 2,05 мм, толщина хрусталика – 5,94 мм, гипоэхогенный слой – 1,06 мм, экваториальный угол - 34°. (Рис.6)

Если сравнить данные А-скана и УБМ от 7.02.2017, получаются следующие результаты:

- ГПК, измеренная методом А-скана и УБМ в данном случае незначительно разнятся, если при А-скане исключить толщину роговицы,

- Т.Х, измеренная методом А-скана и УБМ, имеют значительную разницу в показателях, полученных разными методами, которая равна 5,94 – 3,39 =2,55 мм.

Поскольку глубина передней камеры, исследованная разными методами, отличалась не очень значительно, исследуем рамеры заднего отдела глаза, полученные в 2017 и 2014 годах.

2017 - длина заднего отдела глаза (VCD) = 18,08 мм дев. = 0,33 мм

2014 - длина заднего отдела глаза (VCD) = 15,85 мм, дев. = 0,03,

18,08 – 15,85 = 2,23 мм, с учетом дополнения девиации: 2,23 + 0,33 = 2,56 мм, получаем искомую разницу в определении толщины хрусталика методом Аскана и УБМ за счет увеличения величины заднего отдела глаза в 2017 году, по сравнению с 2014 годом. Именно на эту величину увеличивается задний отдел глаза. В данном случае, эхосигнал при А-сканировании отражается от задней поверхности ядра хрусталика, воспринимая слой разжиженных хрусталиковых масс как стекловидное тело.



 $\Gamma\Pi K = 3,29$ мм, дев. = 0,03 T.X. = 4.64 мм, дев. = 0,03, длина заднего отдела глаза (VCD) = 15,85 мм, дев. = 0,03, длина глаз (AXL) = 23,77 мм.

Рисунок 4 - Ультразвуковое А – сканирование правого глаза пациента К. от 12.08.2014.



Глубина передней камеры = 2,36 мм; толщина хрусталика = 3,39 мм; девиация толщины хрусталика =0,38 мм; длина заднего отдела глаза (VCD) = 18,08 мм, девиация = 0,33 мм; длина глаза (AXL) = 23,84 мм.

Рисунок 5 - Ультразвуковое А-сканирование правого глаза пациента К. от 28.02.2017.



- 1- Глубина передней камеры 2,05 мм;
- 2- Слой разжиженных хрусталиковых масс 1,06 мм.

Рисунок 6 - Ультразвуковая биомикроскопия правого глаза пациента К.

58

Клинический пример 2.

Пациент Ч., 1949 г. р., обследован в ТФ ФГАУ МНТК «МГ им. акад. С.Н. Федорова» по поводу зрелой набухающей катаракты правого глаза 24.08.2016. До этого был обследован и прооперирован в 2014 году в Воронежской ОГБ по поводу глаукомы обоих глаз, осложненной зрелой катаракты левого глаза.

Диагноз: Осложненная зрелая набухающая катаракта правого глаза, артифакия левого глаза, оперированная глаукома обоих глаз, ЭЭД роговицы левого глаза.

При поступлении VOD = pr.l.certa VOS = 0,005 н.к. ОD ВГД Р0 = 9,9 мм. pt.ct. OS P0 = 18,4 мм.pt.ct.

При исследовании правого глаза методом УБМ при поступлении: ГПК – 0,84 мм, толщина хрусталика – 5,78 мм, гипоэхогенный слой (слой разжиженных хрусталиковых масс) – 1,1 мм, экваториальный угол - 32° (Рис.7).

Измерение переднего отдела правого глаза при помощи A – сканирования при поступлении: ГПК = 2,44 мм, дев. = 0,27 Т.Х. = 3,68 мм, дев. = 0,28 мм (Рис. 8).

Если сравнить данные А-скана и УБМ от 24.08.2016, получается, что ГПК, измеренная методом А-скана и УБМ в данном случае различна, если при УБМ добавить среднюю толщину роговицы (550 мкм), получим 0,84 + 0,55 = 1,39 мм. Разница в ГПК, полученная методом А – скана и УБМ равна 2,44 – 1,39 = 1,05 мм, то есть практически равна толщине переднего слоя разжиженных хрусталиковых масс (1,1 мм).

Толщина хрусталика, измеренная методом А-скана и УБМ, имеет значительную разницу в показателях, полученных разными методами, которая равна 5,78 – 3,68 =2,10 мм. Задний слой разжиженных хрусталиковых масс равен 5,78 – (3,68 + 1,05) = 1,05 мм, т.е. практически равен переднему. Суммируя слой передних и задних разжиженных хрусталиковых масс с толщиной хрусталика, полученного при А – сканировании, получаем толщину хрусталика, измеренную

методом УБМ: 1,1+1,05+3,68=5,83мм. Толщина хрусталика методом УБМ – 5,78 мм. Разница расчета составила 0,05 мм.



1-Глубина передней камеры — 0,84 мм; 2-Слой разжиженных хрусталиков масс (гипоэхогенный слой) -1,1 мм.

Рисунок 7 УБМ - исследование правого глаза пациента Ч. от 24.08.2016



Глубина передней камеры = 2,44 мм, девиация = 0,27 мм; Толщина хрусталика = 3,68 мм, дев. = 0,28 мм.

Рисунок 8 - Ультразвуковое А – сканирование правого глаза пациента Ч. от 24.08.2016.

Клиническое исследование увеличения глубины передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс в рамках данной работы будет описано в главе 5 «Оптимизация технологии ультразвуковой факоэмульсификации набухающей катаракты».

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены основные характерные признаки набухающей катаркты: уменьшение глубины передней камеры по данным УБМ до 1,96±0,11 мм (2,74±0,11 мм в парном глазу), по данным А – сканирования – до 2,54±0,06 мм (3,26±0,07 мм в парном глазу); сужение угла передней камеры до 11,54±2,19° (20,63±4,08° в парном глазу); полная приобретенная сферофакия, достоверно подтвержденная увеличением экваториального угла на 17° по сравнению с парным глазом; увеличение толщины хрусталика по данным УБМ до 5,34±0,13 мм (4,34±0,09 мм в парном глазу), по данным А – сканирования — 3,65±0,16 мм (4,22±0,14 мм в парном глазу); наличие слоя разжиженных хрусталиковых масс, равного 0,85±0,20 мм. Полученные данные позволят в предоперационном периоде отдифференцировать набухающую катаркту от простой белой катаркты.

Глава 4. Разработка методики прогнозирования и оценки внутрихрусталикового давления

Целью данной главы являлась разработка методики прогнозирования и оценки внутрихрусталикового давления.

Для прогнозирования и оценки величины внутрихрусталикового давления необходимо было:

- Разработать методику интраоперационной оценки внутрихрусталикового давления.
- Разработать математическую модель прогнозирования величины внутрихрусталикового давления на основе корреляционного анализа данных предоперационного УБМ-исследования и данных интраоперационной оценки ВХД.
- 3. Разработать математическую модель определения величины внутрихрусталикового давления по результатам А сканирования.

4.1 Методика интраоперационной оценки внутрихрусталикового давления

Для создания методики интраоперационной оценки на первом этапе проводилась интраоперационная оценка ВХД на 22 глазах с набухающей катарактой у пациентов I группы. В условиях операционной выполнялись 2 роговичных парацентеза размером 1,2 мм, производилась окраска передней капсулы трипановым синим и передняя камера заполнялась высокомолекулярным вискоэластиком, до повышения ВГД примерно до 30-32 мм рт. ст. (Рис. 9). ВГД измерялось при помощи тонометра Маклакова. После этого, при помощи иглы инсулинового шприца, заполненного вискоэластиком, выполнялся дополнительный прокол в переднюю камеру на периферии роговицы, и производилось вскрытие передней капсулы хрусталика иглой (Рис. 10). Наблюдали за выходом хрусталиковых масс из капсульного мешка в переднюю камеру. Если наблюдался медленный выход небольшого количества разжиженных хрусталиковых масс, которые вскоре останавливались, значит, внутрихрусталиковое давление оказывалось равным давлению в передней камере. Если хрусталиковые поднимались быстро, массы значит внутрихрусталиковое давление выше давления в передней камере, тогда добавлялся высокомолекулярный вискоэластик в переднюю камеру до остановки выхода хрусталиковых масс из хрусталиковой сумки и вновь измерялось внутриглазное давление (Рис. 11). ВГД в этом случае соответствовало внутрихрусталиковому давлению. При отсутствии выхода хрусталиковых масс из хрусталиковой сумки, при помощи инсулиновой иглы и шприца производилась медленная аспирация вискоэластика из передней камеры. При появлении в передней камере разжиженных хрусталиковых масс измерялось внутриглазное тонометром Маклакова, которое соответствовало давление И внутрихрусталиковому давлению (Патент на изобретение № 2680192 «Способ интраоперационного определения величины внутрихрусталикового давления при хирургическом лечении набухающей катаракты». Заявка № 2017123035, дата подачи заявки 29.06.2017. Опубликовано 18.02.2019. Авторы изобретения: Фабрикантов О.Л., Николашин С.И., Пирогова Е.С.).

Средняя величина внутрихрусталикового давления, полученная в результате исследования 22 пациентов, была равна 32,17±2,78 мм рт ст. Распределение результатов интраоперационной оценки внутрихрусталикового давления от анатомо-топографических параметров переднего отдела глаза при набухающей катаракте у каждого из 22 исследованных пациентов представлено в таблице 6, главы 4.2.

63



Рисунок 9 - Введение вискоэластика в переднюю камеру для создания равновесия внутриглазного и внутрихрусталикового давления.



Рисунок 10 - Перфорация передней капсулы с выходом разжиженных хрусталиковых масс в переднюю камеру.



Рисунок 11- Измерение ВГД тонометром Маклакова.



Рисунок 12- Формирование малого капсулорексиса.

Таким образом, разработана технология интраоперационной оценки

с набухающей внутрихрусталикового давления У пациентов катарактой, заключающаяся в создании в передней камере равновесия внутрихрусталикового внутриглазного давления при помощи введения в переднюю камеру И высокомолекулярного вискоэластика, где маркером их равновесия является скорость выхода разжиженных хрусталиковых масс из капсульного мешка. При хрусталиковых величина внутриглазного медленном выходе масс И внутрихрусталикового давления практически равны. Количественно, в мм. рт. ст. величину внутрихрусталикового давления определяли, измерив ВГД тонометром Маклакова.

4.2. Математическое моделирование и прогнозирование величины внутрихрусталикового давления на основе анализа данных предоперационного УБМ-исследования и данных интраоперационной оценки ВХД

Для уменьшения количества осложнений и улучшения функциональных результатов операции необходима разработка технологии прогнозирования внутрихрусталикового давления при набухающей катаракте и построение математической модели для его определения по данным предоперационного обследования (43, 107).

Прогнозирование внутрихрусталикового давления выполнено на основе анализа сравнительного исследования анатомо-топографических параметров переднего отдела глаза, проведенного с помощью УБМ и оценки внутрихрусталикового давления, выполненного интраоперационно. Данные сравнительного анализа представлены в таблице 6.

66

Таблица 6 - Распределение результатов интраоперационной оценки внутрихрусталикового давления от анатомо-топографических параметров переднего отдела глаза при набухающей катаракте (M±m).

	Глубина	Гипоэхоген	Толщина	Экваториаль-	Внутрихруст.
	передней	ный слой	хрусталика	ный	давление, мм
	камеры	(жидких	(УБМ),	угол, градусы	рт. ст., РО.
	(УБМ)	хруст. масс)	MM		
		мм (УБМ)			
M±m	1,96±0,57	0,85±0,20	5,34±0,45	32,52±0,82	32,17±2,78

Для определения прогнозирования возможности величины внутрихрусталикового давления применяли математическое моделирование методом множественной регрессии, позволяющее выявить степень детерминированности анализируемой переменной зависимой давления) различными (внутрихрусталикового предикторами (толщиной хрусталика, толщиной гипоэхогенного слоя (переднего слоя разжиженных хрусталиковых масс), глубиной передней камеры и величиной экваториального угла, определенного при помощи УБМ). Анализ проводили пошагово с включением предикторов. Принималось, что предсказательная ценность модели тем выше, чем больше адекватность полученного уравнения регрессии, которая, определяется величиной F-критерия свою очередь, Фишера В И его статистической значимостью; величиной коэффициента множественной детерминации (R²), который показывает, какая доля вариации зависимого (внутрихрусталикового признака давления) определяется вариациями независимых величин; статистической значимостью регрессионных коэффициентов.

Результаты регрессионного анализа детерминированности внутрихрусталикового давления приведены в таблице 7.

67

Таблица 7 - Результаты множественного регрессионного анализа предикторов внутрихрусталикового давления.

Предикторы	Стандартизиро	Нестандартизи	Значение	Статистичес
	ванный	рованный	t-критерия	кая
	регрессионный	регрессионный	Стьюдента при	значимость
	коэффициент	коэффициент	оценке	(р) для
	(β)	(B)	значимости	критерия
			регрессионного	Стьюдента
			коэффициента	
Свободный				
член		-21,940	-2,575	0,076
уравнения				
Толщина				
хрусталика	1,379	8,082	4,553	0,006
мм, УБМ				
Глубина				
передней	0.621	1 244	2 744	0.046
камеры мм,	0,021	4,244	2,744	0,040
УБМ				
Толщина				
гипоэхогенн	0,208	2,800	1,260	0,263
ого слоя, мм				

Примечание: статистическая значимость уравнения регрессии по *F*критерию Фишера составляет 10,92 (p=0,012). $R^2=0,868$.

Множественный регрессионный анализ детерминированности внутрихрусталикового давления показал, что его значения взаимосвязаны с некоторыми из анализируемых параметров, среди которых: толщина хрусталика, глубина передней камеры и толщина гипоэхогенного слоя (разжиженных хрусталиковых масс), определенные по данным УБМ (перечислены в порядке убывания прогностической ценности).

При этом наиболее информативным предиктором внутрихрусталикового давления является показатель толщины хрусталика, т.к. он имеет наибольшее значение стандартизированного регрессионного коэффициента (β =1,379), что говорит о наибольшем вкладе данной характеристики в варьирование значений внутрихрусталикового давления.

На основе полученных коэффициентов можно составить эмпирическое уравнение регрессии для предикторов внутрихрусталикового давления:

 $BX\Pi = -21,940 + 8,082 \times A + 4,244 \times B + 2,800 \times C$

где А – толщина хрусталика УБМ; В – ГПК УБМ; С – толщина гипоэхогенного слоя.

Данное уравнение позволяет осуществить математический прогноз внутрихрусталикового давления. Статистически значимая величина критерия Фишера демонстрирует адекватность модели, а согласно значению коэффициента множественной детерминации, величина внутрихрусталикового давления более чем на 86,8% детерминируется представленными в таблице признаками и не учтенные в данной модели факторы незначительны. Анализ остатков показал их минимальное среднее значение – 0,00001±0,00001. (Патент № 2645607 от 26.02.2018).

Исследование внутрихрусталикового большое давления имеет практическое значение при факоэмульсификации набухающей катаракты. Стреловидный линейный разрыв (синдром «аргентинского флага») передней капсулы с переходом его на заднюю капсулу и возможной люксацией ядра в стекловидное тело является грозным осложнением хирургического вмешательства. Создание равновесного градиента давления в передней камере и внутри капсульного мешка является основным фактором борьбы с синдромом «аргентинского флага» и гарантом безопасного проведения первого этапа двухэтапного капсулорексиса. Для оценки величины внутрихрусталикового

разработана давления построена математичекая модель И формула, величину внутрихрусталикового давления толщине определяющая ПО хрусталика, глубине передней камеры и величине гипоэхогенного слоя (слоя разжиженных хрусталиковых масс). Все эти параметры определяются при помощи УБМ. Зная величину внутриглазного и внутрихрусталикового давления, уравновесить при помощи введения переднюю можно ИХ В камеру высокомолекулярного вискоэластика, произвести безопасное вскрытие передней капсулы с выполнением первого этапа двухэтапного капсулорексиса и вымыванием хрусталиковых масс из капсульного мешка.

Клинический пример 1.

Пациент А. 1934 г.р.

Диагноз: Осложненная зрелая набухающая катаракта правого глаза, незрелая осложненная катаракта левого глаза, ПЭС обоих глаз.

Толщина хрусталика по данным УБМ – 5.07 мм, глубина передней камеры – 2.67 мм, величина гипоэхогенного слоя равна 1.04 мм

 $BXJ = -21,940 + 8,082 \times A + 4,244 \times B + 2,800 \times C$

Где ВХД – внутрихрусталиковое давление; А – толщина хрусталика УБМ; В – ГПК УБМ; С – толщина гипоэхогенного слоя.

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

ВХД = - 21.940 +8.082х5.07 + 4,244х2.67 + 2.800х1.04 = 33,28

По расчетам произведена оценка внутрихрусталикового давления, равная 33,3 мм.рт. ст.

Внутрирусталиковое давление, определенное экспериментально, равно 33,2 мм.рт. ст.

Клинический пример 2.

Пациент Ш. 1940 г.р.

Диагноз: Осложненная зрелая набухающая катаракта левого глаза, незрелая осложненная катаракта правого глаза, ПЭС обоих глаз.

Толщина хрусталика по данным УБМ – 5.00 мм, глубина передней камеры – 2.07 мм, величина гипоэхогенного слоя равна 1.17 мм

 $BXД = -21,940 + 8,082 \times A + 4,244 \times B + 2,800 \times C$

Где ВХД – внутрихрусталиковое давление; А – Толщина хрусталика УБМ; В – ГПК УБМ; С – Толщина гипоэхогенного слоя

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

ВХД = - 21.940 +8.082х5.00 + 4,244х2.07 + 2.800х1.17 = 30.53

По расчетам произведена оценка внутрихрусталикового давления, равная 30.5 мм.рт.ст.

Внутрирусталиковое давление, определенное экспериментально,

равно 31.4 мм.рт. ст.

4.3 Математическая модель определения величины внутрихрусталикового давления по результатам А – сканирования

Измерение толщины хрусталика с помощью УБМ имеет значение для определения внутрихрусталикового давления при факоэмульсификации набухающей катаракты. Однако не все клиники имеют оборудование для проведения ультразвуковой биомикроскопии и могут точно определить толщину набухающего хрусталика. Для определения толщины хрусталика, соответствующего данным УБМ, по результатам А – сканирования, создана

математическая модель определения величины внутрихрусталикового давления по результатам А – сканирования и среднему гипоэхогенному слою.

Анализ взаимосвязей (табл. 8) показал, что линейных связей в основной группе между величинами толщины хрусталика, измеренными методами УБМ и биометрии, не наблюдается (r=0,123). При этом толщина хрусталика, определенная с помощью биометрии, не связана с другими изучаемыми параметрами, а для толщины хрусталика по данным УБМ отмечены прямые корреляции с толщиной гипоэхогенного слоя и обратные взаимосвязи с глубиной передней камеры, определенной с помощью УБМ.

Таблица 8 - Результаты анализа взаимосвязей величин толщины хрусталика, измеренных методами УБМ и биометрии (коэффициенты ранговой корреляции Спирмена).

Обозначения	Толщ хр. УБМ	Толщ хр. биом
Толщ. хр-ка (биом)	0,182	-
Девиация толщ. хр-ка	-0,038	0,372
Гипоэх. сл. (УБМ)	0,516	0,133
ГПК (УБМ)	-0,484	-0,039
ГПК (биом)	0,044	-0,533
Девиация ПК (биом)	0,118	0,024

Примечание. Выделенные жирным курсивом корреляции значимы на уровне p <0,050.

Для анализа взаимосвязей между величинами толщины хрусталика, определенными разными методами, был применен однофакторный регрессионный анализ, результаты которого представлены в таблице 9.
Таблица 9 - Результаты однофакторного регрессионного анализа величины толщины хрусталика по УБМ

Предикторы	Стандартизирован ый регрессионный коэффициент (β)	Нестандартизиро ваный регрессионный коэффициент (В)	Значение t- критерия Стьюдента при оценке значимости регрессионного коэффициента	Статистическая значимость (р) для критерия Стьюдента
Свободный член уравнения		4,618	7,91	0,000
Толщина хрусталика биометрия, мм	0,238	0,167	1,06	0,298

Примечание: статистическая значимость уравнения регрессии по *F*критерию Фишера составляет 1,14 (p=0,298). $R^2=0,071$.

По результатам анализа можно составить уравнение:

Толщ хр УБМ = 4,618 + 0,167 × толщ хр биом

Данное уравнение позволяет производить математический перерасчет величин со стандартной ошибкой 0,519 мм. Однако, согласно значениям коэффициента Фишера и отсутствию значимости коэффициента независимой переменной, данное уравнение не отличается высокой точностью расчета.

Поэтому был осуществлен поиск предикторов различий величин толщины хрусталика, измеренных разными методами. Данный расчет осуществлялся методом множественного регрессионного анализа, где зависимой переменной являлась величина различий, а независимыми – гипоэхогенный слой (слой разжиженных хрусталиковых масс), определенный при помощи УБМ - исследования, ГПК по данным УБМ, девиация величины передней камеры и ГПК

по данным А – сканирования, девиация хрусталика по данным А – сканирования. Результаты анализа представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Результаты многофакторного регрессионного анализа величины различий толщины хрусталика по данным УБМ и А – сканирования.

Предикторы	Стандартизиро-	Нестандартизи-	Значение t-	Статистическая	
	ванный	рованый	критерия	значимость (р)	
	регрессионный	регрессионный	Стьюдента	для критерия	
	коэффициент	коэффициент	при оценке	Стьюдента	
	(β)	(B)	значимости		
			регрессионно-		
			ГО		
			коэффициента		
Свободный член					
уравнения		-3,647	-1,68	0,118	
ГПК					
А-сканирование	0,477	1,808	2,32	0,037	
ГПК УБМ	-0,073	-0,123	-0,31	0,764	
Гипоэх сл. УБМ	0,461	1,613	1,98	0,070	
Девиация					
Хрусталика	-0,430	-1,000	-1,58	0,138	

Примечание: статистическая значимость уравнения регрессии по *F*критерию Фишера составляет 3,35 (p=0,043). $R^2=0,507$.

Из таблицы следует, что величина различий в первую очередь, зависит от ГПК, измеренной А – сканированием, причем зависимость прямая, то есть чем больше ГПК, тем большие различия дают измерения толщины хрусталика разными методами. Также отмечена прямая зависимость от толщины гипоэхогенного слоя и обратная зависимость - от ГПК, измеренной УБМ и девиации хрусталика.

Для получения формулы математического расчета величины гипоэхогенного слоя через величину толщины хрусталика по данным биометрии, был применен однофакторный регрессионный анализ, однако его результаты оказались неудовлетворительными, прогнозирование величины гипоэхогенного слоя через величину толщины хрусталика по данным биометрии невозможно.

Таким образом, получив пересчет толщины хрусталика по УБМ, можно математический осуществить прогноз внутрихрусталикового давления, полученный подставив В формулу результат толщины хрусталика, пересчитанную глубину передней камеры, полученную при А – сканировании, и, поскольку рассчитать величину гипоэхогенного слоя не удалось, его среднее значение, т.е. 0,85 мм. Глубина передней камеры по УБМ определяется как глубина передней камеры по А – скану + половина девиации и минус средняя толщина роговицы (550 микрон).

В результате можно расчитать величину внутрихрусталикового давления, до которого необходимо увеличить ВГД для безопасного проведения капсулорексиса при набухающей катаракте.

Клинический пример.

Пациент А. 1934 г.р.

Диагноз: Зрелая набухающая катаракта левого глаза, начальная возрастная катаракта правого глаза.

Толщина хрусталика по А-скану – 2,39 мм, глубина передней камеры – 2.82 мм, девиация передней камеры – 0,4 мм.

Для определения внутрихрусталикового давления необходимо в формулу подставить толщину хрусталика, глубину передней камеры по данным УБМ и толщину гипоэхогенного слоя.

Толщину хрусталика определяем по вышеприведенной формуле:

Толщ хр УБМ = $4,618 + 0,167 \times 2.39 = 5.02$ мм.

Толщина хрусталика, определенная при помощи УБМ, равна 5,07 мм, что укладывается в стандартную ошибку 0,519 мм.

Глубину передней камеры по УБМ рассчитываем, как глубину передней камеры по А – скану + половину девиации и минус среднюю толщину роговицы (550 микрон).

$$2.82 + 0.2 - 0.55 = 2.47$$
 MM.

Величину гипоэхогенного слоя математически рассчитать не удалось, поэтому берется вычисленная средняя величина – 0,85 мм.

 $BXД = -21,940 + 8,082 \times A + 4,244 \times B + 2,800 \times C$

Где ВХД – внутрихрусталиковое давление; А – толщина хрусталика УБМ; В – ГПК УБМ; С – толщина гипоэхогенного слоя.

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

BXД = - 21.940 +8.082x5.02 + 4,244x2.47 + 2.800x0,85 = 31,495

По расчетам получено хрусталиковое давление, равное 31,5 мм.рт. ст.

Хрусталиковое давление, определенное экспериментально, равно 33,2 мм.рт. ст.

Вычисленное давление отличается от экспериментального на 1.7 мм.рт.ст.в сторону уменьшения.

Клинический пример 2.

Пациентка В. 1941 г.р.

Диагноз: Зрелая набухающая катаракта правого глаза, начальная возрастная катаракта левого глаза.

Толщина хрусталика по А-скану – 4,05 мм, дев. хр. = 0,34 мм, глубина передней камеры – 2.67 мм, девиация передней камеры – 0,32 мм.

Для определения внутрихрусталикового давления необходимо в формулу подставить толщину хрусталика и глубину передней камеры по данным УБМ и толщину гипоэхогенного слоя.

Толщину хрусталика определяем по вышеприведенной формуле:

Толщ хр УБМ = 4,618 + 0,167 × 4,05=5.29 мм.

Толщина хрусталика, определенная при помощи УБМ равна 5,38 мм, что укладывается в стандартную ошибку 0,519 мм.

Глубину передней камеры по УБМ рассчитываем, как глубину передней камеры по А – скану + половину девиации и минус толщину роговицы (550 микрон).

2.67 + 0.16 - 0.55 = 2.28 MM.

Величину гипоэхогенного слоя математически рассчитать не удалось, поэтому берется вычисленная средняя величина – 0,85 мм.

 $BXД = -21,940 + 8,082 \times A + 4,244 \times B + 2,800 \times C$

Где ВХД – внутрихрусталиковое давление; А – толщина хрусталика УБМ; В – ГПК УБМ; С – толщина гипоэхогенного слоя.

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

BXД = - 21.940 +8.082x5.29 + 4,244x2.28 + 2.800x0,85 = 32,9

По расчетам получено внутрихрусталиковое давление, равное 32,9 мм.рт. ст.

Внутрирусталиковое давление, определенное экспериментально, равно 31,4 мм.рт. ст.

Вычисленное давление отличается от экспериментального на 1.5 мм.рт.ст.в сторону увеличения.

Таким образом, в результате применения способа интраоперационного

определения величины внутрихрусталикового давления выявлено, что в глазах с вышеуказанной патологией величина внутрихрусталикового давления напрямую взаимосвязана с толщиной хрусталика, глубиной передней камеры и толщиной слоя разжиженных хрусталиковых масс, определенных при помощи УБМ. На основе полученных данных составлено эмпирическое уравнение регрессии для предоперационной внутрихрусталикового оценки давления. Возможность внутрихрусталикового давления прогнозирования В предоперационном периоде, позволит создать равновесие градиентов давления в передней камере и внутри капсульной сумки хрусталика, что дает возможность безопасно провести вскрытие передней капсулы и выполнение первого этапа непрерывного кругового капсулорексиса при набухающей катаракте. Математическая модель внутрихрусталикового определения величины давления по данным Aсканирования позволяет производить математический перерасчет величин, что позволит использовать данную модель в клиниках, где УБМ отсутствует.

Глава 5. Оптимизация технологии ультразвуковой факоэмульсификации катаракты

Целью данного раздела исследований была оптимизация хирургического этапа технологии факоэмульсификации набухающей катаракты для предупреждения развития интраоперационных осложнений.

В результате была:

- 1. Оптимизирована техникп факоэмульсификации набухающей катаракты на основании данных предоперационного исследования.
- 2. Изучены интраоперационные осложнения у пациентов основной и контрольной групп.
- Проведена интраоперационное исследование глубины передней камеры при выполнении ФЭК по оптимизированной технологии и проанализированы полученные результаты.

5.1 Оптимизированная техника факоэмульсификации набухающей катаракты

На основании анализа анатомо-топографических особенностей переднего отрезка глаза был разработан метод дооперационной оценки внутрихрусталикового давления, что послужило предпосылкой для оптимизации техники хирургического вмешательства при набухающей катаракте.

В предоперационном периоде по представленной выше математической модели с использованием параметров переднего отдела глаза, полученных с помощью УБМ, всем пациентам призводилась оценка исходного внутрихрусталикового давления.

Предоперационная подготовка являлась стандартной для всех пациентов.

На операционном столе устанавливался блефаростат. Производились два парацентеза величиной 1,2 мм на 10 и 14 часах. Окрашивание передней капсулы выполнялось 0,1% раствором трипанового синего под защитой пузырька воздуха. После выведения красителя при помощи физиологического раствора, в переднюю камеру вводился высокомолекулярный вискоэластик до создания в передней камере давления, равного рассчитанному внутрихрусталиковому. Контроль ВГД осуществлялся тонометром Маклакова. При несоответствии давления в передней камере внутрихрусталиковому давлению, производилась его коррекция дополнительным введением в переднюю камеру вискоэластика или наоборот, выпусканием его через парацентез, с последующим повторным измерением ВГД.

После этого шприцем с инъекционной иглой производилось вскрытие передней капсулы хрусталика с аспирацией части хрусталиковых масс (Патент RU № 2591641 «Способ хирургического лечения набухающей катаракты», приоритет от 17 марта 2015 г.)

Через парацентез в переднюю камеру вводился цанговый пинцет, которым производилось выполнение малого капсулорексиса диаметром 2 – 2,5 мм (Рис.17 а, б.). Далее для удаления хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика, вводилась аспирационно-ирригационная система факоэмульсификатора. Вакуум в этом случае составлял 600 мм рт. ст., аспирационный поток – 50 мл/мин. После удаления хрусталиковых масс из переднего отдела хрусталика необходимо удалить их из заднего отдела капсульного мешка. Это выполнялось при помощи изменения положения ядра, например, его наклона или вращения, в результате ядро отходило от экватора капсульного мешка, и происходил выход хрусталиковых масс из заднего отдела капсульного мешка в передний и их удаление (Рис. 17в).

Далее производилась насечка передней капсулы при помощи цанговых ножниц через парацентез (Рис. 17г), и формирование пинцетом капсулорексиса нужного диаметра, примерно 5 - 5,5 мм (Рис. 17д). За счет удаления разжиженных хрусталиковых масс из капсульного мешка происходило

80

углубление передней камеры, что позволяло снизить риски повреждения эндотелиальных клеток роговицы при выполнении дальнейших манипуляций. Затем выполнялась факоэмульсификация ядра хрусталика (Рис.17е), вымывание хрусталиковых масс и имплантация ИОЛ.

Техника выполнения факоэмульсификации набухающей катаракты с имплантацией ИОЛ в группе сравнения проводилась по традиционной методике, с выполнением капсулорексиса диаметром 5-5,5 мм в один этап.



а) Вскрытие передней капсулы б) Выполненный малый капсулорексис



в) Аспирация разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отделов хрусталика

г) Насечка на передней капсуле хрусталика цанговыми ножницами



д) Выполнение основного капсулорексиса

е) Факоэмульсификация ядра хрусталика

Рисунок 13 - Этапы выполнения факоэмульсификации набухающей катаракты.

5.2 Интраоперационные осложнения у пациентов основной и контрольной группы

В І, основной группе, при вымывании хрусталиковых масс из переднего отдела хрусталика, произошло два случая (3,9 %) разрыва малого капсулорексиса (Рис. 18а), которые были локализованы введением вискоэластика при сохранении ирригации в переднюю камеру. После моделирования разрывов ножницами (Рис.18 б), они были переведены в основной капсулорексис и не повлияли на дальнейшее проведение операции (Рис. 18в, г). Других осложнений при проведении операций не наблюдалось.

Во II группе, сравнения, в 7 случаях (12,7%) наблюдался неконтролируемый разрыв передней капсулы при выполнении переднего капсулорексиса, что в 4 случаях (7,3%) из 55 глаз привело к его переходу на заднюю капсулу и ее разрыву (Табл. 11). Осложнения в контрольной группе связаны с отсутствием стабилизации уровня давления в передней камере и уровня ВХД, что приводит к неконтролируему выходу расжижженных хрусталиковых масс в переднюю камеру из переднего и заднего отдела хрусталиковой сумки, ротации ядра и появлению неконтролируемого линейного разрыва пердней капсулы.

Группы	Разрыв передней	Разрыв задней
	капсулы	капсулы
I (n=52)	2 (3,9%)	0
II (n=55)	7 (12,7%)	4 (7,3%)
Значимость различий между группами	p=0,163	p=0,119

Таблица 11 - Интраоперационные осложнения у пациентов I и II группы.



Рис. 14 - а – разрыв переднего малого капсулорексиса; б - моделирование разрыва цанговыми ножницами; в – формирование основного капсулорексиса; г– сформированный основной капсулорексис.

5.3 Интраоперационное исследование глубины передней камеры при факоэмульсификации набухающей катаракты

В рамках данной работы, для оценки увеличения глубины передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика, было проведено интраоперационное исследование глубины передней камеры (перед факоэмульсификацией ядра хрусталика) у 11 пациентов с набухающей катарактой. Было выполнено статистическое исследование величины углубления передней камеры и проведен сравнительный анализ разницы между толщиной хрусталика, измеренного методом УБМ и А – сканирования перед хирургическим вмешательством.

Глубина передней камеры по данным УБМ в данной группе составила 1,96±0,11 мм. Внутриглазное давление перед операцией было равно 15,76±0,67 мм. рт. ст., внутрихрусталиковое давление оценивалось до операции по данным исследования УБМ, по описанной выше формуле, и составляло 30,77±0,50 мм.рт.ст, толщина хрусталика по данным А – сканирования - 3,95±0,21 мм, по данным УБМ - 5,58±0,10 мм.

5.3.1 Методика интраоперационного определения глубины передней камеры

Глубина передней камеры по данным А-сканирования перед операцией была равна 2,55±0,10 мм. После создания при помощи вискоэластика давления в передней камере, равного внутрихрусталиковому, глубина передней камеры увеличилась на 1,25 мм и составила 3,80±0,06 мм. Интраоперационно, после удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика с помощью аспирационно-ирригационной системы, глубина передней камеры увеличилась на 1,66±0,11 мм и составила 4,21±0,08мм, критерий Вилкоксона равен Z=2,93, оценка критерия p=0,003, при внутриглазном давлении, равном 14,75±0,52 мм. рт. ст., Z=2,00, p=0,045.

Таблица 12 - Интраоперационное исследование глубины передней камеры с	
помощью А – сканирования при факоэмульсификации набухающей катаракты.	

№ п/п	ГПК до	ГПК до	ВГД РО	ГПК	ВГД	ВХД-	ГПК	ΔΓΠΚ,
	операции	опера-	до	ВХД	(после уд-я	Χр, Д,	(после	ММ
	ММ	ции, мм	операции,	=ВГД	хруст. масс)	Мм,рт.ст,	уд-я	
	УБМ	А- скан	Мм,рт,ст	Мм	Мм.рт.ст.		хруст.	
							масс) Мм	
	2.10	2.10	1100	0.67	11.00	22.20		
1.	2,19	2.49	14,90	3,67	14.60	33,20	3,93	1,44
2.	2.23	3,25	15,30	3,68	14,60	28,60	4,40	1,15
3.	1,77	2,43	17,80	3,59	16,50	32,30	3,90	1,47
4.	1,50	2,16	11,80	4,03	12,80	31,40	4,74	2,58
5.	2.44	2,98	14,60	4,05	13,70	30,40	4,49	1,51
6.	2.05	2,63	14,60	3,91	13,70	33,20	4,35	1,72
7.	2.29	2,29	16,60	4.27	15,60	30,40	4,09	1,80
8.	2,10	2,59	18,70	3,67	18.40	30,40	5.11	2.52
9.	1.51	2,71	10,70	3.90	10,90	28,60	5.03	2.32
10.	1.72	2.02	23.00	4,03	22.10	31.40	4,58	2.56
11.	1,30	2,67	10,80	3,48	9.90	30,40	3,86	1,19
M±m	1,92±0,38	2,57±0,35	15,35±3,65	3,84±0,24	14,80±3,40	30,94±1,57	4,41±0,44	1,84±0,55
Значи-								
мость								
разли-					t=2,74		t=11,01	
чий с					p=0,021		p<0,001	
исход-								
ным								

Показатель ВГД после операции изменился статистически незначимо. Показатель ГПК после удаления разжижженных хрусталиковых масс изменился статистически значимо. ГПК увеличилась на 1,84±0,55мм. Таблица 13 - Толщина хрусталика, измеренного с помощью УБМ и А – сканирования и величиной углубления передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс.

№ карты	Толщина	Толщина	Толщина	ΔГПК, мм
	хрусталика	хрусталика	переднего	(величина
	(УБМ) мм	(А-скан) мм	слоя	углубл п/к)
			разжижен.	
			хруст. масс	
1.	5,30	4,61	0,93	1,44
2.	5,33	3,95	0,72	1,15
3.	5,61	2,83	0,77	1,47
4.	6,06	3,89	1,49	2,58
5.	5,50	3,22	0,79	1,51
б.	5,94	3,72	1,06	1,72
7.	5.24	4,34	0,75	1,80
8.	5,36	4,92	1,25	2,52
9.	5,91	4,86	0,91	2,32
10.	5,74	3,10	0,93	2,56
11.	5,38	4,05	1,13	1,19
M± σ	5,58±0,29	3,95±0,70	0,98±0,24	1,84±0,55
Значимость		t=6,57		
различий		p<0,001		

Исследование толщины хрусталика до операции методом УБМ и A – сканирования показало, что разница между ними составляет 1,84±0,55 мм. При исследовании конкретных случаев углубления передней камеры при удалении жидких хрусталиковых масс, нет точного совпадения между разницей показателей толщины хрусталика, определенных методом УБМ и A – сканирования, и величиной углубления передней камеры.

Но при статистическом исследовании даже 11 случаев сравнительного исследования разницы показателей толщины хрусталика, полученных методом УБМ и А – сканирования, и величины углубления передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс, полученную клинически, и равную 1,84±0,55 мм, была получена разница всего в 0,04 мм. Это клинически подтвердило характерную картину результатов А-сканирования при набухающей катаркте: появление ультразвуковых артефактов при А – сканировании хрусталика за счет наличия в его переднем и заднем отделе разжиженных хрусталиковых масс.

Таким образом, разработана оптимизированная технология факоэмульсификации при набухающей катаракте, заключающаяся в выполнении двухэтапного капсулорексиса, на фоне создания давления в передней камере равного внутрихрусталиковому при помощи введения высокомолекулярного вискоэластика, промежуточном удалении разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталиковой сумки и углублении передней камеры с дальнейшим выполнением факоэмульсификации катаракты по стандартной технологии. Результат клинического исследования показал, что применение технологии углубления передней камеры позволяет интраоперационно, до начала факоэмульсификации ядра, углубить переднюю камеру в среднем на 1,84±0,55 мм (до 4,41±0,44 мм), при внутриглазном давлении, равном дооперационному. Величина углубления передней камеры за счет удаления разжиженных хрусталиковых масс ИЗ переднего заднего И отдела хрусталика при статистическом анализе соотвествует разнице между толщиной хрусталика, измеренного методом УБМ и А-сканированием. Оптимизированная технология факоэмульсификации в глазах с набухающей катарактой, позволяет снизить риски интраоперационных осложнений по сравнению со стандартной методикой на 16,2%.

87

Глава 6. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов хирургии набухающей катаракты с использованием разработанной оптимизированной технологии и традиционной методики факоэмульсификации

Целью данной главы являлось проведение сравнительного анализа клинико-функциональных результатов хирургии набухающей катаракты с использованием разработанной оптимизированной технологии и традиционной методики факоэмульсификации. Для решения данного вопросавыполнено следующее:

- 1. Проанализировали особенности течения раннего послеоперационного периода у пациентов I и II групп.
- 2. Провели анализ осложнений раннего послеоперационного периода у пациентов I и II групп.
- 3. Оценили отдаленные результаты у пациентов I группы, где вмешательство проводилось по оптимизированной технологии.
- 4. Определили потери эндотелиальных клеток при факоэмульсификации набухающей катаракты с имплантацией ИОЛ у пациентов обеих групп

Оптимизированная техника факоэмульсификации катаракты с двухэтапным мануальным капсулорексисом, удалением разжиженных хрусталиковых масс и углублением передней камеры была использована в клинической практике у 52 пациентов I, основной, группы. Возраст пациентов I группы составил 77,38±2,25 лет. У 55 пациентов II группы, сравнения, была выполнена факоэмульсификация с стандартным одноэтапным капсулорексисом по классической технологии. Возраст пациентов II группы составил 77,78±1,39 лет.

В первой группе острота зрения до операции была равна 0,01±0,03. Внутриглазное давление до операции составило Р0 15,49±1,49 мм рт. ст. Длина глаза по данным эхобиометрии была равна 23,14±1,31. Эндотелиальная микроскопия: средняя плотность эндотелиальных клеток на единицу площади (CD) до операции составила 2315,5±369,07кл/мм².

Во второй группе (сравнения) острота зрения до операции составляла 0,002±0,001. Внутриглазное давление до операции составило P0 14,91±0,45 мм.рт.ст. Длина глаза по данным эхобиометрии была равна 22,86±0,18 мм. Эндотелиальная микроскопия: средняя плотность эндотелиальных клеток на единицу площади до операции составила 2306,55±419,39 кл/мм².

Таблица 14 - Острота зрения, внутриглазное давление, плотность эндотелиальных клеток роговицы до операции.

Группы	Острота зрения	ВГД РО	Длина глаза	CD (пл. энд.
		мм.рт.ст.	Мм	кл.) кл/мм².
		1		,
I группа	0,01±0,03	15,49±1,49	23,14±1,31	2315,5±369,07
(n=52)				
II группа	0,002±0,001	14,91±0,45	22,86±0,18	2306,5±419,39
(n=55)				
Значимость	t=1,92	t=2,69	t=1,53	t=0,12
различий	p=0,057	p=0,008	p=0,130	p=0,906

Показатели электрофизиологических исследований у пациентов первой и второй группы находились в пределах нормы.

При биомикроскопии глаза роговица у всех пациентов I, основной и II, группы сравнения была прозрачна. В основной и группе сравнения наблюдалось визуальное уменьшение глубины передней камеры и проминенция передней капсулы вперед, в переднюю камеру глаза. Между передней капсулой хрусталика и ядром наблюдался слой разжиженных хрусталиковых масс, который не давал возможности произвести биомикроскопическое исследование ядра хрусталика. У пациентов с ПЭС (27 пациентов первой группы и 20 пациентов второй группы)

наблюдались псевдоэксфолиации по краю зрачка и на передней капсуле хрусталика.

Показатели электрофизиологических исследований у пациентов первой и второй группы находились в пределах нормы.

До операции у всех больных с набухающей катарактой I, основной группы глубина передней камеры составила 1,96±0,108 мм. Дистанция «трабекула – радужка» в глазах с набухающей катарактой основной группы была равна 0,212±0,037 мм, «трабекула – цилиарные отростки» - 0,754±0,043, угол передней камеры был равен 11,54±2,19°.

Задняя камера до операции в глазах с набухающей катарактой составила 1,80 \pm 0,20 мм². Толщина хрусталика у пациентов с набухающей катарактой была равна 5,26 \pm 0,13 мм. Длина порций цинновой связки в 4 меридианах при набухающей катаракте составила: наружной - 0,708 \pm 0,072, внутренней - 0,731 \pm 0,089, верхней - 0,704 \pm 0,084, нижней - 0,876 \pm 0,089. Экваториальный угол, измеренный в двух противоположных меридианах, в глазах с набухающей катарактой была

Проведенное гониоскопическое исследование выявило в I, основной, группе суженный в 4 сегментах угол передней камеры у 10 (19,2%) пациентов, закрытый в одном или двух сегментах – у 34 (65,4%) пациентов и закрытый в трех сегментах – у 8 (15,4%) пациентов.

В глазах с набухающей катарактой II группы, сравнения, глубина передней камеры по данным УБМ составила 2,09±0,06 мм, угол передней камеры был равен 10,44±1.16°. Задняя камера до операции в глазах с набухающей катарактой составила 1,74±0,11 мм². Толщина набухающего хрусталика была равна 5,28±0.06 мм. Дистанция трабекула – радужка составила 0,247±0,039 мм, трабекула – цилиарные отростки – 0,834±0,047 мм. Длина порций цинновой связки в группе сравнения составила: наружной порции – 0,72±0,05 мм, внутренней – 0,67±0.06 мм, верхней – 0,66±0,05 мм, нижней – 0,73±0,07 мм. Экваториальный угол до операции был равен 30,05±0,52°.

Параметры	I (основная)	II группа	t-критерий	Ошибка
	группа (n=52)	сравнения		(p)
		(n=55)		
ГПК УБМ (мм)	1,96±0,108	2,09±0,06	7,64	0,000
УПК УБМ (град)	11,54±2,19	10,44±1,16	3,22	0,002
Задняя камера (мм ²)	1,80±0,20	$1,74\pm0,11$	1,91	0,059
Толщина хрусталика	5,26±0,13	5,28±0,06	1,01	0,314
УБМ (мм)				
Дист.тр – рад, мм	0,212±0,037	0,247±0,039	4,76	0,000
Дист.тр-ц,о, мм	0,754±0,043	0,834±0,047	9,19	0,000
Экв. Угол (град)	32,52±0,92	29,88±0,45	18,69	0,000
Вол. цин. связки :	0,708±0,072	0,720±0,05	1,00	0,322
Наружные (мм)				
Внутренние (мм)	0,731±0,089	0,670±0,06	4,13	0,000
Верхние (мм)	0,704±0,084	$0,660\pm0,05$	3,27	0,001
Нижние (мм)	0,876±0,089	0,730±0,07	9,40	0,000
Экваториальный угол	32,52±0,92	30,05±0,52	16,97	0,000
(градусы)				

Таблица 15 - Параметры переднего отдела I, основной и II группы, сравнения, у пациентов с набухающей катарактой по данным УБМ до операции.

При гониоскопии угла передней камеры у пациентов с набухающей катарактой группы сравнения (II группы) суженый в 4 сегментах угол передней камеры наблюдался у 9 (16,4%) пациентов, закрытый в одном или двух сегментах – у 36 (65,4%) пациентов и закрытый в трех сегментах – у 10 (18,2%) пациентов.

Таблица 15 - Данные гониоскопии в глазах с набухающей катарактой основной группы и группы сравнения до операции

Угол передней	Основная	Группа сравнения	Значимость	
камеры	группа (n=52)	(n=55)	различий между	
			группами (р)	
Сужен во всех	10 (19 2 %)	9 (16 /1%)	0.802	
сегментах	10(17,2 %))(10,470)	0,002	
Закрыт в одном или	34 (65 4%)	36 (65 /1%)	1.000	
двух сегментах	54 (05,470)	30 (03,4%)	1,000	
Закрыт в 3	9(15 40/)	10(19,20/)	0.709	
сегментах	0(13,4%)	10 (18,2%)	0,798	

6.1 Особенности течения послеоперационного периода

Течение послеоперационного периода в основной и контрольной группе было спокойным. Все прооперированные пациенты обычно осматривались через 3-4 часа, на следующий день после операции и при выписке (на 2-3 день). Дальнейшее наблюдение проводилось амбулаторно, через месяц, а затем через б месяцев после операции. Для большинства пациентов было характерно ареактивное течение раннего послеоперационного периода. Наблюдалась небольшая реакция конъюнктивы и, у части пациентов, незначительный отек роговицы в зоне разреза. Феномен Тиндаля во влаге передней камеры у большинства пациентов отсутствовал. Радужка при биомикроскопии была не изменена, зрачок круглый, на свет реагировал. В послеоперационном периоде тобрадекс инстилляции пациенты получали капельно. При выписке комбинированного препарата продолжали 2 недели, по истечении 2 недели до наступления клинического выздоровления (2 недели) применяли препарат офтандексаметазон.

У пациентов I группы острота зрения при выписке составила 0,67±0,02. ВГД при выписке после операции было равно Р0 16,07±0,52 мм.рт.ст.

В группе сравнения острота зрения при выписке составила 0,63±0,031. ВГД при выписке после операции было равно 15,30±0,47 мм рт. ст. (Таб.16)

Количество проведенных койко - дней у пациентов I группы было равно 2,31±0,08 дней, у пациентов II группы – 3,27±0,19 дней, критерий достоверности различия групп t=34,39 p<0,05, что сократило сроки реабилитации на 29,4% у пациентов I группы по сравнению с пациентами II группы.

Таблица 16 - Острота зрения и внутриглазное давление в ранние сроки после операции.

Группы	Ігруппа	ІІгруппа	t-критерий	Ошибка (р)
Острота зрения	0,67±0,02	0,63±0,31	0,95	0,342
ВГДР0 мм.рт.ст	16,07±0,52	15,30±0,47	14,58	0,000

В раннем послеоперационном периоде исследовались те же параметры переднего отдела глаза. Из таблицы 17 следует, что все изучаемые показатели после операции изменились статистически значимо. Глубина передней камеры составила 4,09±0,08 мм, то есть увеличилась по сравнению с дооперационной величиной более чем в два раза, что по t- критерию равно 71,11, ошибка критерия <0,001.

Угол передней камеры был равен 42,89±2,44 градуса, что более чем в три раза больше дооперационного, t- критерий= 46,45, ошибка критерия <0,001.

После проведения факоэмульсификации набухающей катаракты на фоне увеличения глубины передней камеры увеличился и угол передней камеры, что определялось по величине дистанции «трабекула – радужка», которая после операции составила 0,44±0,02 мм, что в два раза больше дооперационных показателей., t-критерий=17,77, ошибка критерия <0,001.

Дистанция «трабекула – цилиарные отростки» также отличалась от дооперационной в сторону увеличения, составив 1,01±0,06 мм, t-критерий составил 8,59, ошибка критерия <0,001. Это не характерно для факоэмульсификации обычного глаза, где эта дистанция обычно равна дооперационной. [47, 60].

Величина задней камеры в раннем послеоперационном периоде была равна $2,39\pm0,14$ мм², что достоверно больше величины задней камеры до операции, t-критерий=4,25, ошибка критерия <0,001 Длина волокон цинновой связки в четырех меридианах в раннем послеоперационном периоде составила соответственно: в наружном меридиане – 0,30±0,05 мм (p<0,001), во внутреннем - 0,37±0,04 мм, в верхнем - 0,26±0,03 мм, в нижнем - 0,34±0,05 мм, что достоверно меньше, чем до операции (p<0,001). Сокращение волокон цинновой связки наблюдается симметрично во всех четырех сегментах и способствует стабильному положению ИОЛ, что соответствует данным литературы. [47, 60].

Таблица 17 - Сравнительная характеристика параметров переднего отдела глаза с набухающей катарактой у пациентов I группы до и в ранние сроки после операции.

Исследуемые	I группа (до	I группа	t-критерий	Ошибка (р)
параметры	опер.)	(после опер.)		
(мм)				
ГПКУБМ	1,96±0,108	4,09±0,08	71,11	<0,001
УПКУБМ	11,54±2,19	42,89±2,44	46,45	<0,001
Град.				
Глуб.	1,80±0,20	2,39±0,14	4,25	<0,001
заднейкамеры				
Дис.тр–рад	0,212±0,037	0,44±0,02	17,77	<0,001
Дис.тр–ц.о	0,754±0,043	1,01±0,06	8,59	<0,001
Волокна	0,708±0,072	0,30±0,05	16,35	<0,001
цинн.связки:				
Наружные				
Внутренние	0,731±0,089	0,37±0,04	14,62	<0,001
Верхние	0,704±0,084	0,26±0,03	17,91	<0,001
Нижние	0,876±0,089	0,34±0,05	16,94	<0,001

В группе сравнения все параметры после операции также изменились статистически значимо. Глубина передней камеры у пациентов группы сравнения составила 4.14±0,06 мм, что по t критерию равно 110,87, ошибка критерия (p) - <0,001. Угол передней камеры увеличился до 40,52±1.97°, по t критерию равно 93,50, ошибка критерия (p) - <0,001. Как и у пациентов основной группы, после проведения факоэмульсификации набухающей катаракты на фоне увеличения глубины передней камеры увеличился и угол передней камеры, что определялось по величине дистанции «трабекула – радужка», которая после операции составила 0,49±0,02 мм. Дистанция «трабекула – цилиарные отростки» также

отличалась от дооперационной в сторону увеличения, составив 1,00±0,05 мм. Величина задней камеры в раннем послеоперационном периоде была равна 2,29±0,18 мм², больше величины задней камеры до операции.

Длина порций цинновой связки в четырех меридианах в раннем послеоперационном периоде составила соответственно: в наружном меридиане – 0,38±0,04 мм, во внутреннем - 0,42±0,04 мм, в верхнем - 0,36±0,03 мм, , в нижнем - 0,39±0,04 мм, что достоверно меньше, чем до операции (Табл.19).

Таблица19 - Сравнительная характеристика параметров переднего отдела глаза с набухающей катарактой у пациентов II группы (сравнения) до и в ранние сроки после операции.

Исследуемые	До	После	t-критерий	Ошибка
параметры (мм)	операции	операции		(p)
ГПК УБМ	2,09±0,06	4,14±0,06	110,87	<0,001
УПК УБМ	10,44±1,16	40,52±1,97	93,50	<0,001
Задняя кам. (мм ²)	1,74±0,11	2,29±0,18	14,42	<0,001
Дистанция трабекула –	0 247+0 039	0 49+0 02		<0.001
радужка	0,217=0,009	0,19=0,02	20,22	(0,001
Дистанция трабекула-	0.834 ± 0.047	1.00 ± 0.05		<0.001
цилиарные отростки	0,001-0,017	1,00-0,00	5,09	(0,001
Волокна цинн.связки:	0 720+0 05	0 38+0 04		<0.001
Наружные	0,720±0,05	0,50±0,01	23,54	\0,001
Внутренние	0,670±0,06	0,42±0,04	9,92	<0,001
Верхние	0,660±0,05	0,36±0,03	17,74	<0,001
Нижние	0,730±0,07	0,36±0,03	20,96	<0,001

Все изменения статистически значимы.

Таблица 20 - Параметры переднего отдела I и II группы, у пациентов с набухающей катарактой по данным УБМ в ранние сроки после операции.

Исследуемые	I основная	II группа,	t-критерий	Ошибка (р)	
параметры	группа	сравнения			
(MM)					
ГПКУБМ	4,09±0,08	4,14±0,06	3,67	0,000	
УПК УБМ	A2 89+2 AA	40.52+1.07	5 51	0.000	
(град)	42,07-2,44	40,52±1,97	5,54	0,000	
Задняя камера	2,39±0,14	2,29±0,18	3,20	0,002	
Дистанция					
трабекула –	$0,44{\pm}0,02$	$0,49{\pm}0,02$	12,93	0,000	
радужка, мм					
Дист					
трабекула-	1 01+0 06	1 00+0 05	0.94	0 350	
цилиарные	1,01±0,00	1,00±0,00	0,94	0,550	
отростки, мм					
Волокна					
цинн.связки:	0 30+0 05	0 38+0 04	916	0.000	
в наружном	0,00-0,00	0,00-0,01	,10	0,000	
сегменте					
во					
внутреннем	0,37±0,04	$0,42\pm0,04$	6,46	0,000	
сегменте					
в верхнем	0.26 ± 0.03	0.36 ± 0.03	17.23	0.000	
сегменте	0,20-0,00	0,00-0,00			
в нижнем сегменте	0,34±0,05	0,36±0,03	2,52	0,013	

Сравнительная характеристика исследуемых параметров основной группы и группы сравнения в раннем послеоперационном периоде отличается незначительно. Это свидетельствует о соответствии их исходного и послеоперационного состояния (Табл. 20).

Вышеприведенные данные показывают, что факоэмульсификация набухающей катаракты с имплантацией ИОЛ увеличивает функциональное пространство структур переднего отдела глаза за счет увеличения передней камеры с расширением ее угла у всех пациентов.

6.2 Осложнения раннего послеоперационного периода

Осложнениями раннего послеоперационного периода можно считать гипертензию, которая наблюдалась у 8 пациентов основной группы и 11 пациентов группы сравнения, что составило 15,4 % пациентов основной группы и 20 % пациентов группы сравнения. Гипертензия в первые сутки после операции купировалась назначением гипотензивных препаратов И дозированным выпусканием влаги передней камеры через парацентез. Десцеметит был распространенным осложнением в раннем послеоперационном периоде и наблюдался у пациентов основной группы в 1 (1,9%) случае, а в группе сравнения – в 4 (7,3%) случаях. Уменьшение случаев десцеметита у пациентов основной группы можно объяснить более стабильным поведением ядра хрусталика и более глубокой передней камерой после удаления разжиженных хрусталиковых масс перед выполнением факоэмульсификации ядра хрусталика.

Экссудативная реакция наблюдалась в основной группе осле перенесенного в детском возрасте увеита, и была купирована консервативным лечением, а в группе сравнения экссудативная реакция наблюдалась у 5 пациентов, что составило 9,1%. После проведенного консервативного лечения экссудативная реакция у всех пациентов была купирована.

Цилиохориоидальная отслойка наблюдалась у одного пациента группы сравнения и была купирована консервативным лечением.

Децентрация ИОЛ наблюдалась у одного пациента группы сравнения с подвывихом хрусталика I степени. Во время операции произошел разрыв задней капсулы, выполнена передняя витрэктомия и на остатки капсульного мешка имплантирована заднекамерная ИОЛ. В послеоперационном периоде выявлено смещение ИОЛ. В связи с этим ИОЛ была подшита к радужке на следующие сутки после операции.

Макулярный отек был диагносцирован в 1 случае пациентки основной группы и у 2 пациентов группы сравнения. Клинически это проявлялось снижением зрительных функций на фоне спокойного переднего отрезка глазного яблока. Офтальмоскопически это проявлялось отеком макулярной зоны сетчатки.

Диагноз был подтвержден исследованием макулярной зоны сетчатки на ОКТ. Лечение макулярного отека заключалось в назначении кортикостероидов парабульбарно и внутривенно, использования нестероидных противовоспалительных средств и десенсибилизирующих препаратов. Благодаря проведенной медикаментозной терапии удалось добиться регрессии заболевания и улучшения остроты зрения у пациентов обоих групп.

Всего у пациентов I группы в раннем послеоперационном периоде осложнения наблюдались в 11 случаях, что составило 21,1%. Из них у 8 пациентов (15,4%) наблюдалась преходящая гипертензия. Во II группе осложнения раннего послеоперационного периода наблюдались в 24 глазах (43,6%), из них у 11 пациентов также наблюдалась гипертензия, что составило 20,0 %. (Таб. 21).

Вид осложнений	Количество осложнений абс. (%)		Значимость различий
Группы	І-основная группа (n=52)	ІІ-группа сравнения (n=55)	(p)
Гипертензия	8 (15,4)	11 (20)	0,617
Десцеметит (отек	1 (1,9)	4 (7,3)	0,364
роговицы)			
Экссудативная реакция	1 (1,9)	5 (9,1)	0,207
Цилиохориоидальная	-	1 (1,8)	1,000
Отслойка			
Децентрация ИОЛ	-	1 (1,8)	1,000
Макулярный отек	1 (1,9)	2 (3,6)	1,000
Всего	11 (21,1)	24 (43,6)	0,015

Таблица 21 - Осложнения раннего послеоперационного периода.

Оптимизация технологии факоэмульсификации набухающей катаракты операционных 16.1%. позволила уменьшить количество осложнений на улучшить остроту зрения 0,05, сократить на количество ранних

послеоперационных осложнений на 22,5% и уменьшить сроки реабилитации на 29,4% у пациентов I, основной группы по сравнению с пациентами II группы.

6.3 Отдаленные результаты оптимизированной технологии фкоэмульсификации набухающей катаракты

Динамическое наблюдение за оперированными пациентами проводилось в сроки до 6 месяцев после операции. Одним из основных показателей результативности операции являлись показатели зрительных функций. В обеих группах в течение всего срока наблюдения коррегируемая острота зрения оставалась высокой и стабильной, с учетом сопутствующих офтальмологических заболеваний.

В позднем послеоперационном периоде, в течение 6 месцев после операции, послеоперационных осложнений у пациентов основной группы и группы сравнения не наблюдалось.

Максимальная строта зрения в позднем послеоперационном периоде улучшилась в обоих группах. В І группе она составила 0,74±0,02, ВГД - 15,62±0,37 мм.рт.ст., во ІІ группе - 0,67±0,026, ВГД -14,87±0,28 ммм.рт.ст. (Табл. 22).

Таблица 22 - Максимальная острота зрения и внутриглазное давление в поздние сроки после операции.

Группы	Основная	Группа	t-критерий	Ошибка (р)
	группа (n=52)	сравнения (n=55)		
Острота	0,74±0,16	0,67±0,21	1,95	0,054
зрения				
ВГДР0	15,62±2,67	14,87±1,99	1,64	0,104
мм.рт.ст.				

Таблица 23 - Параметры переднего отдела I и II группы у пациентов с набухающей катарактой по данным УБМ через 6 месяцев после операции.

Исследуемые параметры (мм)	Основная	Группа	t-	Ошибка	
	группа	сравнения	критерий	(p)	
	(n=52)	(n=55)			
ГПКУБМ	4,21±0,06	4,20±0,06	0,86	0,391	
УПКУБМ	<i>1</i> 3 75±1 70	13 88+1 72	0.38	0.703	
(град)	45,75±1,79	43,00±1,72	0,38	0,703	
Заднкамера	2,21±0,16	2,27±0,14	2,06	0,042	
Дист.тр-рад.	0,52±0,04	0,53±0,04	1,29	0,199	
Дист.тр-ц.о.	1,22±0,10	1,19±0,09	1,63	0,107	
Дл. вол. цин. связ. в нар.	0.41+0.10	0.44+0.00	1.63	0.107	
сегменте гл.	0,41±0,10	0,44±0,09	1,05	0,107	
Дл. вол. цин. связки во	0.44+0.09	0.45+0.00	0.57	0 567	
внутр.сегмен.	0,44±0,09	0,45±0,09	0,37	0,307	
Дл. вол. цин. связки в верхн.	0.43+0.10	0.48+0.10	2 50	0.011	
сегмен.	0,43±0,10	0,40±0,10	2,37	0,011	
Дл. вол. цин. связки в нижн.	0.41+0.09	0.42+0.09	0.57	0 567	
сегмен.	0,41±0,09	0,42±0,09	0,57	0,507	

В позднем послеоперационном периоде глубина передней камеры у пациентов основной группы составила $4,21\pm0,06$ мм, группы сравнения - $4,20\pm0,06$, t-критерий 0,86 ошибка 0,391. Так же незначительно изменились параметры угла передней камеры - $43,75\pm1,79^{\circ}$ у пациентов основной группы и $43,88\pm1,72^{\circ}$ у пациентов группы сравнения. Задняя камера у пациентов основной группы была равна $2,21\pm0,16$ мм², у пациентов группы сравнения $2,27\pm0,14$ мм², что не значимо отличается друг от друга и от показателей, полученных через 1 месяц после операции. Дистанция «трабекула – радужка» различалась в основной и группе сравнения незначимо и составила $0,52\pm0,04$ и $0,53\pm0,04$ мм соответветственно. Дистанция «трабекула – цилиарные отростки» через 6 месяцев после операции у пациентов основной группы была равна $1,22\pm0,10$ мм, у пациентов группы сравнения - $1,19\pm0,09$ мм, что на 0,21 мм отличается от показателей, полученных через 1 месяц после операции у пациентов основной группы была равна $1,22\pm0,10$ мм, у пациентов группы сравнения - $1,19\pm0,09$ мм, что на 0,21 мм отличается от показателей, полученных через 1 месяц после операции. Длина волокон цинновой связки через 6 месяцев после операции не значимо отличается в наружном, внутреннем, верхнем и нижнем сегментах у пациентов основной

группы и группы сравнения. А вот сравнительные характеристики длины волокон цинновой связки через месяц и 6 месяцев несколько отличаются и разница в длине довольна значительна. Длина зонулярных волокон в наружном, внутреннем, верхнем и нижнем сегментах, у пациентов основной группы через 1 месяц после операции составила, соответственно, $0,30\pm0,05$ мм; $0,37\pm0,04$ мм; $0,26\pm0,03$ и $0,34\pm0,05$ мм, а через 6 месяцев - $0,41\pm0,10$ мм; $0,44\pm0,09$ мм; $0,43\pm0,10$ и $0,41\pm0,09$ мм. У пациентов группы сравнения также наблюдалась некоторая разница– через 1 мес длина зонулярных волокон в наружном сегменте составила $0,38\pm0,04$ мм, во внутреннем - $0,42\pm0,04$ мм, в верхнем сегменте $0,36\pm0,03$ мм, в нижнем - $0,36\pm0,03$ мм, а через 6 месяцев длина волокон цинновой связки в наружном сегменте составила $0,44\pm0,09$ мм, во внутреннем - $0,45\pm0,09$ мм, в верхнем сегменте - $0,48\pm0,10$ мм, в нижнем - $0,42\pm0,09$ мм.

Основные изменения, отмеченные в раннем и позднем послеоперационном периоде в параметрах основной группы и группы сравнения, касаются длины волокон цинновой связки в I, основной, и II группе, сравнения. Разница в показателях составляет от 0,08 до 0,17 мм в основной группе и от 0,03 до 0,12 мм в группе сравнения. (Табл. 23).

6.4 Анализ потери эндотелиальных клеток при факоэмульсификации набухающей катаракты с имплантацией ИОЛ

Проведен сравнительный анализ изменения толщины роговицы, потери эндотелиальных клеток, изменения коэффициента вариации размера клеток, их гексагональности до и после факоэмульсификации набухающей катаракты в I, основной, и II группе, сравнения.

Эндотелиальную микроскопию проводили при помощи бесконтактного зеркального микроскопа SP – 3000 P. У всех пациентов определяли толщину роговицы, плотность эндотелиальных клеток на единицу площади роговицы (кл/мм2), коэффициент вариации размеров клеток и количество гексагональных клеток до операции, при выписке, через 1 и 6 месяцев после операции. Глубина передней камеры у пациентов I и II группы измерялась от эндотелия роговицы до передней капсулы хрусталика и до операции была равна $1,96\pm0,11$ мм в I группе, $2,09\pm0,06$ мм во II группе. Показатель кумулятивной рассеянной энергии – CDE (cumulative dissipated energy) рассчитывался как средняя мощность и экспозиция линейного и торсионного ультразвука. В I группе CDE было равно $17,67\pm1,67$ ед., во второй группе -24,83±1,89 ед. Во время операции в I группе перед факоэмульсификацией ядра за счет удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика передняя камера углублялась на $1,66\pm0,11$ мм, до $4,21\pm0,08$ мм. Во II группе хрусталиковые массы из переднего и заднего отдела хрусталика передняя камера углублялась на $1,66\pm0,11$ мм, до $4,21\pm0,08$ мм. Во II группе крусталиковые массы из переднего и заднего отдела хрусталика передняя камера углублялась на $1,66\pm0,11$ мм, до $4,21\pm0,08$ мм. Во II группе хрусталиковые массы из переднего и заднего отдела хрусталика предварительно не удалялись, и во время факоэмульсификации ядра передняя камера углублялась меньше, чем в I группе, за счет наличия хрусталиковых масс в заднем отделе хрусталика.

Толщина роговицы у пациентов I группы до операции равна 0,52±0,03мм, плотность эндотелиальных клеток на единицу площади роговицы (CD) 2315,5±369, 07кл/мм, коэффициент вариации (CV) - 31,08±7,50 %, процент гексагональности равен 56,25±13,95 %.

Толщина роговицы у пациентов II группы, сравнения, до операции была равна 0,53±0,01 мм, плотность эндотелиальных клеток на единицу площади роговицы (CD) 2306,55±419,39 кл/мм, коэффициент вариации (CV) - 31,85±6,04%, процент гексагональности равен 52,62±12,80%.

I, основная группа и II, группа сравнения до операции по следующим показателям: толщина роговицы, коэффициент вариаций, процент гексагональности различались статистически незначимо.

Данные исследования эндотелиальных клеток пациентов I, основной, группы и II группы, сравнения до операции и в различные сроки после операции представлены в таблице 24.

Таблица 24 - Сравнительные данные эндотелиальной микроскопии у пациентов I, основной, и II группы, сравнения до операции, в раннем и позднем послеоперационном периоде.

Наименование	Основная	Группа	Значимость	Значимость
показателей	группа (n=52)	сравнения (n=55)	различий с	различий с
			исходным,	исходным,
			Основная	Группа
			группа	сравнения
			(n=52)	(n=55)
		До операции		
Толщ. рогов.(мм)	0,52±0,03	0,53±0,01		
CD (кл/мм ²)	2315,5±369,07	2306,55±419,39		
CV (%)	31,08±7,50	31,85±6,04		
HEX (%)	56,25±13,95	52,31±12,22		
	П	осле операции		
Толщ. рогов.(мм)	0,55±0,03	0,58±0,01	t=3,61	t=9,27
			p=0,001	p=0,000
CD (кл/мм ²)	2275,8±359,71	2100,84±279,86	t=0,77	t=2,18
			p=0,446	p=0,033
CV (%)	33,21±7,23	34,11±6,01	t=2,50	t=2,08
			p=0,016	p=0,042
HEX (%)	50,25±10,29	47,53±10,62	t=2,17	t=2,03
			p=0,035	p=0,047
	1 меся	ц после операции		
Толщ. рогов.(мм)	0,54±0,03	0,56±0,01	t=2,88	t=2,22
			p=0,006	p=0,030
CD (кл/мм ²)	2231,2±358,53	2088,93±369,51	t=0,99	t=2,12
			p=0,328	p=0,039
CV (%)	35,31±6,94	38,04±0,93	t=2,44	t=2,20
			p=0,018	p=0,032
HEX (%)	46,79±12,45	44,93±11,61	t=2,93	t=2,69
			p=0,005	p=0,010
	6 месят	цев после операции		
Толщ. рогов.(мм)	0,52±0,01	0,54±0,01	t=0,00	t=1,11
			p=1,000	p=0,271
CD (кл/мм ²)	2159,3±326,85	2024,4±248,93	t=2,14	t=2,49
			p=0,037	p=0,016
CV (%)	37,92±6,61	41,33±4,91	t=3,29	t=2,94
			p=0,002	p=0,005
HEX (%)	44,98±9,22	41,67±7,48	t=3,50	t=3,23
			p=0,001	p=0,002

Анализируя полученные результаты, необходимо акцентировать внимание на том, что больших различий в исходном состоянии до операции между I и II группой не выявлено. Статистически группы примерно однородны. Разница состоит в том, что в I, основной, группе перед факоэмульсификацией ядра производилось удаление разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика, что приводило к углублению передней камеры при дооперационной величине ВГД. Если же, за счет введения вискоэластика, ВГД повысить до более высоких цифр, глубина передней камеры увеличивается еще больше, что позволяет более безопасно и менее травматично для роговицы провести факоэмульсификацию ядра хрусталика. Во II группе, сравнения, передний капсулорексис выполнялся одноэтапно, по стандартной технологии, без удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика. За счет оставшихся в заднем отделе хрусталиковых масс, во время факоэмульсификации ядра глубина передней камеры была меньше, чем в I группе.

Изменение толщины роговицы у пациентов I группы, которая до операции была равна 0.52 ± 0.03 мм, а после операции - 0.55 ± 0.03 , составило 0.03 мм, что свидетельствует о минимальной операционной травме роговицы. Толщина роговицы во II группе до операции была равна 0,53±0,01мм, после операции составило 0,58±0,01, то есть, изменилась более значительно, на 0,05 мм. Таким образом, за счет более выраженной операционной травмы происходят изменения компенсации проницаемости и насосной функции клеток эндотелия, которые приводят к набуханию стромы роговицы и увеличению ее толщины. К месячному сроку наблюдения толщина роговицы в I группе уменьшилась до 0,54±0,03 мм, во II группе -0,56±0,01мм, что свидетельствует об уменьшении отека роговицы и началу восстановления сети анастомозирующих тоннелей и ветвей между эндотелиальными клетками роговицы и десцеметовой мембраной. Через 6 месяцев толщина роговицы в I группе достигает исходного состояния и становится равной, как и до операции, 0,52±0,02 мм. Во II группе толщина роговицы в эти сроки уменьшается до 0,54±0,01мм, проницаемость клеток эндотелия восстанавливается, и разница между исходной, дооперационной толщиной роговицы составляет 0,01 мм, что может составить ошибку измерения (Табл. 24.).

Плотность эндотелиальных клеток до операции в I и II группе составляла соответственно, 2315,5±369,07кл/мм² и 2306,55±419,39 кл/мм², и разнилась на 9 кл/мм², что является статистически не значимым. При выписке, плотность

эндотелиальных клеток у пациентов I группы была равна 2275,8±359,71 кл/мм², II группы - 2100,84±279,86 кл/мм², потеря эндотелиальных клеток составила в I группе - 1,73%, во II группе - 3,63%. Эти показатели соответствовали изменениям толщины роговицы, и разнились в потере клеток между I и II группой на 1,90 %, т. е., более чем в 2 раза. Через 1 месяц после операции, плотность эндотелиальных клеток в I группе уменьшилась до 2231,2±358,53 кл/мм², во второй группе – до 2088,93±369,51 кл/мм², потеря клеток в I группе составляла 3,63%, во II - 9,5%. Эти показатели соотносятся с показателями толщины роговицы, и, соответственно, с увеличением площади внутренней поверхности отека. В роговицы за счет уменьшения ee результате происходит перераспределение неповрежденных клеток эндотелия и уменьшение их плотности на единицу площади.

Через 6 месяцев CD в I группе была равна 2159,3±326,85 кл/мм², потеря эндотелиальных клеток составила 6,74 %, во II группе - 2024,4±248,93 кл/мм², потеря эндотелиальных клеток – 12,2%. Потеря эндотелиальных клеток в I группе соответствует потере при неосложненной катаракте, во II группе соответствует данным литературы при сравнимой глубине передней камеры в такие же сроки при осложненной катаракте. [27,36,38,48 - 52]. Разница в потере эндотелиальных клеток в I и II группах составила 5,46% (Табл.24).

Коэффициент вариации клеток (CV) до операции в I группе был равен $31,08\pm7,50\%$, во II группе - $31,85\pm6,04\%$, что, по данным литературы, соответствует верхней границе нормы [144, 169]. После операции, коэффициент вариаций в I группе составил $33,21\pm7,23\%$, что превысило дооперационные показатели на 2,13%. Во второй группе CV составил $34,11\pm6,01\%$, что больше дооперационных на 2,26%.

В первый месяц после операции, коэффициент вариаций в I группе составил 35,31±6,94%, что превысило дооперационный показатель на 4,23 %. Во второй группе CV составил 38,04±0,93 %, что больше дооперационного показателя на 6,19 %.

105

Через 6 месяцев после операции, CV в I группе был равен 37,92±6,61%, увеличившись по сравнению с первым месяцем на 2,61%, а в сравнении с дооперационным показателем - на 6,84%, во II группе – 41,33±4,9% с увеличением в сравнении с первым месяцем на 3,29%, а с дооперационным 9,48%. Зa весь срок наблюдения, показателем на ПО сравнению С дооперационным периодом, величина полимегетизма клеток во II группе, по сравнению с I, выросла на 2,64%. Это говорит о разных величинах полимегетизма клеток эндотелия в I и II группах и свидетельствует о большем травматическом воздействии хирургического вмешательства во II группе, чем в I (Табл. 24).

Процент гексагональности клеток в I группе до операции был равен 56,25±13,95%, во II группе - 52,62±12,80%, что, по данным литературы, вписывается в параметры нормы. [4,5]. После операции, НЕХ в I группе составил 50,25±10,29 %, что уменьшило дооперационные показатели гексагональных клеток на 6,00 %. Во второй группе НЕХ составил 47,53±10,62 %, что меньше дооперационного показателя на 5,09 %. Это говорит о примерно одинаковых цифрах увеличения полиморфизма клеток эндотелия в I и II группах после операции.

В первый месяц после операции НЕХ в I группе составил 46,79±12,45 %, что уменьшило дооперационные показатели гексагональных клеток на 9,46%. Во второй группе НЕХ составил 44,93±11,61 %, что меньше дооперационного показателя на 7,69%. Это говорит о примерно одинаковых цифрах увеличения полиморфизма клеток эндотелия в I и II группах после операции.

Через 6 месяцев после операции НЕХ в I группе был равен 44,98±9,22 %, уменьшившись по сравнению с первым месяцем на 1,81%, во II группе - 41,67±7,48 % с уменьшением в сравнении с первым месяцем на 3,26%. За 6 месяцев наблюдения процент гексагональности клеток в I группе уменьшился на 11,27%, во II группе – на 10,95%. (Табл. 24).

Оптимизация технологии факоэмульсификации набухающей катаракты у пациентов I группы с использованием двухэтапного капсулорексиса и удалением разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика позволило перед факоэмульсификацией ядра углубить переднюю камеру на 1,66±0,11 мм за счет аспирации переднего и заднего слоев разжиженных хрусталиковых масс. Это уменьшило реакцию со стороны роговицы в виде увеличения ее толщины после операции на 0.03 мм в I группе, по сравнению с 0.05 мм во II группе. Потеря эндотелиальных клеток в I группе составила 6,74 %, во II группе –12,2%. Коэффициент вариаций в I группе увеличился, по сравнению с дооперационным показателем, на 6,84%, во II группе – на 9,48%, что также характеризовало большую величину изменения эндотелиальных клеток в I, чем во II группе. Процент гексагональности клеток, через 6 месяцев после операции, в I группе уменьшился на 11,27%, во II группе – на 10,95% и был несколько больше в первой группе, чем во второй, что свидетельствует об их примерно равном изменении во время проведения операции в данных группах.

Таким образом, применение разработанной оптимизированой технологии факоэмульсификации набухающей катаракты позволило снизить количество ранних послеоперационных осложнений – на 22,5%, уменьшить потерю эндотелиальных клеток на 5,46%, повысить остроту зрения в послеоперационном периоде до 0,74±0,02 и сократить сроки реабилитации на 29,4%, по сравнению с традиционной методикой ФЭК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В мировой и современной отечественной литературе нет четких критериев понятия зрелой набухающей катаракты с объективными факторами набухания хрусталика, при наличии которых, наряду с уже известными признаками, можно уверенностью ee диагносцировать. Для выявления дополнительных С характеристик изменения переднего отдела глаза при набухающей катаракте, характера и степени набухания хрусталика, возможности прогнозирования осложнений хирургического необходимо BO время вмешательства, исследование анатомо-топографических особенностей дополнительное И переднего отдела глаза, и хрусталика. Основной проблемой в хирургии набухающей катаракты является выполнение переднего капсулорексиса. Во время вскрытия передней капсулы набухающего хрусталика может произойти ее хаотичный линейный разрыв за счет повышенного внутрихрусталикового давления, с возникновением синдрома «аргентинского флага», переходом разрыва на заднюю капсулу и люксацией хрусталика. О возможности повышенного внутрихрусталикового давления при зрелой набухающей катаракте упоминают в своих публикациях многие авторы [53, 84, 96, 107, 126, 141]. Оценка внутрихрусталикового давления в предоперационном периоде, в зависимости от анатомических параметров набухающего хрусталика, является необходимым фактором профилактики неконтролируемого разрыва капсульного мешка при выполнении переднего капсулорексиса и повреждения задней капсулы хрусталика при факоэмульсификации ядра. По данным разных авторов, процент осложнений при выполнении переднего кругового капсулорексиса у пациентов с набухающей катарактой колеблется от 28,3% до 50% [53, 97, 99, 114, 126, 130, 182].

Также, в целом ряде работ отмечается значение глубины передней камеры до операции, как одного из основополагающих факторов при потере эндотелиальных клеток во время факоэмульсификации катаракты. [15, 27, 49, 87,

108
98, 125, 164]. Правосудова М.М. в своем исследовании показала, что при глубине передней камеры 1,91 мм, измеренной от эндотелия роговицы до передней капсулы хрусталика, после факоэмульсификации потеря эндотелиальных клеток составила 10,3%. В отдаленном периоде наблюдения потеря эндотелиальных клеток составила 14,9% [50, 51].

Анатомические особенности зрелой набухающей катаракты, которые характеризуются мелкой передней камерой, увеличением объема хрусталика, наличием слоя разжиженных хрусталиковых масс, повышенным внутрихрусталиковым давлением и отсутствием розового рефлекса увеличивают количество интраоперационных и послеоперационных осложнений [66, 107, 141].

При операционных вмешательствах у пациентов с неосложненной катарактой процент интраоперационных осложнений составляет 3,54% [36]. При факоэмульсификации осложненной набухающей катаракты – от 28,3% до 50% [97, 110].

Таким образом, изучение анатомо-топографических особенностей строения переднего отдела глаза с прогнозированием величины внутрихрусталикового давления в зависимости от его анатомических параметров, совершенствование технологии факоэмульсификации набухающей катаракты с целью уменьшения количества осложнений и улучшения функциональных результатов операции представляется актуальной задачей.

Исходя из вышеизложенного, была сформулирована цель данного исследования: повысить клинико-функциональные результаты факоэмульсификации набухающей катаракты на основе анализа анатомотопографических особенностей строения переднего сегмента глаза и хрусталика.

Для достижения поставленной цели вся работа была разделена на несколько последовательных этапов. На первом этапе было выполнено сравнительное исследование параметров переднего отдела глаза у 21 пациента с набухающей катарактой и их 21 парного глаза для поиска дополнительных объективных диагностических критериев набухающей катаракты. При исследовании с помощью УБМ установлено, что глубина передней камеры в глазах с набухающей катарактой составила 1,96±0,11 мм, что значимо отличается от показателя в парном глазу (2,74±0,11 мм). При этом длина волокон цинновой связки в четырех сегментах в глазах с набухающей катарактой значимо не отличалась от длины волокон цинновой связки в парных глазах. В глазах с набухающей катарактой выявлено сужение УПК до 11,54±2,19°, что достоверно отличалось от показателей нормы (20,63±4,08° в парном глазу). Толщина хрусталика в глазах с набухающей катарактой составила 5,34±0,13 мм, что статистически значимо отличалось от толщины хрусталика в парном глазу, которая была равна 4,34±0,09 мм. При набухании катаракты, при помощи УБМ определялся слой разжиженных хрусталиковых масс, который выявлялся как гипоэхогенный слой, находящийся между передней капсулой хрусталика и плотным ядром, в среднем равный 0,85 мм. При проведении УБМ обнаружен дополнительный характерный признак набухающей катаракты – наличие полной приобретенной сферофакии, достоверно подтвержденный увеличением экваториального угла на 17° по сравнению с парным глазом.

Прогнозирование внутрихрусталикового давления выполнено на основе анализа сравнительного исследования анатомо-топографических параметров переднего отдела глаза, проведенного с помощью УБМ, и оценки внутрихрусталикового давления, выполненного интраоперационно на 22 глазах с набухающей катарактой по предложенному нами способу (патент № 2680192 от 18.02.2019).

Для определения прогнозирования возможности величины внутрихрусталикового давления применяли математическое моделирование множественной регрессии, методом позволяющее выявить степень детерминированности анализируемой зависимой переменной (внутрихрусталикового давления) различными предикторами. Множественный регрессионный анализ детерминированности внутрихрусталикового давления показал, что его значения взаимосвязаны с некоторыми из анализируемых параметров, среди которых: толщина хрусталика, глубина передней камеры и толщина гипоэхогенного (разжиженных хрусталиковых масс), слоя

определенные с помощью УБМ (перечислены в порядке убывания прогностической ценности).

При этом наиболее информативным предиктором внутрихрусталикового давления является показатель толщины хрусталика, т.к. он имеет наибольшее значение стандартизированного регрессионного коэффициента (β =1,379), что говорит о наибольшем вкладе данной характеристики в варьирование значений внутрихрусталикового давления.

На основе полученных коэффициентов была построена математическая модель, позволяющая прогнозировать дооперационную величину внутрихрусталикового давления, и выведена формула:

 $BXД = -21,940 + 8,082 \times A + 4,244 \times B + 2,800 \times C$

где А – толщина хрусталика УБМ; В – ГПК УБМ; С – толщина слоя разжиженных хрусталиковых масс.

Данное осуществить дооперационный уравнение позволяет математический прогноз внутрихрусталикового давления. Статистически значимая величина критерия Фишера демонстрирует адекватность модели, а согласно значению коэффициента множественной детерминации, величина давления более чем 86,8% внутрихрусталикового на детерминируется представленными в таблице признаками и не учтенные в данной модели факторы незначительны (Патент № 2645607 от 20.04.2017).

Измерение параметров хрусталика, глубины передней камеры и слоя разжиженных хрусталиковых масс с помощью УБМ имеет основополагающее значение для предоперационной оценки внутрихрусталикового давления при набухающей катаракте. Однако не все клиники имеют оборудование для проведения ультразвуковой биомикроскопии. Поэтому на следующем этапе работы был проведен сравнительный анализ результатов измерения толщины набухающего хрусталика медодами УБМ и А – сканирования у 21 пациента с набухающей катарактой основной группы и их 21 парного глаза для определения возможности предоперационной оценки внутрихрусталикового давления с использованием данных А – сканирования.

При анализе результатов обоих исследований было выявлено, что величина толщины хрусталика в глазах с набухающей катарактой значительно отличается в зависимости от метода измерения: по данным УБМ она составила $5,34\pm0,13$ мм, мм, по данным биометрии - $3,65\pm0,16$. Во всех случаях метод УБМ давал более высокие значения толщины хрусталика, различия составили от 0,03 мм до 2,8 мм, в среднем - $1,58\pm0,17$. Параметры глубины передней камеры также зависели от метода измерения: по данным УБМ она составила $1,96\pm0,11$ мм, по данным Асканирования - $2,54\pm0,06$, но при исследовании необходимо было учитывать разницу методики измерений, которая при А-сканировании включала толщину роговицы, а при УБМ нет.

Причиной разницы в показателях толщины хрусталика при исследовании разными методами, по-видимому, являлся слой жидких хрусталиковых масс. При набухающей катаракте, эхосигнал при А – сканировании, попадая на область разжиженных масс, мог проходить сквозь нее, как сквозь жидкость и отражаться от нижележащего плотного ядра. Если же эхосигнал отражался от участка акустически более плотных хрусталиковых масс, получался иной результат. Еще одна причина погрешности измерений могла быть связана с тем, что толщина задней капсулы в норме составляет всего около 2,8 мкм [13], а при набухании хрусталика и увеличении его толщины, капсульный мешок значительно растягивается и задняя капсула еще более истончается. Ультразвуковой сигнал при А – сканировании мог проходить сквозь слой жидких хрусталиковых масс и далее, в стекловидное тело, недостаточно отражаясь от задней капсулы. В этом случае прибор фиксировал заднюю поверхность ядра и из реальной толщины хрусталика выпадал задний слой разжиженных хрусталиковых масс и задняя капсула, которые А-скан не определял. В то же время, метод УБМ позволял выявить даже измененную, растянутую заднюю капсулу за счет использования ультразвука высокой частоты (50 МГц) и режима иммерсионного сканирования.

Вся погрешность измерений при A – сканировании выражается в средней величине погрешности или девиации 5 измерений, которые выполняет ультразвуковой биометр Tomey AL-100, Япония. Величина погрешности измерения, или девиация хрусталика и передней камеры возрастает по сравнению с парным глазом практически в два раза и составляет при набухающей катаракте dev. lens $0,48\pm0,08$ мм и dev. ACD $0,22\pm0,04$ мм, а в парном глазу dev. lens $0,22\pm0.06$ и dev. ACD $0,12\pm0,02$ мм соответственно. То есть, вероятность ошибки при измерении глубины передней камеры и толщины хрусталика у пациентов с набухающей катарактой возрастает в два раза, по сравнению с парным глазом.

Данная гипотеза нашла свое подтверждение при исследовании интраоперационного углубления передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отделов хрусталика во время выполнения факоэмульсификации на 11 глазах с набухающей катарактой. Толщина хрусталика до операции, при определении ее методом УБМ составила 5,58±0,10 мм, методом А-сканирования - 3,95±0,21 мм.

Интраоперационно, после удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика с помощью аспирационно-ирригационной системы, глубина передней камеры увеличилась на 1,66±0,11 мм и составила 4,21±0,08мм, критерий Вилкоксона равен Z=2,93, оценка критерия p=0,003, при внутриглазном давлении, примерно равном дооперационному, и составлявшем 14,75±0,52 мм. рт. ст., Z=2,00, p=0,045.

Исследование толщины хрусталика до операции методом УБМ и A – сканирования показало, что разница между ними составляла 1,62± 0,89 мм. При интраоперационном A – сканировании величина углубления передней камеры после удаления разжиженных хрусталиковых масс составила 1,66±0,11 мм, то есть мы получили разницу всего в 0,04 мм. Это подтвердило, что величина углубления передней камеры за счет удаления разжиженных хрусталиковых масс из передней камеры за счет удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика соотвествовала разнице в толщине хрусталика, измеренного методами УБМ и А – сканированием. Полученные

113

результаты позволили вывести уравнение для расчета толщины хрусталика, соответствующего данным УБМ, по результатам А – сканирования:

Толщ. хр-ка УБМ = 4,618 + 0,167 × толщ. хр-ка по А-скан.

Данное уравнение позволяет производить математический перерасчет величины толщины хрусталика по данным УБМ со стандартной ошибкой 0,519 мм.

Таким образом, получив пересчет хрусталика, толщины можно осуществить математический прогноз внутрихрусталикового давления, подставив полученный результат в формулу расчета по данным УБМ. Глубина передней камеры определялась по данным А-сканирования минус толщина роговицы. Поскольку, измерение толщины гипоэхогенного слоя при помощи Асканирования затруднительно, использовалось его среднее значение, равное 0,85 мм, определенное ранее проведенными УБМ-исследованиями.

Подставив полученные результаты в формулу, позволяющую прогнозировать дооперационную величину внутрихрусталикового давления, получаем:

 $BXД = -21,940 + 8,082 \times A + 4,244 \times B + 2,800 \times C$

где A – толщина хрусталика в перерасчете с данных A – сканирования на данные УБМ; В – ГПК по данным A – сканирования минус толщина роговицы; С – средняя толщина слоя разжиженных хрусталиковых масс, равная 0,85 мм.

Проведя исследование анатомо-топографических параметров переднего отрезка глаза и хрусталика на глазах с набухающей катарактой, и получив высокие показатели внутрихрусталикового давления, существенно превышающие уровень ВГД, с уменьшением глубины передней камеры, возникла необходимость усовершенствования техники факоэмульсификации, для снижения риска операционных и послеоперационных осложнений, чему был посвящен следующий этап исследований. Была разработана оптимизированная технология факоэмульсификации набухающей катаракты, которая заключалась в выполнении следующих этапов:

- определение перед операцией анатомо-топографических параметров (толщины хрусталика, глубины передней камеры, толщины слоя разжиженных хрусталиковых масс) методом УБМ, или толщины хрусталика и глубины передней камеры методом А-сканирования (толко при отсутствии УБМ), с оценкой на основе этих данных внутрихрусталикового давления с использованием разработанной математической модели;

- повышение на начальном этапе операции внутриглазного давления до уровня расчетного внутрихрусталикового, при помощи введения в переднюю камеру высокомолекулярного вискоэластика с последующим контролем ВГД;

- вскрытие передней капсулы хрусталика с аспирацией части хрусталиковых масс;

- выполнение предварительного капсулорексиса диаметром 2-2,5 мм;

- удаление с помощью автоматизированной бимануальной ирригационноаспирационной системы разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отделов капсульного мешка для уменьшения вероятности неконтролируемого разрыва передней капсулы и углубления передней камеры;

- выполнение второго этапа капсулорексиса размером 5,5 мм и дальнейшего выполнения факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ по стандартному варианту.

С использованием предложенной методики факоэмульсификации было прооперировано 52 глаза 52 пациентов с набухающей катарактой, которые составили I, основную, группу. 55 глаз 55 пациентов с такой же патологией, но прооперированных с использоваием стандартной техники факоэмульсификации вошли во II группу, сравнения. На заключительном этапе работы был проведен сравнительный анализ клинико-функциональных результатов лечения в обеих группах.

Анализируя полученные результаты, необходимо акцентировать внимание на том, что больших различий в исходном состоянии до операции между I и II

115

группой не выявлено. Статистически группы примерно однородны. Разница состоит в том, что в I, основной, группе перед факоэмульсификацией ядра производилось удаление разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика, что приводило к углублению передней камеры на 1,66±0,11 мм при дооперационной величине ВГД. Если же, за счет введения вискоэластика, ВГД повысить до более высоких цифр, глубина передней камеры увеличивается еще больше, что позволяет более безопасно и менее травматично для роговицы провести факоэмульсификацию ядра хрусталика. Во II группе, сравнения, передний капсулорексис выполнялся одноэтапно, по стандартной технологии, без удаления разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика. За счет оставшихся в заднем отделе хрусталиковых масс, во время факоэмульсификации ядра глубина передней камеры была меньше, чем в I группе.

Из операционных осложнений в I, основной группе наблюдались два случая (3,9%) разрыва малого капсулорексиса, которые были локализованы введением вискоэластика в переднюю камеру, при сохранении ирригации, с моделированием разрыва цанговыми ножницами и выполнением стандартного капсулорексиса. Во II группе, сравнения, в 7 случаях (12,7%) наблюдался неконтролируемый разрыв передней капсулы при выполнении переднего капсулорексиса, что в 4 случаях (7,3%) привело к его переходу на заднюю капсулу и ее разрыву. Общее количество интраоперационных осложнений во II группе составило 20,0%, что на 16,1% выше, чем в I группе.

До операции острота зрения в первой группе была равна $0,01\pm0,03$, во второй группе (сравнения) острота зрения составила $0,002\pm0,001$. При сравнительном исследовании остроты зрения у пациентов I и II группы после операции, было выявлено, что острота зрения при выписке в I группе составила $0,67\pm0,02$, во II - $0,63\pm0,02$, что на 0,05 выше в I группе.

Внутриглазное давление до операции у пациентов I группы составило P0 15,49±1,49 мм рт. ст., II группы - P0 14,91±0,45 мм.рт.ст.

116

В раннем послеоперационном периоде у пациентов I группы осложнения наблюдались в 11 глазах, что составило 21,1%. Из них у 8 пациентов (15,4%) наблюдалась преходящая гипертензия, которая была купирована гипотензивными препаратами. ВГД при выписке было равно P0 16,07±0,52 мм.рт.ст.

Bo Π группе раннего послеоперационного периода осложнения наблюдались в 24 глазах (43,6%), из них у 11 (20%) пациентов также наблюдалась послеоперационная гипертензия, которая была купирована гипотензивными препаратами. ВГД при выписке составило P0 15,78±0,59 мм рт. ст.

Количество проведенных койко - дней у пациентов I группы было равно 2,31±0,08 дней, у пациентов II группы – 3,27±0,19 дней, критерий достоверности различия групп t=34,39 p<0,05, что сократило сроки реабилитации на 29,4% у пациентов I группы по сравнению с пациентами II группы.

Оптимизация технологии факоэмульсификации набухающей катаракты позволила уменьшить количество операционных осложнений на 16,1%, улучшить остроту зрения при выписке на 0,05, сократить количество ранних послеоперационных осложнений на 22,5% и уменьшить сроки реабилитации на 29,4% у пациентов I, основной группы по сравнению с пациентами II группы.

До операции у всех больных с набухающей катарактой I, основной группы глубина передней камеры составила 1,96±0,108 мм, во II группе, сравнения – 2,09±0,06 мм. В раннем послеоперационном периоде у пациентов I, основной группы, глубина передней камеры составила 4,09±0,08 мм, то есть, увеличилась по сравнению с дооперационной величиной более чем в два раза.

На фоне увеличения глубины передней камеры у пациентов I и II группы увеличился и угол передней камеры, что определялось по величине дистанции «трабекула – радужка». Угол передней камеры у пациентов I группы до операции был равен11,54±2,19°, после операции – 42,89±2,44 градуса, что более чем в три раза больше дооперационного. У пациентов II группы он увеличился с 10,44±1,16° до операции, до 40,52±1.97° после операции. Дистанция «трабекула –

цилиарные отростки» у пациентов основной группы до операции была равна 0,754±0,043, в раннем послеоперационном периоде – 1,01±0,06 мм, у пациентов группы сравнения до операции была равна 0,834±0,047 мм, в раннем послеоперационном периоде – 1,00±0,05 мм. Величина задней камеры у пациентов I группы до операции составила 1,80±0,20 мм², в раннем послеоперационном периоде – 2,39±0,14 мм². У пациентов II группы до операции задняя камера составляла 1,74±0,11 мм², после операции увеличилась до 2,29±0,18 мм².

Длина волокон цинновой связки во всех сегментах в раннем послеоперационном периоде в I и II группах была достоверно меньше, чем до операции. Сокращение волокон цинновой связки наблюдается симметрично во всех четырех сегментах и способствует стабильному положению ИОЛ, что соответствует данным литературы [47].

Динамическое наблюдение за оперированными пациентами проводилось в сроки до 6 месяцев после операции. Одним из основных показателей результативности операции являлись показатели зрительных функций. В обеих группах в течение всего срока наблюдения коррегируемая острота зрения оставалась высокой и стабильной, с учетом сопутствующих офтальмологических заболеваний. Острота зрения в I, основной, группе составила 0,74±0,02, во II группе, сравнения, - 0,67±0,026, внутриглазное давление P0 составляло 15,62±0,37 мм. рт. ст. и 14,87±0,28 мм. рт. ст. в I и II группах соответственно.

В позднем послеоперационном периоде, послеоперационных осложнений у пациентов основной группы и группы сравнения не наблюдалось.

Глубина передней камеры у пациентов основной группы составила 4,21±0,06мм, группы сравнения - 4,20±0,06. Так же незначительно изменились параметры угла передней камеры - 43,75±1,79° у пациентов основной группы и 43,88±1,72° у пациентов группы сравнения. Задняя камера, дистанция «трабекула – радужка» у пациентов основной группы не значимо отличались друг от друга и от показателей, полученных в раннем послеоперационном периоде. Дистанция «трабекула – цилиарные отростки» через 6 месяцев после операции у пациентов

основной группы была равна 1,22±0,10 мм, у пациентов группы сравнения - 1,19±0,09 мм. Это на 0,21 мм отличается от показателей, полученных после операции. Факоэмульсификация набухающей катаракты с имплантацией ИОЛ увеличивает функциональное пространство структур переднего отдела глаза за счет увеличения передней камеры с расширением ее угла у всех пациентов.

Изменение толщины роговицы у пациентов I группы, которая до операции была равна 0,52±0,03 мм, а после операции - 0,55±0,03, составило 0,03 мм, что свидетельствует о минимальной операционной травме роговицы. Толщина роговицы во II группе до операции была равна 0,53±0,01мм, после операции составила 0,58±0,01, то есть, изменилась более значительно, на 0,05 мм. Таким образом, за счет более выраженной операционной травмы происходят изменения компенсации проницаемости и насосной функции клеток эндотелия, которые приводят к набуханию стромы роговицы и увеличению ее толщины. К месячному сроку наблюдения толщина роговицы в I группе уменьшилась до 0,54±0,03 мм, во II группе – до 0,56±0,01мм, что свидетельствует об уменьшении отека роговицы и началу восстановления сети анастомозирующих тоннелей и ветвей между эндотелиальными клетками роговицы и десцеметовой мембраной. Через 6 месяцев толщина роговицы в I группе достигает исходного состояния и становится равной, как и до операции, 0,52±0,02 мм. Во II группе толщина роговицы в эти сроки уменьшается до 0,54±0,01мм, проницаемость клеток эндотелия восстанавливается, и разница между исходной, дооперационной толщиной роговицы составляет 0,01 мм, что может составить ошибку измерения (Табл. 23.).

Оптимизация технологии факоэмульсификации набухающей катаракты с использованием двухэтапного капсулорексиса и удалением разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталика позволяет перед факоэмульсификацией ядра углубить переднюю камеру на 1,66 мм, по сравнению с ранее использовавшейся технологией факоэмульсификации набухающей катаракты. За счет этого, потеря эндотелиальных клеток в I группе через 6 месяцев составила 6,74 %, во II группе -12,20%, то есть, почти в два раза меньше. Коэффициент вариаций в I группе увеличился по сравнению с дооперационным на 6,84%, во II группе – на 9,48%, что также характеризует меньшую величину изменения эндотелиальных клеток в I группе, чем во II группе. Процент гексагональности клеток, через 6 месяцев после операции, в I группе уменьшился на 11,27%, во II группе – на 10,95% и был несколько больше в первой группе, чем во второй, что свидетельствует об их примерно равном изменении во время проведения операции в данных группах.

Выполненное исследование свидетельствует, что оптимизированная факоэмульсификации набухающей катаракты, основанная технология на внутрихрусталикового дооперационной оценке давления, является патогенетически обоснованной, высокоэффективной и безопасной операцией, оказывающей максимально щадящее воздействие на окружающие хрусталик структуры глаза.

Таким образом, выполненное исследование свидетельствует, что оптимизированная технология факоэмульсификации набухающей катаракты, основанная на дооперационной оценке внутрихрусталикового давления, является патогенетически обоснованной, высокоэффективной и безопасной операцией, оказывающей максимально щадящее воздействие на окружающие хрусталик структуры глаза. Применение данной технологии позволило достоверно снизить количество ранних послеоперационных осложнений – на 22,5%, уменьшить потерю эндотелиальных клеток на 5,46%, повысить остроту зрения в послеоперационном периоде до 0,74±0,02 и сократить сроки реабилитации на 29,4%, по сравнению с традиционной методикой ФЭК.

выводы

1. Характерными признаками набухающей катаракты являются:

уменьшение глубины передней камеры по данным УБМ до 1,96±0,11 мм, по данным А-сканирования — до 2,54±0,06 мм, сужение угла передней камеры до 11,54±2,19°, полная приобретенная сферофакия, подтвержденная увеличением экваториального угла на 17° по сравнению с парным глазом,

увеличение толщины хрусталика по данным УБМ до 5,34±0,13 мм, по данным Асканирования — 3,65±0,16 мм, наличие слоя разжиженных хрусталиковых масс толщиной по данным УБМ 0,85±0,20 мм.

2. В результате применения разработанного способа интраоперационного определения величины внутрихрусталикового давления выявлено, что его уровень у пациентов с набухающей катарактой составил 32,2±2,8 мм рт. ст. и был напрямую взаимосвязан с толщиной хрусталика, глубиной передней камеры и толщиной слоя разжиженных хрусталиковых масс, определенных предоперационно с помощью УБМ.

3. В результате математического анализа данных интраоперационного исследования величины внутрихрусталикового давления и предоперационного исследования анатомо-топографических особенностей строения переднего отрезка глаза у пациентов с набухающей катарактой выявлены наиболее информативные предикторы уровня внутрихрусталикового давления, на основании разаработаны которых компьютерные программы ДЛЯ предоперационной оценки внутрихрусталикового давления по данным УБМ и Асканирования.

4. На основании предложенного способа предоперационной оценки величины внутрихрусталикового давления, усовершенствована технология факоэмульсификации в глазах с набухающей катарактой, заключающаяся в создании давления в передней камере равного внутрихрустликовому при помощи введения высокомолекулярного вискоэластика, выполнении двухэтапного капсулорексиса с промежуточным удалением разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отдела хрусталиковой сумки, углублении передней камеры и дальнейшего выполнения факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ по стандартному варианту.

5. Применение разработанной оптимизированой технологии факоэмульсификации набухающей катаракты позволило снизить количество интраоперационных осложнений на 16%, ранних послеоперационных осложнений – на 22%, уменьшить потерю эндотелиальных клеток на 5,5%, повысить остроту зрения в послеоперационном периоде до 0,74±0,02 и сократить сроки реабилитации на 29%, по сравнению с традиционной методикой ФЭК.

Практические рекомендации

При выполнении данной работы выявлены характерные признаки набухающей катаракты: значительное сужение угла передней камеры, уменьшение глубины передней камеры, увеличение толщины хрусталика и появление полной приобретенной сферофакии с наличием слоя разжиженных хрусталиковых масс.

Для предоперационного прогнозирования величины внутрихрусталикового давления построена математическая модель и разработана компъютерная программа, определяющая величину внутрихрусталикового давления по толщине хрусталика, глубине передней камеры и величине слоя разжиженных хрусталиковых масс, определенных с помощью УБМ исследования.

При факоэмульсификации набухающей катаракты следует придерживаться следующего алгоритма действий:

-определить величину внутрихрусталикового давления в предоперационном периоде согласно разработанной компъютерной программе,

-уравновесить внутриглазное и внутрихрусталиковое давление введением в переднюю камеру высокомолекулярного вискоэластика,

- после вскрытия передней капсулы и частичной аспирации разжиженых хрусталиковых масс выполнить малый капсулорексис диаметром 2-2,5 мм,

- произвести аспирацию разжиженных хрусталиковых масс из переднего и заднего отделов хрусталика с углублением передней камеры,

- выполнить второй этап капсулорексиса диаметром 5,5 мм,

-выполнить факоэмульсификацию катаракты по стандартной технологии с имплантацией ИОЛ.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВГД внутриглазное давление
- ВХД внутрихрусталиковое давление
- ГОБ гематоофтальмический барьер
- ГПК глубина передней камеры
- ЗК задняя камера
- ИОЛ интраокулярная линза
- КЧ контрастная чувствительность
- КМ капсульный мешок
- ОЗ острота зрения
- ПК передний капсулорексис
- ПКЧ пространственная контрастная чувствительность
- ПЭС псевдоэксфолиативный синдром
- УБМ ультразвуковая биомикроскопия
- УПК угол передней камеры
- ФЭК факоэмульсификация катаракты
- ЭФИ электрофизиологические исследования

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азнабаев, Б.М. Ультразвуковая хирургия катаракты – факоэмульсификация / Б.М. Азнабаев. – М., 2005. – 130 с.

2. Азнабаев, Б.М. Ультраструктурные изменения роговицы после ультразвуковой факоэмульсификации на основе трехмерных колебаний / Б.М. Азнабаев, Т.И. Дибаев, Т.Р. Мухамадеев, Г.Р. Шакирова // Медицинский вестник Башкортостана. – 2016. – Том 11. - №1 (61). – С.124 – 128.

3. Алексеев, Б.Н. Микрохирургическая техника экстракапсулярной экстракции катаракты и интракапсулярной имплантации искусственного хрусталика / Б.Н. Алексеев // Реконструктивная офтальмохирургия. - М., 1976. - С. 100-107.

4. Ананин, В.Ф. Теоретические обоснования наиболее рационального положения интраокулярной линзы / В.Ф. Ананин // Офтальмологический журнал.
 – 1980. – № 3. – С.166-169.

5. Балашевич, Л. И. Отдаленные результаты факоэмульсификации на глазах с эндотелиально – эпителиальной дистрофией роговицы. / Л. И. Балашевич, Н.В. Бондаренко, П.С. Дадацкая // Офтальмол. вед-ти. - 2008. - Т. І. - №4. - С. 17-20.

6. Балашевич, Л.И. Изменение плотности эндотелиальных клеток после факоэмульсификации катаракты (ФЭК) в различных зонах роговицы / Л.И. Балашевич, С.В. Шухаев, О.М. Долгошей // Федоровские чтения. – М., 2012. – С. 218-219.

7. Бикбов, М.М., Клинический случай факоэмульсификации набухающей катаракты у пациента после передней радиальной кератотомии / М.М. Бикбов, А. А. Бикбулатова, Н.В. Пасикова // Восток – Запад. Точка зрения. – 2014. – № 1. С. 76 -77.

8. B.E. Ο Бочаров, возможности усовершенствования техники экстракапсулярной экстракции катаракты / B.E. Бочаров // Вестник офтальмологии. - 1977. - № 1. - С. 18-20.

9. Бочкарева, А.А. О патогенезе факолитической глаукомы / А.А. Бочкарева
// Материалы второго Всероссийского съезда офтальмологов. – М., 1968. – С. 451-452.

10. Бранчевский, С.Л. Распространенность нарушения зрения вследствие катаракты по данным исследования RAAB в Самаре / С.Л Бранчевский., Б.Э Малюгин // Офтальмохирургия. - 2013. - № 3. - С. 82-85.

Буратто, Л. Хирургия катаракты. Переход от экстракапсулярной экстракции катаракты к факоэмульсификации / Л.Буратто. - Fabiano editore, 1999. – 474 с.

12. Винникова, Д.Я. Клиническая диагностика возрастных факогенных процессов и их лечение / Д.Я. Винникова //Актуальные вопросы офтальмохирургии. – Куйбышев, 1973. - С. 208-212.

13. Вит, В.В. Строение зрительной системы человека / В.В. Вит. – Одесса, 2003. - 522 с.

14. Виговский, А.В. Хирургическая технология экстракции катаракты с имплантацией внутрикапсульной ИОЛ при подвывихе хрусталика: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.07 / Виговский Александр Владимирович. – М., 1987. – 20 с.

15. Гончаренко, О.В. Особенности факоэмульсификации при набухающей катаракте / О.В. Гончаренко, О.Г.Гамзатов, Л.И. Рудь // Совр. технол. катаракт. и рефр. хирургии. – М., 2005. - С. 80-83.

16. Гундорова, Р.А. Факоэмульсификация травматических катаракт / Р.А. Гундорова, В.В. Нероев, С.В. Антонюк. - М., 2003. – 192 с.

17. Диагностика и лечение возрастной катаракты // Федеральные клинические рекомендации по оказанию офтальмологической помощи пациентам с возрастной катарактой. - 01.12.2014.

18. Егорова, Э.В. Эндотелиальная микроскопия роговой оболочки у больных с артифакией после экстракапсулярной экстракции роговицы в динамике / Э.В. Егорова, Л.Н. Зубарева, А.И. Толчинская // Вест. офтальмол. – 1986. - № 6. – С. 31 – 33.

19. Егорова, Э.В. Результаты хирургического лечения больных с осложненной катарактой, перенесших ранее антиглаукоматозные операции / Э.В. Егорова, А.И. Толчинская, Н.П. Яновская и др. // Современные технологии хирургии катаракты. - М., 2003. - С. 110 – 115.

20. Егорова, Э.В. Анатомо-топографические особенности иридоцилиарной зоны при хронической закрытоугольной глаукоме по результатам ультразвуковой биомикроскопии / Э.В. Егорова, Н.С. Ходжаев, Н.С. Бессарабов [и др.] // Глаукома. - 2005. - № 4. – С. 24-30.

21. Егорова, Э.В. Анатомо-топографические особенности глаз при различных видах рефракции и их изменения при глаукоме по результатам ультразвуковой биомикроскопии / Э.В. Егорова, А.Н. Бессарабов, Д.Г. Узунян, А.А. Саруханян // Глаукома. - 2006. - № 2. – С. 17 - 23.

22. Егорова, Э.В. Оценка состояния капсульного мешка и положения ИОЛ после факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ методом ультразвуковой биомикроскопии / Э.В. Егорова, Е.Г. Полянская, Т.А. Морозова, Д.Г Узунян // Офтальмохирургия. – 2011. - № 2. – С. 54 – 58.

23.Егорова, Э.В. Изучение симптоматики псевдоэксфолиативного синдрома по данным ультразвуковой биомикроскопии в сравнительном аспекте с клинико-функциональными методами исследования / Э.В. Егорова, Д.Г. Узунян, А.И. Толчинская [и др.] // Вестник ОГУ. - 2004. - № 5. - С. 197-200.

24. Ерошевская, Е.Б. Интраокулярная коррекция афакии у больных первичной открытоугольной глаукомой. : автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.07 / Ерошевская Елена Брониславовна. – С., 1997. – 33 с.

25. Иванов, Д.И. Технология лечения проблемных случаев хронической закрытоугольной глаукомы / Д.И. Иванов, З.В. Катаева, Д.Б. Бардасов // Матер. III Евро-Азиатской конфер. по офтальмохирургии. - 2003. - Часть І. - С. 32.

26. Иванов, Д.И. Наш опыт хирургического лечения проблемных случаев закрытоугольной глаукомы / Д.И. Иванов, М.В. Кремешков, З.В. Катаева, Д.Б. Бардасов // Глаукома. Проблемы и решения. – М, 2004. - С. 297-300.

27. Иошин, И.Э. Анализ результатов применения технологии Ozil IP при факоэмульсификации катаракты высокой плотности / И.Э Иошин, Г.Т Хачатрян А.А. Оздербаева // Офтальмохирургия. – 2011. - № 2. – С. 59-63.

28. Кански, Д. Клиническая офтальмология. Систематизированный подход / Д. Кански. - М.: Логосфера, 2006. - 744 с.

29. Колесникова, М.А. Результаты экстракции набухающей катаракты / М.А. Колесникова, Т.А.Свирина, Н.Ф. Стрелкова и др. // Глаукома: проблемы и решения. - М., 2004. - С. 362-363.

30. Копаева, В.Г. Глазные болезни / В.Г. Копаева. - М.: Медицина, 2002.

31. Лексуткина, Е.В. Использование лазерной энергии Nd: YAG – лазера 1,44 мкм в хирургии перезрелых катаракт / Е.В. Лексуткина, В.А Крылов, В.Г. Копаева // Офтальмохирургия. - 2005. - № 3. - С. 16-19.

32. Либман, Е.С. Слепота и ивалидность вследствие патологии органа зрения в России. Национальное руководство / Е.С. Либман. - М.: Офтальмология, 2008. - 131 с.

33. Макаров П.Г. Глазные болезни и их профилактика / П.Г. Макаров. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1986. - 386 с.

34. Малов, В.М. Интраокулярная коррекция афакии у больных факоморфической глаукомой / В.М. Малов, Е.Б. Ерошевская, И.В. Малов и др. // Глаукома на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. -М., 1999. - С. 281-282.

35. Малов, В.М. Морфологические исследования внутриглазных жидкостей в оценке патофизиологических механизмов развития набухающей катаракты / В.М. Малов, С.Н. Шатохина., Е.Б. Ерошевская [и др.] // Клиническая офтальмология. – 2003. – Том 4. - № 3. - С.132-134.

36. Малюгин, Б. Э. Медико-технологическая система хирургической реабилитации пациентов с катарактой на основе ультразвуковой факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы: дисс. ... д – ра мед. наук: 14.01.07 / Малюгин Борис Эдуардович. – М., 2002. – 418 с.

37. Малюгин, Б.Э. К вопросу о клиникоморфологических аспектах формирования контрактуры капсульного мешка при артифакии / Б.Э. Малюгин, А.В. Шацких, А.В. Головин // Офтальмохирургия. - 2010. - № 2. - С. 45-50.

38. Малюгин, Б.Э. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция на современном этапе / Б.Э. Малюгин // Вестник офтальмологии. - 2014. - №6. -С. 80-88.

39. Мачехин, В.А. Ультразвуковая биометрия глаз больных глаукомой / В.А. Мачехин, А.И. Протасов // Вестн. офтальмологии. – 1972. – № 3. – С. 35-39.

40. Мачехин, В.А. Ультразвуковые биометрические исследования у больных глаукомой: автореф. дисс. ... д – ра мед. наук: 14.01.07 / Мачехин Владимир Александрович. – М., 1975. – 52 с.

41. Мищенко, О.П. Преимущества фемтосекундной фрагментации при ядерных катарактах высокой плотности / О.П. Мищенко, Н.Я. Сенченко, Т.Н. Юрьева и др. // Совр. технол. катракт. и рефр. хирургии. – 2017. - №6 (19). – С.93 – 95.

42. Николашин, С.И. Факоэмульсификация катаракты с плотными ядрами на основе технологии вертикального чопа с горизонтальным разделением ядра хрусталика / С.И. Николашин // Офтальмохирургия. – 2010. - № 3. – С. 10 – 13.

43. Николашин, С.И. Хирургическое лечение зрелой набухающей катаракты / Николашин С.И, Фабрикантов О.Л, Цуканкова М.А. и др. //Вестник офтальмол. - 2016. - №2. - С. 62-68.

44. Ораби, М. Оптимизация передней капсулотомии при экстракции катаракты, сочетанной с узким и ригидным зрачком: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.08 / Ораби Мохамад. - М., 2006. – 108 с.

45. Паштаев, Н.П. Классификация дислокаций хрусталика, современная тактика лечения / Н.П. Паштаев //Актуальные проблемы хирургии хрусталика, стекловидного тела и сетчатки. - М., 1986. - С. 34-37.

46. Паштаев, Н.П. Хирургическое лечение патологии хрусталика и радужки на основе имплантации комбинированной ИОЛ: дисс. ... д-ра мед. наук. 14.00.08 / Паштаев Николай Петрович. – М., 1999. – 315 с.

47. Полянская, Е.Г. Анатомо-топографические особенности переднего сегмента глаза после неосложненной факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы при псевдоэксфолиативном синдроме: автореф. дис. ... канд мед. наук: 14.01.07 / Полянская Елена Георгиевна. – М., 2011. – 24 с.

48. Правосудова, М.М. Экстракция катаракты у больных с закрытоугольной глаукомой / М.М. Правосудова, Л.И.Балашевич, Е.Е. Сомов // Матер. III Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии. – 2003. - Часть І. - С. 32.

49. Правосудова, М.М. Факоэмульсификация ИОЛ у больных с закрытоугольной глаукомой / М.М. Правосудова, Л.И.Балашевич, Е.Е. Сомов // Офтальмохирургия. – 2005.– №2. – С. 18-20.

50. Правосудова, М.М. Факоэмульсификация как способ лечения больных с закрытоугольной глаукомой / М.М. Правосудова, Л.И. Балашевич // Совр. технол. катаракт. и рефр. хирургии. – М., 2012. – С. 128 – 134.

51. Правосудова, М.М. Факоэмульсификация как способ лечения больных с закрытоугольной глаукомой: автореф. дис. ... канд мед. наук: 14.01.07 / Правосудова Марина Михайловна. – СПб., 2013. – 22 с.

52. Першин, К.Б. Занимательная факоэмульсификация. Записки катарактального хирурга / К.Б. Першин. - СПб.: Борей Арт, 2007. - 133 с.

53. Романенко, Б.В. Хирургическая техника выполнения капсулорексиса на глазах с набухающей катарактой / Б.В. Романенко, Н.А. Джабер, Л.А. Карданова // Современные технологии хирургии катаракты. – М., 2003. – С.273-275.

54. Пальмер, П.Е. Руководство по ультразвуковой диагностике / П.Е. Пальмер. – М.: Медицина, 2000. – 400 с.

55. Саруханян, А.А. Анатомо-топографические особенности переднего сегмента глаз при прогрессировании катаракты, сочетающейся с глаукомой и псевдоэксфолиативным синдромом, по данным ультразвуковой биомикроскопии: дисс. ... канд. мед. наук 14.01.07 / А.А.Саруханян. – М., 2007. - 150 с.

56. Сергиенко, Н.М. Хирургия катаракты: тенденции и перспективы / Н.М. Сергиенко // Междунар. мед. журн. 1998. – Том 4. - № 1. - С. 77-80.

57. Сташкевич, С.В. Факоэмульсификация катаракты (опыт 1000 операций) / С.В. Сташкевич, Н.Я. Сенченко // Офтальмохирургия.- 2003. - № 3. - С.26-31.

58. Тахчиди, Х.П. Интраокулярная коррекция в хирургии осложненных катаракт / Х.П.Тахчиди, Э.В. Егорова А.И. Толчинская. – М., 2004. – 170 с.

59. Тахчиди, Х.П. Выбор тактики хирургии катаракты с учетом оценки симптоматики псевдоэксфолиативного синдрома по данным ультразвуковой биомикроскопии / Х.П. Тахчиди, Э.В. Егорова, А.И. Толчинская А.И. [и др.] // Офтальмохирургия. - 2006. - № 4. - С. 4-9.

60.Тахчиди, Х.П. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии переднего сегмента глаза / Х.П. Тахчиди, Э.В. Егорова, Д.Г. Узунян. - М., 2007. - 127 с.

61. Тахчиди, Х.П. Передний капсулорексис: история появления, способы выполнения и дозирования (обзор литературы) / Х.П.Тахчиди, В.В. Агафонова, А.А. Верзин // Офтальмохирургия. – 2010. – № 5. – С. 47 – 51.

62. Тахчиди, Х.П. Клинико-морфологические признаки начальных глазных проявлений ПЭС / Х.П. Тахчиди, В.В. Агафонова, М.З. Франковска-Герлак [и др.] // Офтальмохирургия. - 2011. - № 1. - С. 59-65.

63. Фридман, Ф.Е. Ультразвук в офтальмологии / Ф.Е. Фридман, Р.А. Гундорова, М.Б. Кодзов. - М.: Медицина, 1989. - 256 с.

64. Файзиева, У.С. Разработка патогенетически ориентированных технологий лазерного лечения первичной закрытоугольной глаукомы в Узбекистане: дисс. ... канд. мед. наук 14.01.07 / У.С. Файзиева. – Ташкент, 2004. – С. 24-35.

65. Федоров, С.Н. Ошибки и осложнения при имплантации искусственного хрусталика / С.Н. Федоров, Э.В. Егорова. - М.: Медицина, 1992. - 247 с.

66. Хасанова, Н.Х. Анатомические особенности глаз при набухающей катаракте и вторичной глаукоме / Н.Х.Хасанова, Ф.С. Амирова // Офтальмологический журнал. - 1980. - № 6. - С. 380-381.

67. Ходжаев, Н.С. Хирургия катаракты с использованием малых разрезов: клинико-теоретическое обоснование: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.08 / Ходжаев Назрулла Сагдуллаевич. - М., 2000. - 278 с.

68. Шикунова, Ρ.Π. Анализ результатов хирургического лечения Р.П. факоморфической глаукомы свете / Шикунова В патогенеза // Офтальмохирургия. – 1990. - № 1.- С. 49-52.

69. Шухаев, С.В. Динамика плотности эндотелиальных клеток после факоэмульсификации катаракты с фемтолазерным сопровождением / С.В. Шухаев, А.В. Томилова, М.Н. Немсицверидзе // Вестник ОГУ. - 2014. - № 12. - С. 355-357.

70. Щуко, А.Г. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии / А.Г. Щуко, С.И. Жукова, Т.Н. Юрьева. - М.: Офтальмология, 2013. - 123 с.

71. Akin, T. Capsulorhexis in white cataract using a green – light endoillmination probe / T. Akin, U. Aykan, A. Aydin et al. // Ophthalmic. Surg. Lasers Imaging. - 2007. - Nov – Dec; 38 (6) : 520 - 2.

72. Albinet, P. Original technique of double capsulorhexis / P. Albinet // J Fr Ophtalmol. - 1994. - Vol. 17. - № 2. - P.124-128.

73. Amir-Asgari, S. Using continuous intraoperative optical coherence tomography to classify swirling lens fragments during cataract surgery and to predict their impact on corneal endothelial cell damage / S. Amir-Asgari, N. Hirnschall, O. Findl // J Cataract Refract Surg. – 2016. - Jul; 42 (7): 1029 - 1036.

74. Ammous, I. Phacoemulsification versus manual small incision cataract surgery: anatomic and functional results / I. Ammous, E. Bouayed, S. Mabrouk et al. // J. Fr. Ophthalmol. - 2017. - Jun; 40 (6):460 – 466. doi:10.1016/j.jfo.2017.02.005. Epub 2017 May 31.

75. Apple, D.J. Comparison of various capsulectomy techniques in cataract surgery. An experimental study / D.J. Apple, U.F. Legler, E.I. Assia // Ophthalmologe.
- 1992. - Vol. 89. - № 4. - P. 301-304.

76. Arshinoff, S.A. Dispersive and cohesive viscoelastic materials in phacoemulsification / S.A. Arshinoff // Ophthalmic. Pract. – 1995. – Vol. 13. – P. 98 – 104.

77. Arshinoff, S.A. Prospective, randomized trial of Microvisc and Healon in routine phacoemulsification / S.A.Arshinoff, I. Hofmann // J. Cataract. Refract. Surg.-1997. – Vol. 23. – P. 761 – 765.

78. Arshinoff, S.A. Prospective, randomized trial comparing Micro Visc Plus and Healon GV in routine phacoemulsification / S.A. Arshinoff, I. Hofmann // J. Cataract. Refract. Surg. - 1998. – Vol. 24. – P. 814 – 820.

79. Arshinoff, S.A. Phaco slice and separate / S.A. Arshinoff // J. Cataract. Refract. Surg. - 1999. – Vol. 25. – P. 474 – 478.

80. Aryan, U. The effect of capsulorhexis size on development of posterior capsule opacification: small (4.5 to 5.0 mm) versus large (6.0 to 7.0 mm) / U. Aryan, A.H. Bilge, K. Karadayi et al. // Eur. J. Ophthalmol. - 2003. - Vol. 13. - № 6. - P. 541 - 545.

81. Assia, E.I. An experimental study comparing various anterior capsulectomy techniques / E.I. Assia, D.J. Apple, A. Barden, J.C. Tsai et al. // Arch Ophthalmol. - 1991. - Vol. 109. - № 5. - P. 642-647.

82. Assia, E.I. Effect of capsulorhexis diameter on glare disability / E.I.Assiam,
M. Cahane, M. Blumenthal // J Cataract Refract Surg. - 1996. - Vol. 22. - № 7. - P.947-950.

83. Assia, E. The elastic properties of the lens capsule in capsulorexis / E. Assia, D.J. Apple, J.C. Tsai et al. // Am. J. Ophthalmol. - 1991. - Vol.III. - № 5. - P. 628-631.

84. Basti, S. Different faces of the white cataract: a phaco surgeon's perspective / S. Basti. – Aust. N. Z. J. Ophthalmol. - 1999. 27: 53 – 56. Available at: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1440 – 1606.1999.00150/x/pdf. Accessed May 16, 2012.

85. Baradara-Rafii, A. Effect of hydrodynamic parameters on corneal endothelial cell loss after phacoemulsification / A. Baradara-Rafii, M. Rahmati-Kamel, M. Eslani et al. // J. Cataract. Refract. Surg. – 2009. - Vol. 35. - P. 732- 737.

86. Ben-Eliahu, S. Protective effect of different ophthalmic viscosurgical devices on corneal endothelial cell during phacoemulsification: rabbit model / S. Ben-Eliahu, K.Tal, A. Milstein et al. // J. Cataract. Refract. Surg. - 2010 - Nov; 36 (11) : 1972 - 5. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.05.023.

87. Bhargava, R. Comparison of endothelial cell loss and complications between phacoemulsification and manual small incision cataract surgery (SICS) in uveitic cataract / R. Bhargava, SK. Sharma, M. Chandra et al. // Nepal. J. Ophthalmol. -2015.-Jul; 7 (14) : 124 - 34.

88. Bhattacharjee, K. Capsulorhexis in intumescent cataract / K. Bhattacharjee,
H. Bhattacharjee, B.J Goswami et al. // J. Cataract. Refract. Surg. – 1999. 25:1045 - 1047.

89. Blumenthal, M. New disposable cystotome for capsulorhexis / M.
Blumenthal, B. Allarakhia // J. Cataract. Refract. Surg. - 1989. - Vol. 15. - № 6. P. 707-709.

90. Braziticos, P.D. Ultrasonographic classification and phacoemulsification of white senile cataracts / P.D. Braziticos, I.T.Tsinopoulos, N.T. Papadopoulos et al. // Ophthalmology. - 1999. 106 : 2178 – 2183.

91. Brian, G. Cataract blindness- challenges for the 21 century / G. Brian, H. Taylor // Bulletin of the World Health Organization. – 2001. - № 79. – P. 249-256.

92. Bourne, W.M. Cataract extraction and the corneal endothelial / W.M. Bourne // Am.J. Ophthalmol. 1976; 82;44. doi: 10.1016/002-9394(76)90662-0.

93. Carifi, G. Oval capsulorhexis and its advantages / G. Carifi // J Cataract Refract. Surg. – 2012. – Vol. 38. - № 1. – P. 184-185.

94. Cekic, O. Effect of capsulorhexis size on postoperative intraocular pressure / O.Cekic, C. Batman // J Cataract Refract Surg. - 1999. - Vol. 25. - № 3. - P. 416-419.

95. Cekic, O. The relationship between capsulorhexis size and anterior chamber depth relation / O.Cekic, C. Batman // Ophthalmic Surg Lasers. - 1999. - Vol. 30. - №3. - P.185-190.

96. Centurion, V. O exame de imagem do segmento anterior no diagnostico de certeza da catarata branca intumescente [Image test in the sure diagnosis of

intumescent white cataract] / V. Centurion, E.B. Leal, A.C. Lacava // Rev. Bras. Oftalmol. 2008; 67 (5): 236 – 242.

97. Chakrabarti, A. Phacoemulsification in eyes with white cataract / A. Chakrabarti, S. Singh, R. Krishnadas // J. Cataract. Refract. Surg. - 2000. - 26: 1041 - 1047.

98. Chen, G. Effect of continuous ultrasonic phacoemulsification with anterior chamber maintainer on corneal endothelial damage in hard nuclear cataract / G. Chen, D. Wang, Y. Du et al. // Eur. J. Ophthalmol. – 2015. May – Jun; 25(3): 198 – 201.

99. Chercota, V. Capsulorhexis / V. Chercota // Oftalmologia. - 2005. - Vol. 49. - № 1. - P. 8- 11.

100. Conrad-Hengerer, I. Femtosecond laser – assisted cataract surgery in intumescent white cataracts / I. Conrad-Hengerer, F. H. Hengerer, S. C. Joachim et al. // J. Cataract. Refract. Surg. – 2014. - Vol. 40. - P. 44-50.

101. Culbertson, W.W. Endothelial cell loss in penetrating keratoplasty / W.W. Culbertson, R.L. Abbott, R.K. Forster // Ophthalmology. 1982; 89(6):600-604. doi: 10.1016/S0161-6420(82)34754-5.

102. Dunn, S. Endothelial cell loss following radial keratotomy in a primate model / S. Dunn, J.V. Jester, J. Arthur et al. // Arch. Ophthalmol. – 1984. – Vol. 102. – P.1666.

103. Dzinic, V. «Smollen» lens: phacoemulsification of white intumescent cataract / V. Dzinic, M. Dzinic. - 2014. - http:// abstracts/details.asp? confid=18&sessid=520&tupe=free&paperid=2163.

104. Ermiş, S.S. Comparing the efficacy and safety of phacoemulsification in white mature and other types of senile cataracts / S.S Ermiş, K. Öztürk, Ü.Ü. Inan // Br. J. Ophthalmol. 2003; 87:1356 – 1359. Available at: http:// www.ncbi.nim.nih.gov/pmc/ articles/PMC1771891/pdf/bjo08701356.pdf. Accessed May 16, 2012.

105. Fasce, F. Comparison of BD Multivisc With the soft shell technique in cases with hard lens nucleus and Fuchs endothelial dystrophy / F. Fasce, A. Shinelli, G. Bolognesi et al. // Eur. J. Ophthalmol. -2007. - Sep - Oct; 17 (5): 709 - 13.

106. Felipe, A. Modulation transfer function of a toric intraocular lens: evaluation of the changes produced by rotation and tilt / A. Felipe, J.M.Artigas, A. Díez-Ajenjo et al. // J Refract Surg. – 2012. – Vol. 28. - N_{2} 5. – P. 335-340.

107. Figueiredo, C.G. Brazilian technique for prevention of the Argentinean flag sign in white cataract / C.G. Figueiredo, J. Figueiredo, G. Figueiredo // J.Cataract Refract.Surg. 2012; 38:1531-1536.

108. Galand, A. Le capsulorhexis posterieur chez l'adulte / A. Galand, F. Van Cauwenberge, J. Moossavi // J Fr. Ophtalmol. - 1996. - Vol. 19. - № 10. - P. 571-575.

109. Ganecal, S. Comparison of morphological and functional endothelial cell changes after cataract surgery: phacoemulsification versus manual small - incision cataract surgery / S. Ganecal, A. Nagarajappa // Middle East. Afr. J. Ophthalmol. - 2014. - Jan - Mar; 21 (1) : 56 - 60.

110. Genç, S. Intraoperative complications in intumescent cataract surgery using a phaco capsulotomy technique / S. Genç, E. Güler, H. Çakir et al. // J. Cataract. Refract. Surg. 2016; 42:1141 – 1145.

111. Gimbel, H. V. Two – stage capsulorexis for endocapsular phacoemulsification / H. V. Gimbel // J. Cataract. Refract. Surg. – 1990. - Vol.16. – P. 246 -249.

112. Gimbel, H.V. Development, advantages, and methods of the continuous circular capsulorhexis technique / H.V. Gimbel, T. Neuhann // J. Cataract Refract. Surg. – 1990. - Vol. 16. - P. 31-37.

113. Gimbel, H.V. Continuous curvilinear capsulorhexis (letter) / H.V. Gimbel,T. Neuhann // J. Cataract Refract. Surg. – 1991.– Vol. 17. – P. 110–111.

114. Gimbel, H.V. What to do with limited view: the intumescent cataract / H.V. Gimbel, A.B. Willerscheidt // J. Cataract.Refract. Surg. – 1993. – Sep; 19 (5):657 -61.

115. Gimbel, H.V. Role of capsular tension rings in preventing capsulecontraction / H.V. Gimbel, R. Sun // J Cataract Refract Surg. - 2000. - Vol.26. - N_{2} 6. - P. 791-792.

116. Goldenberg D., Habot – Wilner Z., Glovinsky Y., Barequet I.S. Endothelial cell and central corneal thickness after modified sutureless manual small - incision

cataract surgery / D. Goldenberg, Z. Habot – Wilner, Y. Glovinsky et al. // Eur. J. Ophthalmol. – 2013. - Sep. - Oct; 23(5): 658 – 63. doi:10. 5301/ejo. 5000251.

117.Hamoudi, H. Corneal endothelial cell lossand corneal biomechanical characteristics after two – step sequential or combined phaco –vitrectomy surgegy for idiopathic epiretinal membrane / H. Hamoudi, U.C. Christensen, M. La Cour // Acta Ophthalmol. – 2017. – Aug; 95(5) : 493 – 497. doi:10.1111/aos.13474. Epub 2017 May 8.

118. Hasegawa, Y. Risk factors for corneal endothelial cell loss by cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome / Y. Hasegawa, R. Nejima, Y. Mori et al. // Clin.Ophthalmol. -2016. - Aug. 30; 10 : 1685 – 9.

119. Hayachi, K. Changes in anterior chamber angle width and depth after intraocular lens implantation in eyes with glaucoma / K. Hayachi, H. Hayachi, F. Nacao et al. // Ophthalmology. - 2000. - Vol. 107. - P. 698-703.

120. Hayashi, K. Corneal endothelial damage after cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome / K. Hayashi, S. Manabe, K.Yoshimura et al. // J Cataract Refract Surg. -2013. - Jun; 39 (6) : 881 – 7.

121. He, X. Endothelial cell loss in diabetic and nondiabetic eyes after cataract surgery / X. He, V.F.Diakonis, Y.Alavi et al. // Cornea. – 2017. - Aug; 36 (8) : 948 – 951.

122. Henderer, F.N. Assessment of intraoperative complications in intumescent cataract surgery using 2 ophthalmic viscosurgical devices and trypan blue staining / F.N. Henderer, H.V. Disc, T. Kohnen et al. // J. Cataract. Refract. Surg. - 2015. - Apr; 41(4): 714 - 718.

123. Hohn, S. Complete occlusion of the frontal capsule after cataract-operation in a patient with pseudoexfoliation syndrome—a case report and review of literature / S. Hohn, C.W. Spraul // Klin Monatsbl Augenheilkd. - 2004. - Vol. 221. - \mathbb{N}_{2} 6. -P. 495-497.

124. Hrasad, R.Terminal chop: New technique for full thickness nuclear segmentation in mature hard cataract / R. Hrasad, A. Badhani, G.B. Dogra // Indian J. Ophthalmol. - 2017. - Dec; 65(12): 1415 - 1418.

125. Hwang, H.B. Endothelial cell loss after phacoemulsification according to different anterior chamber depths / H.B. Hwang B. Lui, H.Y. Yim et al. // J. Ophthalmol. 2015; 2015:210716. doi: 10.1155/2015/210716.

126. Imaizumi, M. Phacoemulsification and intraocular lens implantation for acute angle closure glaucoma not treaded or previously treated by laser iridotomy / M. Imaizumi, Y. Takaki, H. Yamashiba //J. Cataract. Refract. Surg. – 2006. - Vol. 32. - P. 85-90.

127. Inans, M. The ultrastructural alterations in the lens capsule and epithelium in eyes with traumatic white cataract / M. Inans, K. Tekin, Y.O. Erol et al. // Int. Ophthalmol. - 2017. - Nov. 30. doi : 10. 1007/s10792 - 017 - 0783 - 0.[Epub ahead of print]

128. Iwamoto, T. Gerard Electron microscopic studies on Fuchs1 combined dystrophy I. Posterior portion of the cornea / T. Iwamoto, A. DeVoe // Invest Ophthalmol. – 1971-10 (1): 9 - 29.

129. Jaber, R. Comparison of capsulorhexis resistans to tearing with and without trypan blue dye using a mechanized tensile strength model / R. Jaber, L. Werner, S. Fuller et al. // J. Cataract. Refract. Surg. – 2012. - Mar; 38 (3) : 507 -12. doi : 10. 1016/j.jcrs. 2011.08.045.

130. Jacob, S. Trypan blue as an adjunct for safe phacoemulsification in eyes with white cataract / S. Jacob, A. Agarwal, S. Agarwal et al. // J. Cataract. Refract. Surg. - 2002. -28: 1819 - 1825.

131. Jaeschke, T. Preoperative anterior capsulotomy with YAG laser in white cataracts evaluated with UBM «looking around the Argentinian flag sign» / T. Jaeschke, A. Fernandez Mendy, S. Barreyro. - 2014. - http:// www.escrs.org/ abstracts/details.asp? confid=18&sessid=520&tupe=free &paperid=21554

132. Jaffe, N.S. Lens alteration / N.S. Jaffe, J. Horwitz // In: Podos S.M, Yanoff M, eds, Textbook of Ophthalmogy. Volume 3: Lens and Cataract. - New York: Gower Medical Publishing, 1992; 8.1 – 8.16.

133. Jin, C. Different – sized incision for phacoemulsification in age related cataract / C. Jin, X. Chen, A. Law et al. // Cochrane Database Syst. Rev. 2017/ Sep. 20;9 CB 010510. doi: 10.1002/14651858/CD 010510/ pub2.

134. Kim, H. Efficacy of the soft – shell technique using Viscoat and Hyal – 2000 / H Kim., C.K. Joo // J. Cataract. Refract. Surg. – 2004. - Nov; 30 (11) : 2366 – 70.

135. Kim, D.H. The pattern of early corneal endothelial cell recovery following cataract surgery: cellular migration or enlargement? / D.H. Kim, W.R.Wee, J.Y. Hyon // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. - 2015. - Dec; 253 (12) : 2211 - 6. doi:10. 1007/s00417 - 015-3100 - 5.

136. Kurle, R.W. A microcomputer system for measuring and analysing corneal endothelium / R.W. Kurle, D.M. O'Day // Am. Intraocul. Soc. J. - 1984. – Vol. 10. - № 3. - P. 369-371.

137. Lee, J.E. Optic capture in the anterior capsulorhexis during combined cataract and vitreoretinal surgery / J.E. Lee, J.H. Ahn, W.S. Kim et al. // J Cataract Refract Surg. – 2010. – Vol. 36. – P. 1449-1452.

138. Ling, J. Secondary multifocal intraocular lens implantation: A novel management strategy for white cataracts / J.Ling, Y.Qian, P. Lu // SAGE Open Med Case Rep.- 2018. - Jan 4; 6 : 2050313 x 17750336/doi:10/1177/2050313x17750336.

139. Maggon, R. Comparative analysis of endothelial cell loss following phacoemulsification in pupils of different sizes / R. Maggon, R. Bhattacharjee, S. Shankar // Indian J. Ophthalmol. - 2017. - Dec; 65 (12) : 1431 – 1435.

140. Mahalingam, P. Phaco capsulotomy in intumescent cataract [letter] / Mahalingam, P., Sambhav K. // Nepal J. Ophthalmol. - 2014; 6:242 – 243. Available at: http:// www. Nepjoph. org. np/ pdf / NEPjOPH_201407294.pdf. Accessed July 6, 2016.

141. Havlina, M. Ultrastructure of anterior lens cahsule of intumtscent white cataract / Havlina M, Stunf S. , Hvala A. // Acta Ophthalmol. – 2011. – Vol. 89. – P. 367-370.

142. Marques, F.F. Posterior Argentinean flag – like sing during primary posterior continuous curvilinear capsulorhexis / Marques, F.F., Marques D.M.V., Matsumoto F.K. // Arq. Bras. Oftalmol. – 2017. - Jun; 80 (3) : 199 – 201. doi : 10.5935/0004 – 2749. 20170049.

143. Mathew, P.T. Endothelial cell loss and central corneal thickness in patients with and without diabetes after manual small incision cataract surgery / Mathew P.T., David S., Thomas N. // Cornea. – 2011. - Vol. 30. - P. 424-428.

144. Matsuda, M. Long-term corneal endothelial changes after intraocular lens implantation / Matsuda M., Miyake K., Inaba M. // Am. J. Ophthalmol. – 1988. – Vol.105. - P. 248-252.

145. Mester, U. Clinical results of the aspheric intraocular lens FY-60AD (Hoya) with" particular respect to decentration and tilt./ Mester U., Heinen S., Kaymak H. // Ophthalmologe. - 2010. - Vol. 107. - N_{2} 9. - P. 831-836.

146. Moraru, O. The advantages of femtolaser technology for surgeries in white intumescent cataracts vs standard phacoemulsification / Moraru O., Iliescu I. // www.escrs.org / abstracts/details.asp?confid=20&sessid=675&type=Free&papered =24505.

147. Nagata, M. Accurate continuous circular capsulorhexis is important to prevent posterior capsular opacification / Nagata M., Matsushima H., Senoo T. // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. – P. 119.

148. Neuhann, T. Theory and surgical technic of capsulorhexis // Klin Monatsbl Augenheilkd. - 1987. - Vol. 190. - № 6. - P. 542-545.

149. Neuhann, T. When posterior capsule tears, use capsulorhexis for IOL fixation. // Phaco and Foldables. - 1991. - Vol. 4. - N_{2} 6. - P. 1-3.

150. Nishi, O. Extracapsular cataract extraction with keyhole capsulorhexis and lens epithelial cell removal // J Cataract Refract Surg. - 1990. - Vol. 16. - № 2. - P. 249-252.

151. Nishi, O. Endocapsular phacoemulsification following buttonhole anterior capsulotomy: a preliminary report / Nishi O., Nishi K. // J Cataract Refract Surg. - 1990. - Vol. 16. - № 6. - P. 757-762.

152. Olali, C.A. Surgical outcome following breach rhexis / Olali C.A., Ahmed S., Gupta M. // Eur. J. Ophthalmol. - 2007. - Vol. 17. - № 4. - P. 565-570.

153. Oltulu P. The association of cataract and lens epithelial cell apoptosis in patients with pseudoexfoliation syndrome / Oltulu P., Oltulu R. // Curr Eye Res. – 2017. - Nov. 28: 1 – 4. doi:19/ 1080/02713683. 2017. 1406524.

154. Özmen, S. Central corneal epithelial thickness changes after halt – moon supracapsular nucleofractis phacoemulsification technique / Özmen S., Çakir B., Aksoy N.Ö., Doĝan E., Babashli T., Alagöz G. // Int. Ophthalmol. - 2017. – Dec. 18. doi:10. 1007/s 10792- 017 – 0814-x.

155. Panek, W.C. Biometric variables in patients with occludable anterior chamber angles / Panek W.C., Cristensen R., Lee D., et al. //Am. J. Ophthalmol. - 1990. - Vol. 110. - P. 185 188.

156. Parcash, R.O. Intraocular lens scaffold technique to prevent posterior capsule rupture in cases of Morgagnian cataract / Parcash R.O., Mahajan S., Parcash T.O., Nayak V. // J. Cataract. Refract. Surg. – 2017. - Jan; 43 (1):8 – 11.

157. Pau H, Novotny GEK &Kern W. The lenticular capsule and cellular migration in anterior capsular cataract. Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. - 1986. - Vol. 224. – P. 118-121.

158. Pavlin, C.J. Subsurface ultrasound microscopic imaging of the intact eye / Pavlin C.J., Harasiewicz K., Sherar M., Foster S. // Ophthalmology. - 1990. - Vol. 97. – P. 244-250.

159. Pavlin, C.J. Clinical use of ultrasound biomicroscopy / Pavlin C.J., Harasiewicz K., Sherar M., Foster S. // Ophtalmology. - 1991.- Vol. 98. – P.287- 295.

160. Perone, J.M. Correlation between postoperative central corneal thickness and endothelial damage after cataract surgery by phacoemulsification / Perone J.M., Boiche M., Lhuillier L., Ameloot F., Premy S., Jeancolas A.L., Goetz C., Neiter E. // Cornea. - 2018. - Jan.4. doi:10.1097/ICO. 00000000001502.

161. Prasad, R. Terminal chop: new technique for full thickness nuclear segmentation in mature hard cataract / Prasad R., Badhani A., Dogra G.B. // Indian J. Ophthalmol. – 2017. - Dec;65 (12) : 1415 – 1418. doi : 10. 4103/ijo. IJO_650_17.

162. Prevent Blindness America. Vision problems in the U.S.: prevalence of adult vision impairment and age-related eye disease in America. 2008 update to the fourth edition. - Chicago, IL: Prevent Blindness America; 2008. - 23. Available at: www. Preventblindness.net/site/DocServer/VPUS_2008_updat.pdf.docID=1561.

163. Raviv, T. The perfectly sized capsulorhexis // J Cataract Refract. Surg. - 2009. - June. - P. 37-41.

164. Richard, J. Corneal endothelial cell loss after cataract extraction by using ultrasound phacoemulsification versus a fluid-based system / Richard J., Hoffart L. Chavane F., Ridings J. // Cornea. – 2008. – Vol. 27. - N_{2} 1. - P. 17- 21.

165. Robinson, M.S. Simple approach to prevent capsule tear – out during capsulorhexis creation in hypermature cataracts / Robinson M.S., Olson R.J. // J. Cataract. Refract. Surg. – 2015. - Jul; 41 (17) : 1353 -5.

166. Sanders, DR. Hyperopic shift in refraction associated with implantation of the single-piece Collamer intra- ocular lens / Sanders DR, Higginbotham RW, Opatowsky IE, Confino J. // J Cataract Refract Surg. - 2006; 32:2110–2112.

167. Sato, M. Soft – shell technique using Viscoat and Healon 5: a prospective, randomized comparison beween a dispersive – viscoadaptive and a dispersive-cohesive soft-shell technique / Sato M., Sakata C., Yabe M., Oshika T. // Acta Ophthalmol. – 2008. - Feb; 86 (1) : 65 – 70. Epub. 2007. Oct.1.

168. Shajari, M. Dependency of endothelial cell loss on anterior chamber depth within first 4 years after implantation of iris – supported phakic intraocular lenses to treat high myopia / Shajari M., Scheffel M., Koss M.J., Kohnen T. // J Cataract Refract Surg. – 2016. - Nov; N_{2} 42 (11). – P. 1562-1569.

169. Shultz, R.O. Response of the corneal endothelium to cataract surgery / Shultz R.O., Glasser D.B., Matsuda M. et al. // Arch. Ophthalmol. - 1986. - Vol. 104. - N_{2} 8. - P.1164-1169.

170. Singh, K. Oval capsulorhexis for phacoemulsification in posterior polar cataract with preexisting posterior capsule rupture / Singh K., Mittal V., Kaur H. // J Cataract Refract Surg. -2011. - Vol. 37. - P. 1183-1188.

171. Soosan, J. White cataract phacoemulsification // httr://www. eurotimes. org/white – cataract – phacoemulsification. -2017. - 1/3 - 2/3.

172. Sorrentino, F.S. Torsional phacoemulsification: a pilot study to revise the «harm scale» evaluating the endothelial damage and the visual acuity after cataract surgery / Sorrentino F.S., Matteini S., Imburgia A., Bonifazzi C., Sebastiani A., Parmeggiani F. // PLoS One. - 2017. - Oct. 26; 12(10): e0186975. doi:10. 1371/ rejournal. pone.0186975.

173. Susić, N. Phacoemulsification in eyes white cataract / Susić N., Brajković J., Susić E., Kalaus – Surać I. // Acta Clin Croat. - 2010. - Sep; 49 (3) : 343 – 5.

174. Tassignon, M.J. Ring-shaped caliper for better anterior capsulorhexis sizing and centration / Tassignon M.J., Rozema J.J., Gobin L. // J Cataract Refract. Surg. - 2006. - Vol. 32. - № 8. - P. 1253- 1255.

175. Tak, H. Comparison of sequential 2 stage vs single stage 5 mm capsulorhexis in intumescent cataracts // Congress of the ESCRS, 30th: Abstracts. – Milan, 2012. - P. 124.

176. Takasc, Agnes I. Central corneal volume and endothelial cell count following femtosecond laser – assisted refractive cataract surgery compared to conventional phacoemulsification / Takasc Agnes I., Kovacs Illes., Mihaltz Kata. et al. // J. Refract Surg. – 2012. – Vol. 28. – P. 387-391.

177. Teng, C.C. Phaco capsulotomy: a technique to prevent the Argentinean Flag Sign. // Clin. Ophthalmol. - 2017. - Nov 6; 11:1937 – 1940. doi:10. 2147/ OPTN. S138676.

178. Teoh, L.S. Evaluation of corneal endothelial cell loss after uncomplicated phacoemulsification cataract surgery with intracameral phenylephrine / Teoh L.S., Foo S.W., Mmansurali V.N., Ang E.L., Md Noh UK., Bastion M.S. // Asia Pac. J. Ophthalmol. - 2017. - Jul - Aug; 6 (4) : 318 – 325.

179. Titiyal, J.S. Postage stamp multiple anterior capsulorhexisotomies in pediatric cataract surgery / Titiyal J.S., Sinha R., Sharma N., Vajpayee R.B. // BMC Ophthalmol. - 2005. - Mar. - P. 8.

180. Tognetto, D. Survey of ophthalmic viscosurgical devices / Tognetto D., Cecchini P., Ravalico G. // Curr. Opin Ophthalmol. - 2004. - Feb; 15 (1): 29 – 32.

181. Uthaisang-Tanechpongtamb, W. The effect of temperatureof eye irrigation solution to reduce corneal endothelial cell loss during phacoemulsification: an in vitro model study / Uthaisang-Tanechpongtamb W., Limtrakarn W., Reepolmaha S. // J. Med. Assoc. Thai. - 2012. - Dec; 95 Suppl. 12: S83 – 9.

182. Vajpayee, R.B. Phacoemulsification of white hypermature cataract /
Vajpayee R.B., Bansal A., Sharma N., Dada T., Dada V.K. // J. Cataract. Refract. Surg.
- 1999. - Aug; 25(8): 1157 - 1160.

183. Van der Meulen, I.J. Contributions of the 152 capsulorrhexis to straylight / Van der Meulen I.J., Engelbrecht L.A., Van Riet T.C., Lapid-Gortzak R., Nieuwendaal CP., Mounts M.P., van den Berg T.J. // Arch Ophthalmol. - 2009. - Vol. 127. - № 10. P. 1290-1295.

184. Vanags, J. Anterior capsulorhexis opening reduction after cataract surgery with subluxated lenses / Vanags J., Erts R., Laganovska G. F. //Medicina (Kaunas). - 2017. - Dec 14; pii: S1010 – 660 x (17) 30089 – 7. doi:10. 1016/ j.medici.2017.10.003.

185. Vasavada, A. Capsulorhexis: its safe limits / Vasavada A., Desai J. //Indian J Ophthalmol. - 1995. - Vol. 43. - № 4. - P. 185-190.

186. Von Sonnleithner, C. Aqualase revisited: endothelial cell loss strongly depends on lens density / Von Sonnleithner C., Bergholz R., Gonnermann J., Torin N., Bertelmann E. // Ophthalmic. Res. - 2014; 51(1): 9 – 14. Doi : 10. 1159 / 000354428.

187. Waheed, K. Anterior capsular phimosis in eyes with a capsular tension ring / Waheed K., Eleftheriadis H., Liu C // J Cataract Refract Surg. - 2001. - Vol. 27. - № 10. - P. 1688-1690.

188. Wang, L. Comparison of efficacy between coaxial microincision and standart-incision phacoemulsification in patients with age-related cataracts: a meta – analysis / Wang L., Xiao X., Zhao I., Wang J.,Zhou A., et al. // BMS Ophthalmol. - 2017. - Dec.29; 17(1): 267. Doi : 10.1186/s12886 – 017 – 0661
189. Waring, G.O. Posterior collagenous layer of the cornea. Ultrastructural classification of abnormal collagenous tissue posterior to Descemet's membrane in 30 cases // Arch. Ophthalmol. -1982. -100(1):122-34.

190. Wasserman, D. Anterior capsular tears and loop fixation of posterior chamber intraocular lenses / Wasserman D., Apple D., Castaneda V. et al. // Ophthalmology. - 1991. – Vol. 98. – P. 425.

191. Werner, L. Mechanized model to assess capsulorhexis resistance to tearing / Werner L., Jia G., Sussman G. et al. // J. Cataract. Refract. Surg. – 2010. - Nov; 36 (11) : 1954 -9. doi : 10. 1016/j.jcrs. 2010.05.026.

192. Wilson, E.D. Capsulorhexis tools—from fancy forceps to mock pizza cutters, ASCRS Ophthalmic Services Corp. - 1997.

193. Yan Q., Clark JI, Wright TN & Sage EH Alterations in the lens capsule contribute to cataractogenesis in SPARC-null mice. 2002. J. Cell. Sci. 115: 2747-2756.

194. Zambarakji, H.J. Capsulorhexis phymosis following uncomplicated phacoemulsification surgery / Zambarakji H.J., Rauz S., Reynolds A., Joshi N. et al. // Eye. - 1997. - 11 (Pt. 5). - P. 635 - 638.

195. Zarranz-Ventura, J. Acrysof toric intraocular lens implantation in cataract surgery / Zarranz-Ventura J., Moreno-Montañés J., Caire Y., González-Jáuregui J. et al.
// Arch Soc Esp Oftalmol. - 2010. – Vol. 85. - № 8. – P. 274-277.

196. Zeng, Y. Continuous curvilinear capsulorhexis in cataract surgery using a modified 3 – bend cystotome / Zeng Y., Gao J.H. // J. Ophthalmol. - 2015; 2015 : 412810. doi : 10. 1155/2015/412810. Epub. 2015 Oct. 5.